

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО–ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

Катарина З. Брадић Милиновић

**МИОЦЕНСКИ ОТОЛИТИ ЈУЖНОГ ОБОДА
ПАНОНСКОГ БАСЕНА**

докторска дисертација

Београд, 2020.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY

Katarina Z. Bradić Milinović

**MIOCENE OTOLITHS OF THE SOUTHERN
EDGE OF THE PANNONIAN BASIN**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2020.

Ментор:

Др Невенка Ђерић, редовни професор; научна област – Палеонтологија, Универзитет у Београду, Рударско–геолошки факултет

Чланови комисије:

Др Љупко Рундић, редовни професор; научна област – Историјска геологија, Универзитет у Београду, Рударско–геолошки факултет

Др Катарина Богићевић, редовни професор; научна област – Палеонтологија, Универзитет у Београду, Рударско–геолошки факултет

Др Дивна Јовановић, виши научни сарадник; научна област – Петрологија, Геолошки Завод Србије

ИЗЈАВЕ ЗАХВАЛНОСТИ

Овом приликом бих желела да изјавим захвалност:

Др Werner Schwarchans–у (Natural History Museum of Denmark, Copenhagen) на неизмерној помоћи око морфолошких карактеристика скелета риба и отолита. На брзим и исцрпним одговорима на моја бројна питања, сугестијама и подстицајима. Посебну захвалност бих изразила за отворену сарадњу, која је за резултат имала мој улазак у свет науке и бављење рибама и отолитима уопште.

Др Harald Ahnelt–у (Department of Theoretical Biology, University of Vienna) на свесрдној и несебичној помоћи око морфолошких карактеристика риба, фамилије Gobiidae.

Својој менторки проф. др Невенки Ђерић на експедитивности, стручној рецензији, разумевању, стрпљењу и несебичној помоћи.

Проф. др Љупку Рундићу на стручној и моралној подршци, помоћи при сакупљању материјала, бројним консултацијама, афирмативним и конструктивним саветима.

Др Дивни Јовановић на бројним корисним саветима, готово свакодневним консултацијама, подршци и мотивацији.

Проф. др Катарини Божићевић на стручним саветима, стимулацији и потпори током израде ове дисертације.

Др Гордани Јовановић и др Драгани Ђурић из Природњачког музеја у Београду на ентузијазму, приступачности у комуникацији и уступљеној збирци која је део ове дисертације.

Зорану Божићу, дипл. инж. геологије (Геолошки завод Србије) на помоћи при изради геолошких стубова.

Геолошком заводу Србије на помоћи при штампању дисертације.

Велико хвала и осталим мојим колегама из Геолошког завода Србије на разумевању, стрпљењу, подстицању на рад и прављењу добре радне атмосфере.

Највећу захвалност дугујем својој породици на подршци и безграничном стрпљењу.

МИОЦЕНСКИ ОТОЛИТИ ЈУЖНОГ ОБОДА ПАНОНСКОГ БАСЕНА

Сажетак:

У докторској дисертацији је описана и обрађена асоцијација риба са отолитима *in situ* и изолованих налаза отолита са простора јужног обода Панонског басена. Детерминисана фауна обухвата стратиграфски опсег од млађег доњег миоцена до горњег миоцена. Део анализираних материјала је аутор сам прикупио, а део преузео из збирки Природњачког музеја у Београду, музеја Департамента за палеонтологију и Катедре за историјску геологију Рударско–геолошког факултета, Универзитета у Београду. У оквиру дисертације дат је стратиграфски приказ 15 локалитета са пратећим и синтетским литостратиграфским стубовима, прегледом ранијих истраживања, као и табеларним приказом прикупљене флоре и фауне. Обухваћени локалитети су: Клинци, Врачевић, Брајковац, Коцељева, Раковички поток, Каменово, Стадион Црвена звезда, водоводни тунел Врачар, Петровац, Мало Лаоле, Лесковац, Колубарски угљени басен, Умчански тунел, Орешац и Дрмно. Укупно је приказано, детерминисано и описано 24 рода и 40 врста отолита. На основу датих систематских и таксономских одредница и података из литературе извршена је биостратиграфска, палеоеколошка и палеогеографска анализа прикупљене фауне отолита.

Проучавањем биостратиграфских карактеристика отолита и корелацијом са другом фосилном фауном истих локалитета, одређена је старост истраживаних седимената. Геолошке карактеристике појединих локалитета и њихов палеонтолошки садржај, приказани су хроностратиграфски. Утврђено је да најстарији локалитет Клинци (Ваљевско-Мионички басен) припада слатководном млађем доњем миоцену (отнанг?-карпат), а локалитети Врачевић и Брајковац слатководним еквивалентима старијег средњег миоцена (баден). Коцељева, Раковички поток и Каменово одговарају типичном морском развићу Централног Паратетиса за време старијег средњег миоцена (баденски кат), док млађем средњем миоцену – сармату одговарају седименти нађени на Стадиону Црвена звезда, у водоводном тунелу Врачар, Петровцу, Малом Лаолу и Лесковцу. Детерминисани отолити из Колубарског угљеног басена и Умчанског тунела указују на развој сланкастог језера (каспибракично језеро Панон) за време старијег горњег миоцена – панона, док два локалитета Орешац и Дрмно припадају најмлађем горњем миоцену (понт *s. str.* - према П. Стевановићу).

На основу фауне издвојене из седимената тзв. Српског језерског система коме припадају: Клинци, Врачевић и Брајковац, закључено је да је на испитиваном простору током млађег доњег миоцена и старијег средњег миоцена (слатководни еквиваленти отнанг?-карпата-бадена) постојала плитководна језерска средина. Истовремено, у доњем бадену у типично морској средини топлот палеоклимата, егзистовале су форме карактеристичне за дубље делове воденог стуба (рибе из фамилије *Bregmacerotidae* и планктонске фораминифере). У периоду млађи баден - сармат, међу рибама примат преузимају бентоске форме, познатије и као Понто-каспијске гобиде (фамилије *Gobiidae*), које указују на топлу, морску и морско-бракичну средину литорала и сублиторала. За време касног миоцена (панон и понт *s.str.*), у седиментима депонованим у сланкастом Панонском језеру знатно смањеног салинитета, доминантне су форме риба (фамилије *Sciaenidae*) типичне за плитко и топло приобаље.

Посебно треба истаћи значај усаглашавања систематике, односно корелације налаза отолита *in situ* са изолованим отолитима и ревизије атрикулисаних скелета на основу добијених података. Претходно публиковани резултати и резултати приказани у овој тези потврђују важност налаза скелета са отолитима *in situ*, не само у виду дефинисања

систематске припадности, већ и у смислу разумевања дистрибуције врста у простору и времену. На основу ових налаза јасно се може сагледати прелаз од примитивних гобида (млађи доњи миоцен Клинаца и старији средњи миоцен Врачевића) до Понто-каспијских гобида (горњи баден/сармат: Раковички поток, Каменово, Петровац и Мало Лаоле).

Кључне речи: отолити, миоцен, Панонски басен, стратиграфија, Понто–каспијске гобиде.

Научна област: Гео-науке

Ужа научна област: Палеонтологија

UDK број: 56"61/62"(497.17)(043.3)

MIOCENE OTOLITHS OF THE SOUTHERN EDGE OF THE PANNONIAN BASIN

Abstract:

The doctoral dissertation describes and analyzes the fish association with otoliths *in situ* and isolated findings of otoliths from the southern rim of the Pannonian Basin. In terms of stratigraphic distribution, the studied fauna extends from the late Lower to the Upper Miocene. Part of the analyzed material was collected by the author himself, while other parts come from the collections of the Natural History Museum in Belgrade, the Department of Paleontology and the Chair of Historical Geology (Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade). The dissertation provides a stratigraphic overview of 15 fossiliferous localities, with the accompanying and local lithostratigraphic columns, an overview of previous research, as well as a tabular overview of the collected flora and fauna. The studied localities include Klinči, Vračević, Brajkovac, Koceljeva, Rakovica stream, Kamenovo, Crvena Zvezda Stadium, Vračar water supply tunnel, Petrovac, Malo Laole, Leskovac, Kolubara coal basin, Umka Tunnel, Orešac, and Drmno. A total of 24 otolith-based genera and 40 otolith-based species are presented, determined and described. The resulting systematic/taxonomic data, combined with the data obtained from the available published literature, served as a basis for a detailed biostratigraphic, paleoecological and paleogeographic analysis.

The age of sediments was assessed via the otolith-based biostratigraphic data, which was correlated with other fossil faunas recorded at the same localities. The geological characteristics of individual localities and their paleontological content are presented chronostratigraphically. The oldest among the studied localities was Klinči (the Valjevo-Mionica Basin in Western Serbia) belonging to the Lower Miocene (Ottangian? – Karpatian) freshwater environment, while Vračević and Brajkovac were found to represent freshwater equivalents of the Badenian stage (i.e. earlier part of the Middle Miocene). The sediments from Koceljeva, Rakovica stream and Kamenovo correspond to the typical marine environments of the Central Paratethys during the early Middle Miocene (i.e. Badenian), while the sediments from the Crvena Zvezda Stadium, the Vračar water supply tunnel, Petrovac, Malo Laole and Leskovac correspond to the later part of the Middle Miocene (i.e. Sarmatian).

Determined otoliths from the coal basin of Kolubara and the Umka Tunnel indicate the development of a saline lake (i.e. the caspi-brackish Lake Pannon) during the earlier Upper Miocene (Pannonian), while the localities of Orešac and Drmno belong to the latest Upper Miocene (i.e. Pontian *s. str.*, according to P. Stevanović).

The fauna isolated from the sediments of the so-called Serbian Lake system (Klinči, Vračević, and Brajkovac) indicated the presence of shallow-water lake environments in the studied area during the late Lower Miocene and the early Middle Miocene (i.e. freshwater equivalents of the Ottangian? – Karpatian – Badenian). On the other hand, warm marine environments of the lower Badenian were inhabited by the forms characteristic of the deeper parts of the water column, such as planktonic foraminifera and fish of the family Bregmacerotidae. The late Badenian to Sarmatian interval is dominated by benthic fish known as the Ponto-Caspian gobies (family Gobiidae), indicative of the warm marine and brackish environments within littoral and sublittoral zones. During the Late Miocene (i.e. Pannonian and Pontian *s. str.*), the sediments deposited in the Lake Pannon (in the environments with significantly reduced salinity) are dominated by the forms typical for shallow and warm coastal areas (family Sciaenidae).

Particularly significant are the results in the domain of systematics: the correlation of otoliths *in situ* with those found as isolated specimens, and the revision of the attributed skeletal remains. The results presented in this dissertation, as well as the previously published results, confirm the importance of articulated skeletons with otoliths *in situ*, not only as a means for

taxonomic attribution, but also for the understanding of distributions of taxa in space and time. Importantly, the obtained data provides an insight into the transition from primitive gobies (late Lower Miocene of Klinci and early Middle Miocene of Vračević) to the Ponto-Caspian gobies (upper Badenian – Sarmatian of the Rakovica stream, Kamenovo, Petrovac, and Malo Laole).

Key words: Otoliths, Miocene, Pannonian Basin, Stratigraphy, Ponto–Caspian gobiidae.

Scientific area: Geo-sciences

Scientific subfield: Palaeontology

UDC number: 56"61/62"(497.17)(043.3)

САДРЖАЈ

1	УВОД	1
2	ГЕОЛОШКИ ПОЛОЖАЈ ПРОУЧАВАНОГ ПОДРУЧЈА.....	2
3	МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ	7
4	СТРАТИГРАФСКИ ПРИКАЗ ПРОУЧАВАНИХ ЛОКАЛИТЕТА	10
4.1	ДОЊИ – СРЕДЊИ МИОЦЕН (СРПСКИ ЈЕЗЕРСКИ СИСТЕМ).....	10
4.1.1	КЛИНЦИ.....	10
4.1.2	ВРАЧЕВИЋ.....	14
4.1.3	БРАЈКОВАЦ.....	17
4.2	СРЕДЊИ МИОЦЕН (МОРСКИ И МОРСКО – БРАКИЧНИ ПАРАТЕТИС).....	19
4.2.1	КОЦЕЉЕВА.....	20
4.2.2	РАКОВИЧКИ ПОТОК.....	22
4.2.3	КАМЕНОВО	25
4.2.4	СТАДИОН ЦРВЕНА ЗВЕЗДА	28
4.2.5	ВОДОВОДНИ ТУНЕЛ ВРАЧАР.....	30
4.2.6	ПЕТРОВАЦ.....	31
4.2.7	МАЛО ЛАОЛЕ	32
4.2.8	ЛЕСКОВАЦ	33
4.3	ГОРЊИ МИОЦЕН – ЈЕЗЕРО ПАНОН	34
4.3.1	УМЧАНСКИ ТУНЕЛ	34
4.3.2	КОЛУБАРСКИ УГЉЕНИ БАСЕН	35
4.3.3	ОРЕШАЦ.....	37
4.3.4	ДРМНО	38
5	СИСТЕМАТИКА И ТАКСОНОМИЈА МИОЦЕНСКИХ ОТОЛИТА	40
6	БИОСТРАТИГРАФСКИ ПРИКАЗ МИОЦЕНА НА ОСНОВУ ОТОЛИТА	108
6.1	ПРИКАЗ КАРАКТЕРИСТИЧНЕ МИОЦЕНСКЕ ФАУНЕ ОТОЛИТА НА ПОДРУЧЈУ ПАНОНСКОГ БАСЕНА	108
6.2	ОТОЛИТИ КАО ЗОНСКИ ФОСИЛИ	109
6.3	БИОСТРАТИГРАФСКА АНАЛИЗА ПРОУЧАВАНОГ ПОДРУЧЈА	110
6.4	КОРЕЛАЦИЈА ФАУНЕ ОТОЛИТА СА ФАУНОМ ДРУГИХ ЛОКАЛИТЕТА СЛИЧНЕ СТАРОСТИ.....	111
7	ПАЛЕОЕКОЛОШКА АНАЛИЗА.....	113

7.1	ПОДЕЛА ФАУНЕ РИБА НА ЕКОЛОШКЕ ДИВИЗИЈЕ.....	113
7.2	ФИЗИЧКО–ХЕМИЈСКИ ФАКТОРИ ЖИВОТНОГ ОКРУЖЕЊА И УТИЦАЈ ЊИХОВИХ ПРОМЕНА НА ПОПУЛАЦИЈУ РИБА.....	115
7.3	ПАЛЕОЕКОЛОШКА АНАЛИЗА ПРОУЧАВАНИХ ЛОКАЛИТЕТА	117
8	ПАЛЕОГЕОГРАФСКА ИНТЕРПРЕТАЦИЈА И РЕКОНСТРУКЦИЈА	121
9	ЗАКЉУЧАК	125
10	ЛИТЕРАТУРА.....	126

1 УВОД

Отолити су ушне кошчице риба, изграђене од арагонита. Постоји три пара ових кошчица: сагите, лапили и астерискуси. Проучавају се само морфолошке карактеристике сагита, које су и највеће од ове три парне кошчице. У анатомском погледу, ове кошчице су смештене у унутрашњем уху у вестибуларном органу, који је одговоран за равнотежу и оријентацију у три димензије. Такође, ове кошчице имају улогу и у слуху рибе (Popper & Lu, 2000).

Проучавање отолита, условно речено, почело је веома рано још у четвртном веку пре нове ере, када је Аристотел уочио да постоје три пара „каменчића“ у глави рибе. Током 16. и 17. века отолити су били везани за сујеверна веровања. Коришћени су као лек против болова, отицања, маларије, жутице, крварења из носа и др. Морнари су их носили са собом као амајлију против олуја. Индијанци из Северне Америке су сагитама Sciaenidae приписивали магична својства (Duffin, 2007). У првој половини 19. века Жорж Кувијер је први описао ухо риба и његове морфолошке карактеристике и први утврдио да се отолити могу користити за идентификацију врста риба. Такође је утврдио да облик средње бразде (сулкуса) представља најважнију морфолошку карактеристику за одређивање врста. После ових Кувијерових запажања, проучавање отолита почиње у правом смислу те речи (Tuset et al., 2008).

Озбиљније изучавање неогених отолита Србије је почело тек пре неколико година (Schwarzahans et al., 2015, Bradić et al., 2015^{a, b} Schwarzahans et al., 2017^{a, b, c, d, e}, Bradić–Milinović, 2019^{a, b}). Током ових истраживања проучена је фауна миоценских морско–бракичних отолита Београда и шире околине (Schwarzahans et al., 2015, Bradić et al., 2015^{a, b}), скелета риба са отолитима *in situ* из бракичних наслага града Београда (Schwarzahans et al., 2017^{a, b, c, d, e}) и слатководних риба Ваљевско–мионичког басена са отолитима *in situ* (Bradić–Milinović, 2019^{a, b}). Проучавање отолита са ових простора дало је значајне податке за класификацију риба, као и усаглашавање добијених резултата са систематиком отолита код примерака са отолитима *in situ*. Прикупљене информације су послужиле за прављење палеоеколошких и палеогеографских реконструкција.

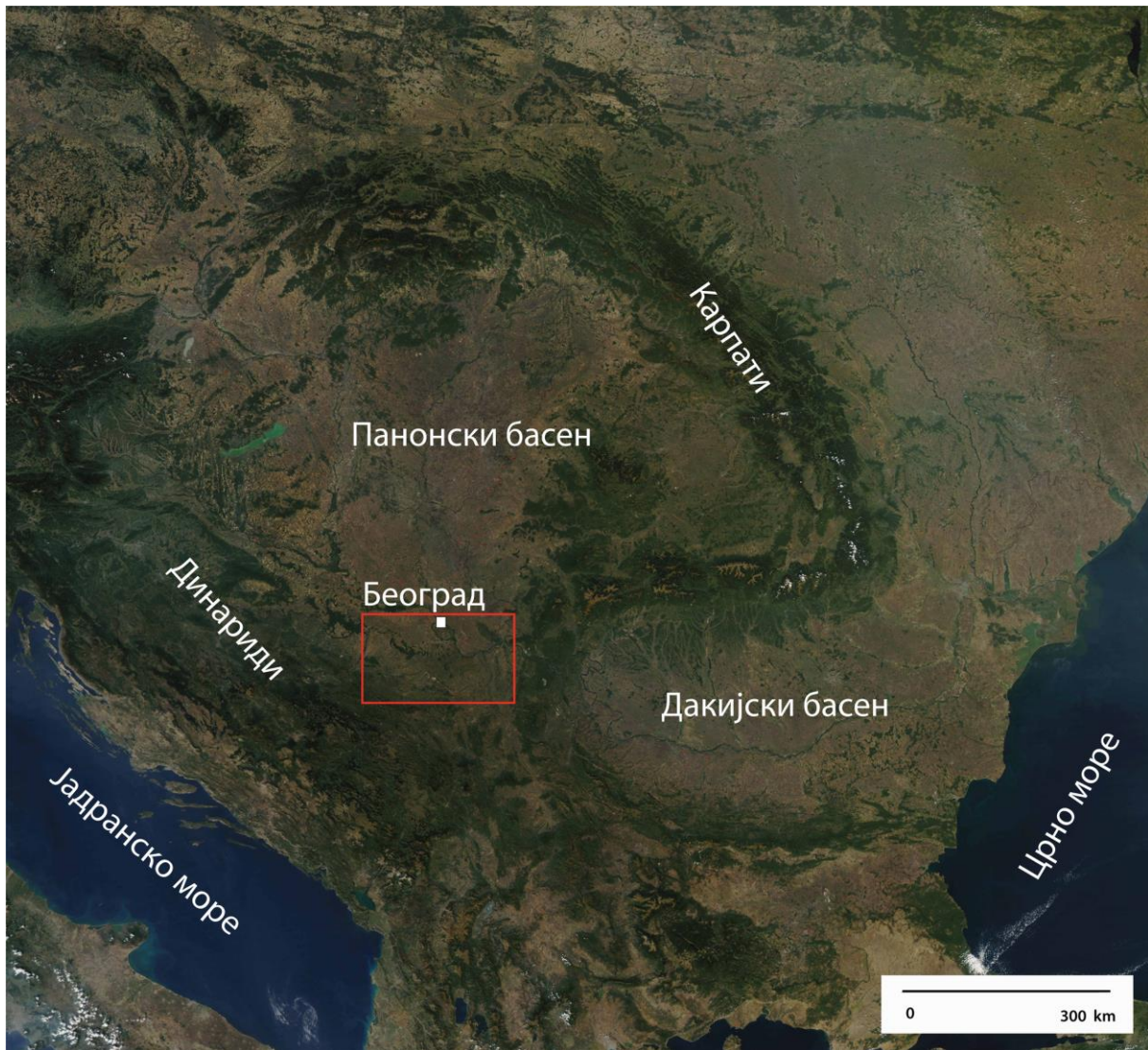
2 ГЕОЛОШКИ ПОЛОЖАЈ ПРОУЧАВАНОГ ПОДРУЧЈА

Проучавано подручје захвата јужни обода Панонског басена, то јест јужне маргине некадашњег Централног Паратетиса и језера Панон (сл. 1).

Први пут термин „Паратетис“ у геологији на српском језику помиње Ласкарев (1950), и као дефиницију овог термина у изворном тексту наводи: *„Једна од најзначајнијих последица које су пратиле издизање Алпског система било је у почетку миоцена, стварање једног пространог мора, које је алпским тектонским процесима одвојено од Тетиса. Провлачећи се кроз разне делове на све до транскаспијских области, пролазећи кроз Швајцарску, Баварску, Бечки и Панонски басен, кроз Србију, Румунију и Јужну Русију. За ово море могао би се предложити назив Паратетис.“* Иначе, исти аутор је овај појам, по први пут у свету увео много година раније, а тај рад је публикован на француском језику (Laskarev, 1924).

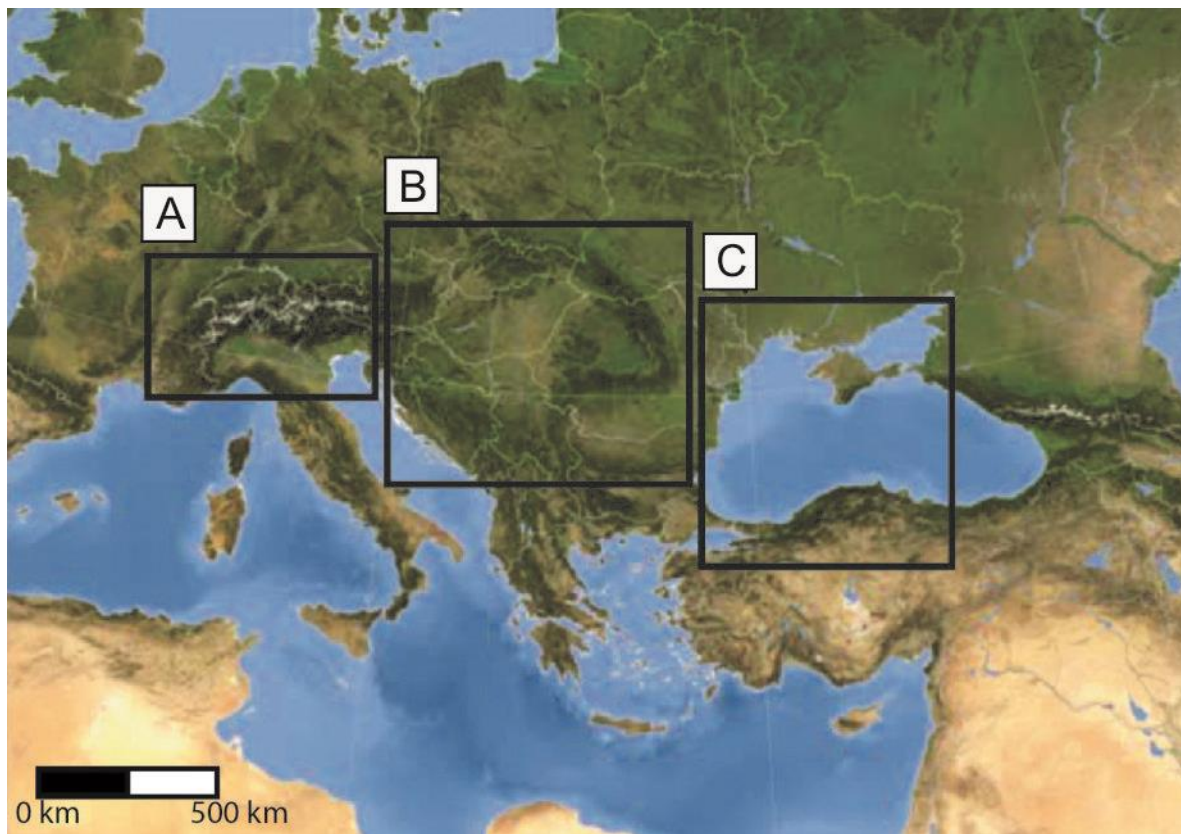
Према Steininger & Wessely (2000) на граници еоцен/олигоцен догодило се финално затварање океана Тетис. Током затварања Тетиса дошло је до коначне колизије континенталних фрагмената Гондване (данашњи простори Индије, Арабије, делова Италије, Хрватске, Босне и Херцеговине, Бугарске, Србије (без источне Србије), Грчке и Турске) са остатком Евроазије. Резултат ове колизије је издизање неколико планинских венаца: Пиринеја, Алпа, Карпата и Хималаја. У горњем еоцену издизањем Алпа долази до формирања две различите области: 1) Медитерана и 2) Паратетиског мора (Steininger & Wessely, 2000; Piller & Harzhauser, 2005).

Као што је већ добро познато (Ласкарев, 1950; Steininger & Wessely, 2000; Рундић, 2006; Ковач et al., 2007, 2017; Esin et al., 2016) еволуција Паратетиса се одиграла за кратко време (око 27 милиона година), током низа геодинамичких фаза.



Слика 1. Географски положај Панонског басена и истраживаног подручја (правоугаоник црвене боје)

Још током олигоцена, услед промене тектонског режима формирали су се системи седиментних басена Паратетиса, позиционирани на подручју од западне обале Медитерана, преко Алпа до региона испред и иза Карпата, а одатле до Кавказа и Понтида (Ковач et al., 2017). Почетком неогена веза са Медитераном је постала нестална, па као последицу имамо честе појаве ендемске фауне у сваком басену, што је омогућило поделу Паратетиса на три дела: западни (обухвата подручје Алпа), (сл.2, А), централни (обухвата подручје Карпата и Балканског полуострва), (сл.2, Б) и источни Паратетис (обухвата подручје Крима и Кавказа), (сл.2, Ц), (Steininger & Wessely, 2000; Popov et al., 2004; Piller et al., 2007; Kovač et al., 2007, 2017; Neubauer et al., 2015).



Слика 2. Главни седиментни басени у оквиру Паратетиса: западни Паратетис (А), централни Паратетис (В) и источни Паратетис (С), (преузето из Kovač et al., 2017)

Централни Паратетис се простирао између источних Алпа и Динарида на западу и југозападу и Карпата на северу, истоку и југоистоку (сл. 2, Б). У оквиру Паратетиса издвојена су четири велика басена: Панонски, Дакијски, Црноморски и Арало–каспијски басен (Rundić, 2006).

Панонски басен се простирао између источних Алпа, Карпата и Динарида. Формиран је спуштањем претерцијарних блокова (Fodor et al., 1999; Tari et al., 1999). У оквиру Панонског басена издвојено је више мањих басена: Бечки, Штајерски, Приједорски, Тузлански, Покупски, Колубарски, Јадарски, Трансилванијски и др. (Kovač et al., 1999). Морске везе су биле успостављене преко неколико мореуза: Моравско–шлеског, Олтенског и Ђердапског.

Дакијско–црноморски басен се простирао између Карпата на западу, малог и великог Кавказа на истоку и планина Балкан и турских Понтида на југу. Овај велики басен чини низ мањих басена: Тимочки, Тракијски, Трабзонски, Ломски, Варненски, Ронски, Ростовски, Кубански и Борисфенски (Marinescu, 1978).

Палеогеографски развој Паратетиса и његове променљиве морске везе су биле веома комплексне у временском оквиру између средњег и горњег миоцена (од лангијена до серавалијена, односно од бадена до сармата (сл. 3), односно између 16 и 12 Ма (Rögl, 1999, Popov et al., 2006).

Током горњег отнанга–карпата (коцахурски кат), Popov et al. (2006) приказују да су централни и источни Паратетис већ били раздвојени; централни Паратетис је био отворен са запада, а источни са истока. Међутим, изгледа да није било значајних разлика у асоцијацији

отолита између онога што је познато из коцахурског ката (горњег отнанга–карпата, сл. 3) и тарханског ката (доњи баден, сл. 3) источног Паратетиса.

Старост	Период Епоха	Стандардна подела	Централни Паратетис	Источни Паратетис	
4	П л и о ц е н	Пјаћентинијен	Панон	Дакијски	
5		Занклијен		Понт	
6		Месинијен		Меот	
7				Херсон	
8	Г о р њ и М и о ц е н	Тортон	Бесараб		
9					
10		С р е д њ и		Сармат	Волин
11				Баден	Конкски
12	Карагански				
13	Чокарски				
14	Тархански				
15	Д о њ и М и о ц е н	Крпат	Коцахурски		
16				Отнанг	
17		Бурдигал		Егенбург	Сакараулски
18				Аквитан	Егер
19	20	21	22		

Слика 3. Геолошка временска скала миоцена са приказаном стандардном и регионалном поделом за централни и источни Паратетис (Magyar et al., 2019, модификовано)

Према Rögl (1999) Паратетис је био повезан са Медитераном на западу и Медитераном и Индијским океаном на истоку током доњег лангијена (доњи део доњег бадена, сл. 3). Средњи баден (карагански кат, сл. 3) је донео револуцију у конфигурацији Паратетиса. Према Rögl (1999), источни Паратетис је постао изолован; у централном Паратетису Панонски басен је остао отворен за Медитеран, док су Карпатско предгорје (маргинални регион који се граничи са орогеним појасом) и Трансилванијски басен постали изоловани и подложни развоју евапорита. У палеогеографским реконструкцијама Rögl (1999), Pöröy et al. (2006) и Kovač et al. (2007), конкски (горњи баден) је приказан као кратак трансгресиван период у којем су везе са Медитераном и Паратетисом поново успостављене

(сл. 3). Степен међусобне повезаности варира у реконструкцијама које су представили Rögl (1999) и Pоров et al. (2006), као и постојање морских веза на западу до Медитерана и истоку до Индијског океана. Rögl (1999) представља Паратетис затворен са запада и отворен са истока. Pоров et al. (2006) приказују ограничену везу између централног и источног Паратетиса, од источног Паратетиса до Индијског океана, као и потенцијалне везе на западу Паратетиса.

Током горњег бадена (доњи серавалиан, сл. 3) дошло је до нове трансгресије, која је обухватала у целости изалучни басен (укључујући Бечки и Трансилванијски). Главни проблем током овог периода је реконструкција морских веза (Rundić et al., 2019^a), чак неки аутори сматрају да је транзитни коридор преко Динарида током овог периода био затворен (Rögl & Steininger, 1983; Massari, 1990).

Истовремено, дуж јужног обода Панонског басена на територији Србије, тамо где није допирало Паратетиско море, постојао је систем језера познат и под називом Српски језерски систем. Српски језерски систем се простирао на подручју између Динарида и јужних Карпата (Dimitrijević, 2001; Krstić et al., 2003, 2012). Егзистовао је од доњег миоцена до старијег средњег миоцена (Sant et al., 2018).

Према Kовач et al. (2007) и Harzhauser & Piller (2004), источни Паратетис је за време сармата још увек међусобно повезан са централним Паратетисом и Медитераном у југоисточном делу, док је веза са Персијским заливом трајно прекинута.

Плиоценски седименти су на простору Паратетиса утврђени у његовом источном делу, односно Дакијском, Црноморском и Каспијском басену. Такође, постојање ових седимената је утврђено и западно од Карпата. Западно од Карпата ове наслаге су познате и под називом Палудински слојеви (= регионални кат черникиан, Mandić et al., 2016). Током плиоцена се вода постепено повукла из западних делова Дакијског басена, такође је дошло и до прекида комуникације између Црноморског и Каспијског басена, што је довело до престанка постојања Паратетиса као унутрашњег епиконтиненталног мора (Vorgh et al., 2013). Након овог прекида током плиоцена су се формирала језера која су захватала подручје северног Балканског копна. Време настанка и распоред језерских басена на Балканском полуострву последица су тектонских кретања, затварања дотадашњих водених коридора и флукуација нивоа воде (Krstić et al., 2012). Према Krstić et al. (2012), током плиоцена је постојало неколико језера: Палудинско, Дакијско–романско и Егејско језеро.

3 МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

За потребе израде докторске дисертације обрађен је материјал прикупљен на локалитетима јужног обода Панонског басена, као и материјал који представља део музејских збирки Департмана за палеонтологију и Катедре за историјску геологију Рударско–геолошког факултета, Универзитета у Београду и Природњачког музеја у Београду. Поред материјала који је прикупљен са површинских изданака профила, један број узорака потиче и из истражних геолошких бушотина. Укупно је узорковано и прегледано 147 проба и два збирна узорка од 10 и 5 kg (таб. 1). Отолити су издвојени из следећих 8 проба: 1315, 1334/2, 1334/4, 1334/6, 1394, 1394/А, 1063 и VR42–45 и збирног узорака од 10 kg (RP1). Узорци су прикупљени са 39 локалитета: Ступница 1, Ступница 2, Добановци, Горњи Руњани, Жеравија, Тршића брдо, Горње Недељице, Грнчаре, Врачевић, Радобићка Бела стена (Табановић), профил испод мионичког моста, Стрмово 1, Стрмово 2, Јабучје, Лештане, Раковички поток, профил поред путу за Кијево, Бубањ поток, Винча, Горња Сабанта, локалитети околине Петровца: Добрње, Ћовдин, Лесковац, Петровац, Вошановац, Витежево, Трновче, Каменово, Кнежица, Рашанац, Мало Лаоле, Лопушник; Дубница (околина Свилајнца), Клокочевац (околина Доњег Милановца), Буровац (околина Свилајнца), Врбница (између Пожаревца и Петровца), Шетоње (околина Крепољина), Велико Село (западно од села Црљенце) и Страчевац (северно од Каменова).

Табела 1. Приказ локалитета са бројем узетих узорака и њиховим ознакама

Локалитет	Број узорака	Ознака узорака
Ступница 1	2	508 и 508/1
Ступница 2	2	628 и 628/1
Добановци	1	697
Горњи Руњани	2	666 и 666А
Жеравија	1	695
Тршића брдо	1	699
Горње Недељице	2	684 и 684А
Грнчаре	2	748 и 750А.
Врачевић (заселак Костевац), из бушотине за воду В–1	14	VR9–12, VR21–24, VR30–33, VR33–36, VR39–42, VR42–45, VR45–48, VR65–68, VR81–84, VR102–105, VR117–120, VR140–143, VR143–146 и VR149–152
Радобићка Бела стена (Табановић)	12	BS 0–20, BS 20–40, BS 40–60, BS 60–80, BS 80–100, BS 100–120, BS 120–140, BS 140–160, BS 160–180, BS 180–200, BS 200–220 и BS 220–240
Уз реку Рибницу испод Мионичког моста	15	MI.0–10, MI.10–20, MI.20–30, MI.30–40, MI.40–50, MI.50–60, MIO.0–10, MIO.10–20, MIO.20–30, MIO.30–40, MIO.40–50, MIO.50–60, MIO.60–70, MIO.70–75 и MIO.75–90
Стрмово 1	3	ST1 0–20, ST1 20–40 и ST1 40–60
Стрмово 2	3	ST2 0–20, ST2 40–60 и ST2 60–80
Село Јабучје (заселак Горњи Крај) из бушотине за воду В–1	14	J24–27, J27–30, J30–33, J33–36, J36–39, J39–42, J45–48, J60–63, J75–78, J93–96, J105–108, J114–117, J132–135 и J138–141
Лештане	20	L–0.30, L–0.70, L–0.90, L–1.10, L–1.20, L–1.30, L–1.80, L–1.90, L–2.20, L–2.70, L–2.95,

		L-3.02, L-3.10, L-3.30, L-3.45, L-3.70, L-4.00, L-4.30, L-4.80 и L-7.20
Раковички поток	1 збирни узорак од 10 kg	RP-1
Поред пута за Кијево	6	K-0.10, K-0.25, K-0.40, K-0.50, K-0.65 и K-0.80
Бубањ поток	8	BP-1.00, BP-1.20, BP-1.50, BP-1.80, BP-2.10, BP-2.40, BP-2.70 и BP-3.00
Винча	1	V-1
Горња Сабанта	1 збирни узорак од 5 kg	S-1
Добрња	2	1373 и 1231
Товдин	2	1294 и 1292
Лесковац	3	1314, 1315 и 1400
Петровац	3	1063, 1062 и 1060
Вошановац	3	1380, 1379 и 1374
Дубница	3	1405, 1411 и 1410
Витежево	1	1416
Трновча	1	1077
Каменово	2	1333 и 1334.
Буровац	1	1401
Кнежице	2	1325 и 1326
Рашанац	1	1338
Шетоње	3	1300, 1302 и 1399
Мало Лаоле	1	1394
Лешник	5	1365, 1360, 1361, 1362 и 1367
Клокочевац	1	1355
Врбница	1	1054
Велико Село	2	1346 и 1347
Старчевац	1	1352

Из **Природњачког музеја у Београду** из дела музејских колекција изучен је фосилни материјал риба и отолита. Дobar део тог материјала је преузет из збирке Петра Павловића са инвентарским бројевима: незаведен материјал (160 примерака, локалитет **Орешац**); 477 (58 примерака отолита и један рибљи зуб, локалитет **Умчански тунел**); (1 цео отолит и два фрагмента, локалитет **Брајковац 2**); 107/15 (око 100 примерака, локалитет **Врачевих**). Такође је из Природњачког музеја у Београду проучен и део материјала прикупљеног приликом копања канализационог **тунела Врачар** – 6 примерака, сви су заведени под заједничким инвентарским бројем 42/08 (издвојени су само примерци са отолитима *in situ*), као и материјал прикупљен током изградње **стадиона Црвена Звезда** – 2 примерка са инвентарским бројем 134/61.

Др Гордана Јовановић из Природњачког музеја у Београду, уступила ми је три узорка (K-1, K-2 и K-3) оригиналног материјала са локалитета Коцељева. Обрада материјала је извршена у палеонтолошкој лабораторији Геолошког завода Србије.

Из збирки музеја Департмана за палеонтологију Рударско–геолошког факултета, Универзитета у Београду, проучени су примерци издвојени из збирке Јелене Анђелковић, који су садржали отолите *in situ*. Примерци су прикупљени са два локалитета: стадион Црвена звезда и Клинци. Из збирке са локалитета **стадион Црвена звезда** издвојено је шест примерка са инвентарским бројевима: RGFAJ 24, RGFAJ 25, GRFAJ 26, RGFAJ28, RGFAJ32 и RGFAJ 241 (добро очуван примерак без отолита *in situ*). Из збирке са локалитета **Клинци** издвојено је 26 скелета са инвентарским бројевима: RGFAJ65, RGFAJ73, RGFAJ74, RGFAJ84, RGFAJ87, RGFAJ103, RGFAJ104, RGFAJ115, RGFAJ67, RGFAJ85, RGFAJ93, RGFAJ113, RGFAJ18, RGFAJ49, RGFAJ57, RGFAJ68, RGFAJ75, RGFAJ76, RGFAJ97, RGFAJ101, RGFAJ135, RGFAJ9, RGFAJ53, RGFAJ70, RGFAJ81 и RGFAJ120.

Из збирки Катедре за историјску геологију Рударско–геолошког факултета, Универзитета у Београду, изучен је материјал са три локалитета: **Коцељева** (бушотина КС–4: 355,4 m, 342,2 m, 295,4 m и 211,5 m), **Колубарски угљени басен** (бушотина Gj–120/86: 206,8 – 208,00 и 197,9 – 198,00) и **Дрмно** (бушотина K11:111).

Сви прикупљени узорци су обрађени стандардном шлем анализом, која подразумева испирање седимената кроз сита различитих промера (фракције $>0,063$, $>0,1$ и >1). Микрофосилна фауна је издвојена из фракције $>0,1$. Преглед узорака и издвајање микрофосилне асоцијације извршено је механички помоћу бинокуларне лупе *Leitz Wetzlar* под увећањем од 10–40x.

Отолители који су сачувани на скелетима *in situ* пажљиво су механички уклоњени са скелета. Овај поступак се морао обавити у циљу даљег проучавања њихових морфолошких карактеристика, јер је већина примерака била очувана са унутрашњом страном отолита окренутом на доле.

Фотографисање палеонтолошког материјала је извршено на микроскопу *Leica-S9i*.

У овој докторској дисертацији су примењене различите методе у циљу дефинисања временских и просторних геолошких догађаја на простору јужног обода Панонског басена, као и смене различитих облика фауне риба, која прати те промене. Примењене методе су: биостратиграфска, систематска, палеоеколошка и палеогеографска. Применом биостратиграфске методе утврђена је стратиграфска припадност локалитета добијена на основу асоцијације отолита дате у корелацији са осталом прикупљеном флором и фауном. Систематска метода обухвата више различитих анализа: тафономску анализу, компаративну анализу фосилне и рецентне фауне и морфометријска мерења скелета и отолита. Палеоеколошка метода подразумева вршење реконструкције палеосредине на основу поређења фосилне и рецентне фауне. За потребе палеогеографске анализе, рибе представљају веома значајну групу организама за истраживање морских веза, како због брзе прилагодљивости, тако и због њихове прилагођености на одређене услове у животном окружењу (температуру воде, салинитет, дубину воденог стуба и многе друге).

4 СТРАТИГРАФСКИ ПРИКАЗ ПРОУЧАВАНИХ ЛОКАЛИТЕТА

У оквиру овог поглавља дат је стратиграфски приказ проучаваних локалитета, који обухватају подручје јужног обода Панонског басена (сл. 2). За сваки од локалитета наведени су подаци о географском положају и стратиграфском приказу са резултатима ранијих истраживања, као и приказ до сада одређене фосилне фауне, флоре и микрофосилне асоцијације отолита. Тамо где не постоје теренске опсервације (старе колекције и збирке Природњачког музеја и Рударско-геолошког факултета – нпр. Стадион Црвене Звезде) није било могуће описати прецизан литолошки стуб и позицију из које су узети узорци отолита. Због тога, за неколико локалитета из околине Београда, а у недостатку сопствених литолошких стубова, коришћен је синтезни литостратиграфски стуб неогена (Schwarzhan et al., 2015) како би се боље приказала еволуција овог простора и фацијалне разлике унутар миоценских седимената. За друге локалитете који су теренски обрађени, било је доступно пуно више података и опис тих тачака се битно разликује.

Поједине литостратиграфске јединице, односно имена формација, преузета су из интерних извештаја рађених за потребе израде ГК 1:50 000 (Геолошки завод Србије) и имају карактер радних назива, те их у том смислу треба и третирати.

Стратиграфским приказом обухваћено је и обрађено 15 локалитета: Клинци, Врачевић, Раковички поток, Каменово, Брајковац, Коцељева, Стадион Црвена звезда, водоводни тунел Врачар, Петровац, Мало Лаоле, Лесковац, Орешац и Умчански тунел. Локалитети су приказани по њиховој старости, а поређани су од старијих ка млађим.

4.1 ДОЊИ – СРЕДЊИ МИОЦЕН (СРПСКИ ЈЕЗЕРСКИ СИСТЕМ)

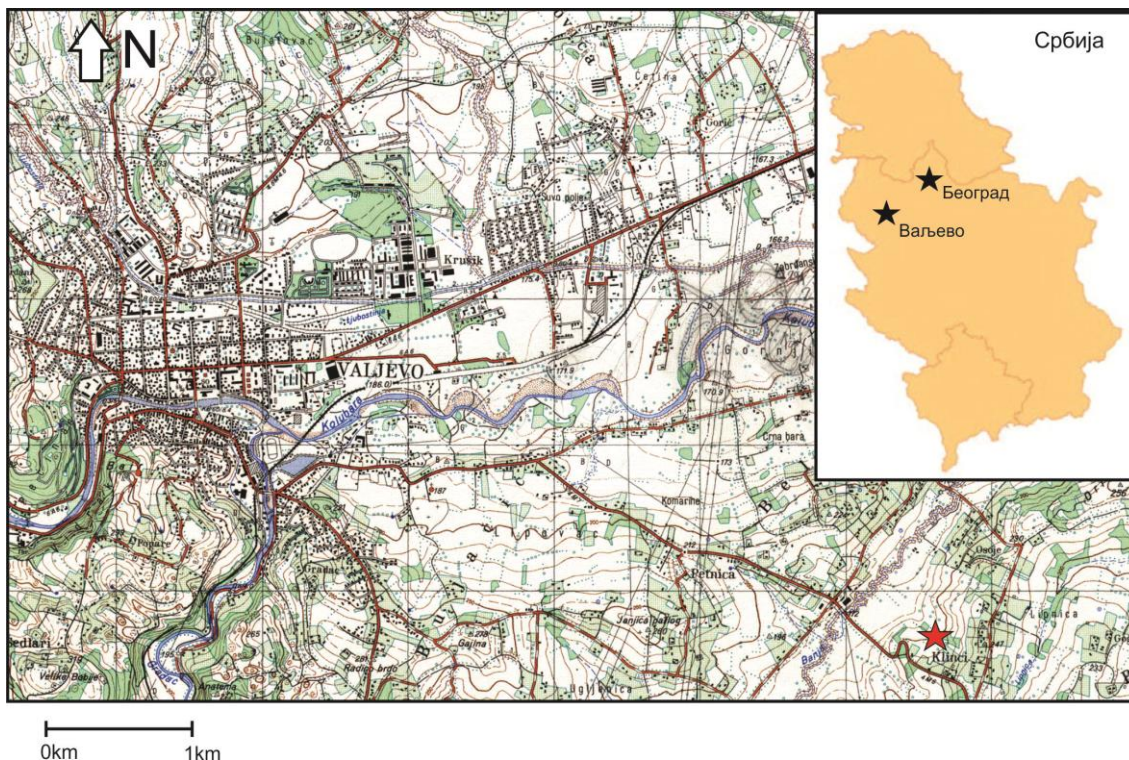
У овом поглављу је дата стратиграфска анализа језерских седимената дела Ваљевско–мионичког басена. Приказани локалитети припадају стратиграфском опсегу од горњег дела доњег миоцена до доњег дела средњег миоцена. Обрађена су два локалитета, Клинци и Врачевић. Просторно гледано, оба локалитета припадају Ваљевско-мионичком басену, односно Српском језерском систему.

Слатководни, језерски седименти Ваљевско–мионичког басена су изграђени од конгломерата, лапораца, глина, пескова и лапоровитих кречњака. Најбоље су развијени на подручју Ваљева (села: Петница, Попучке и Рађево село).

4.1.1 КЛИНЦИ

Географски приказ

Село Клинци (сл. 4) се налази недалеко од града Ваљева у Колубарском округу (западна Србија). Клинци припадају грабену Ваљево–Мионица–Белановица (Marović et al., 2007).



Слика 4. Географски положај локалитета Клинци (означен црвеном звездицом на карти)

Стратиграфски приказ

Седименти локалитета Клинци припадају белостенској серији (Anđelković & Anđelković, 1985) чији су доњи делови представљени кластичним седиментима, а горњи лапоровито–глиновитим седиментима са битуминозним глинцима и белим лапорцима, горњи делови садрже асоцијацију риба. Осим на локалитету Клинци, белостенска серија је развијена и на локалитетима у Радобићу и Шушеоци, где је такође откривена фауна риба.

Прикупљена фауна са овог локалитета потиче из танко слојевитих сивих лапораца доњомиоценске старости (Bradić–Milinović et al., 2019). Старост ових седимената је утврђена на основу карактеристичне ендемске фауне гобида (сл. 5).

Старост		Дебљина	Литологија	Литофације	Средина	
МИОЦЕН	ГОРЊИ	ПАНОН	0		Формација Боговађа слабовезани песак, шљунак, алеврит, глина	Језерска, континентална
	СРЕДЊИ	САРМАТ	200		Формација Врачевић лапорац, алеврит	Морско-бракична, бракична
			400		Формација Мађарлија слабовезани песак, шљунак, лапорац, алеврит, прослојак туфа	
	ДОЊИ	НЕПОДЕЉЕН	600		Формација Табановић лапорац, алеврит, туф	Језерска Српски језерски систем (SLS)
			800		Формација Ваљево лапорац, алеврит, глина, туф, слабовезани песак	
		1000		Формација Мионица ламинирани лапорац, алеврит, туф, пешчар, пиробитуминозни лапорац, конгломерати и брече		
Горња креда		600		Кречњак, пешчар, конгломерат	Морска	

Слика 5. Геолошки стуб Ваљевско–мионачког басена (модификовано, Bradić–Milinović et al., 2019)

Преглед ранијих истраживања

Анђелковић (1986) наводи да седименти Ваљевско–мионачког басена пружају правцем СЗ–ЈИ. Представљени су белостенском серијом (лапоровито–глиновите стене са битуминозним глинцима и белим лапорцима са рибама) у чијој се подини налазе седименти Јадарског блока.

По Маровић et al., (2007) Ваљевско–мионачки басен представља западни део грабена Ваљево–Мионица–Белановица. Формиран је током отнанга и карпата, али је каснијим тектонским покретима инвертован.

Обрадовић & Васић (2007), издвајају шест различитих формација у распону од доњег до горњег миоцена. То су: 1) Формација Мионице (језерска, пиробитуминозна), 2) Формација Ваљева (језерска, лапоровита), 3) Формација Табановића (језерска, кластична), 4) Формација Мађарлије (морско–бракична, карбонатно–кластична), 5) Формација Врачевића (бракична, лапоровита) и 6) Формација Боговађе (континентална).

Ваљевско–мионички басен је проучаван у прошлости више пута са различитих аспеката. Прегледом литературе утврђено је да су аутори имали различита мишљења када је у питању старост овог басена.

Први је о старости околине овог локалитета (атар села Белошевац, околина реке Бање) писао Жујовић (1889). На основу рибљих остатака (*Gobius brevis*) приписао им је аквитанску старост (егер/егенбург).

Ј. Анђелковић (1970, 1978) је на основу детерминисане рибље фауне (*Aspius elongatus*, *Aspius cf. elongatus*, *Gobius multipinnatus*, *Leuciscus macrurus*, *Lepidocottus brevis*, *Smerdis cf. macruurus*, *Smerdis formosus*, *Smerdis elongatus* и *Perca uraschista*) за локалитет Клинци одредила средњомиоценску стратиграфску припадност.

Петковић и Новковић (1975) седименте белостенске серије одређују као доњомиоценске на основу литофацијалних и флористичко–фаунистичких карактеристика.

Стевановић (1977) је глиновито–лапоровитој Петничкој серији, односно седиментима Клинаца, одредио доњосарматску старост утврђену на основу копнених и језерских пужева.

Долић (1983) је белостенску серију дефинисао као серију средњомиоценске старости на основу теренских истраживања и фосилног материјала, представљеног конгеријама, остракодама, рибама и флором.

Анђелковић & Анђелковић (1985) дају преглед ранијих истраживања и износе ревидирано мишљење о старости ове серије, дато на основу детаљне анализе вертикалног распона фосилних риба. Констатовано је да је белостенска серија егенбург/отнаншке старости.

Јовановић и др. (1994) приказују седиментациони модел формирања неогених наслага у Ваљевско–мионичком басену. Издвојили су три формације: 1. Пиро–битуминозну Мионичку формацију (Шушеока, Класнића и Радобића), 2. Лапоровиту Ваљевску формацију и 3. Кластичну формацију Табановића.

Dimitrijević et al. (2002) на основу костију птица на локалитету Шушеовачка Бела стена утврђују доњомиоценску старост.

Šajnović et al. (2008) су извршили геохемијска и минералозна испитивања седимената бушотине (400 m) у селу Шушеока. На основу добијених резултата дефинисали су шест геохемијских зона. Утврдили су да прва, односно зона А поседује висок садржај органске материје, што је погодно за производњу течних угљоводоника, а да седименти шесте, односно F зоне имају висок садржај MgO, K₂O и Li.

Lazarević et al. (2013) на основу детерминације нађене макрофлоре у Ваљевско–мионичком басену дефинишу доње миоценску старост.

Neubauer et al. (2016) сврставају локалитет Врачевић (поток Грабовац) на основу слатководне фауне мекушаца у касни средњи миоцен (горњи серавалиан, сармат).

Bradić–Milinović et al. (2019) су на основу ендемске фауне гобида овим седиментима одредили старост као млађи доњи миоцен.

Фосилна фауна и флора

Описана фауна представља део збирке фосилних риба Ј. Анђелковић. Фауна риба је прикупљена током копања бунара у дворишту А. Дудића у селу Клинци када је пронађена фосилна фауна копнених пужева и ситних митилоидних конгерија, заједно са фауном риба. Из лапораца и кречњака овог локалитета издвојене су фосилне врсте мекушаца, представљене са: *Congeria jadrovi*, *Congeria subclaviformis*, *Congeria andrussowi*, *Congeria* sp. juv. cf. *nitida*, *Prososthenia* div. sp., *Planorbis* div. sp., *Hydrobia-Nematurella?* sp., *Neritodonta barakovici* и *Neritodonta* ex gr. *sinjana*.

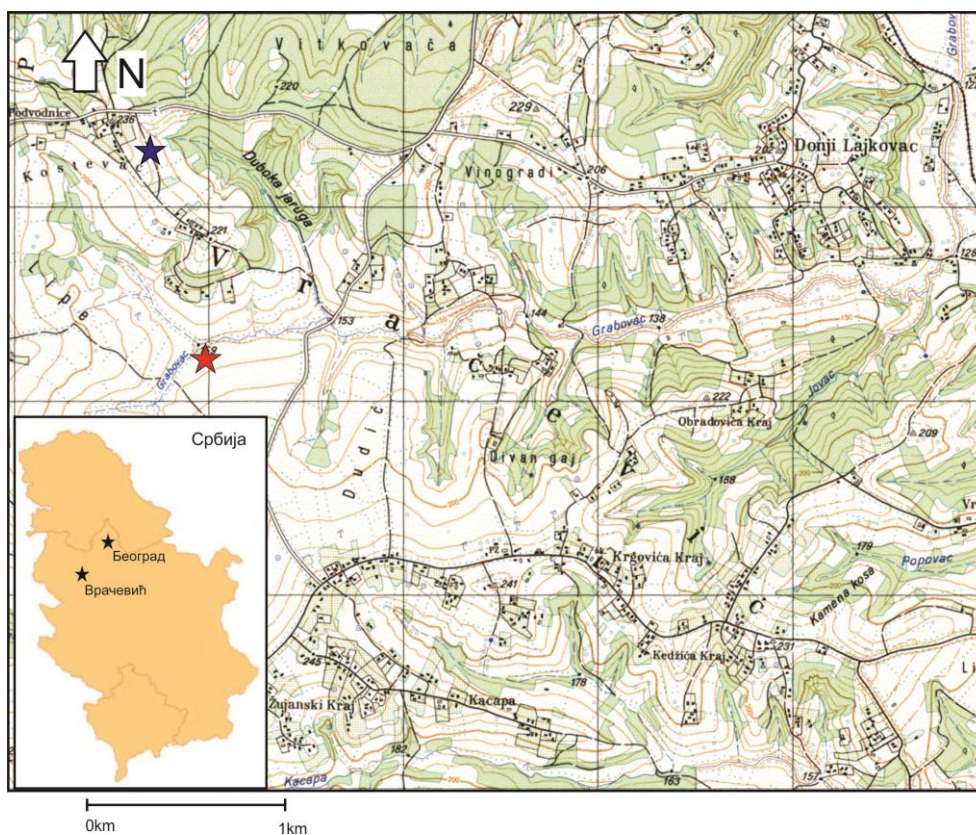
Асоцијација отолита

Из збирке Ј. Анђелковић издвојени су само примерци са отолитима *in situ*, чији су и скелети и отолити детаљно описани. Детерминисане су четири врсте: *Klincigobius serbiensis*, *Klincigobius andjelkovicae*, *Toxoryge campylus* и *Rhamphogobius varidens*. На основу детерминисане ендемске фауне утврђена је стратиграфска припадност млађем доњем миоцену.

4.1.2 ВРАЧЕВИЋ

Географски приказ

Узорци у којима су нађени отолити (14) потичу из истражне бушотине за воду В-1 (прикупљени из исплаке у интервалу од 3m) избушене у селу Врачевић (сл. 6), засеоку Костевац (x 4906914, y 7433907). Недалеко од бушотине се налази профил уз поток Грабовац. Са поменутог локалитета прикупљена и приказана асоцијација отолита део је збирке Природњачког музеја у Београду.

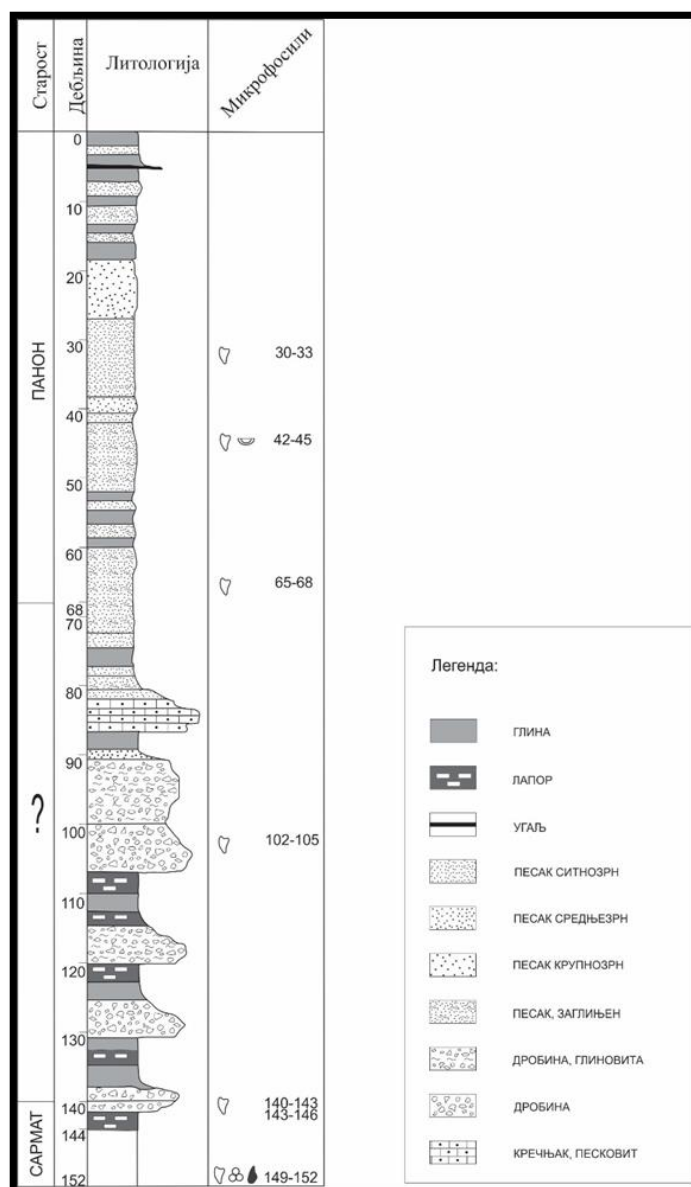


Слика 6. Географски положај локалитета у Врачевићу: локалитет уз поток Грабовац (означен црвеном звездом) и бушотина за воду В-1 у засеоку Костевац (означен плавом звездом)

Стратиграфски приказ

Седименти бушотине за воду В-1 су у доњем делу представљени сменом дробине, глина и лапораца. Изнад ових депоната је присутна смена слабо везаних пескова, песковитих кречњака, глина и глиновитих пескова. Најмлађе творевине су представљене сменом глина, појавама угља, средњозрних слабевезаних пескова и слабо везаних глиновитих пескова (сл. 7). У овим седиментима је на основу издвојене микрофосилне фауне одређена средњомиоценска (сарматска) и горњомиоценска (панонска) старост (Bradić–Milinović et al., 2018).

Недалеко од потока Грабовац у атару села Врачевић утврђено је постојање наслага слатководног еквивалента сармата. Карактерише их присуство глина и слабо везаних пескова из којих је прикупљена богата фауна мекушаца, жаба, водоземаца и змија на основу којих је одређена средњомиоценска (сарматска) старост (Neubauer et al., 2016; Jovanović & Đurić, 2016).



Слика 7. Локални геолошки стуб миоцена у селу Врачевић (дат на основу геолошког каротажа истражне бушотине за воду у Врачевићу, заселак Костевац)

Преглед ранијих истраживања

Marković (2003) на основу микро–мамалија утврђује припадност зони MN 7+8. Jovanović & Đurić (2016) приказују класификацију средњомиоценских мекушаца и хладнокрвних животиња. Đurić (2016) пише о налазу *Latonia gigantea* из средњомиоценских седимената Врачевића. Neubauer et al. (2016), дају приказ слатководне малакофауне средњег миоцена (сармата) прикупљене из седимената у Врачевићу. Bradić–Milinović et al. (2018) дефинишу стратиграфску позицију седимената бушотине за воду В–1, као и прикупљене фосилне фауне.

Фосилна фауна и флора

Из седимената у близини потока Грабовац у Врачевићу је прикупљена богата и бројна фауна копнених слатководних мекушаца представљена врстама: *Pomatias* sp., *Cochlostoma* sp., *Stagnicola* cf. *palustriformis*, *Farissia deperdita*, *Gyraulus kleini*, *Planorbarius mantelli*, *Carychium gibbum*, *Carychium nouleti*, *Carychiella eumicrum*, *Cochlicopa* sp., *Strobilops costatus*, *Acanthinula trochulus*, *Pupisoma* cf. *distans*, *Spermodea candida*, ?*Vertigo vracevicensis*, *Gastrocopta nouletiana*, ?*Serrulina* sp., *Discus solarioides*, *Lucilla subteres*, *Limacidae* gen. et sp. indet., *Milacidae* gen. et sp. indet., *Zonitoides* cf. *suevicus*, *Vitrea procrystallina*, *Vitrea steinheimensis*, *Cecilioides aciculella*, *Helicodontinae* gen. et sp. indet., ?*Eloninae* gen. et sp. indet., *Helicoidae* gen. et sp. indet., *Pisidium mionicense* (Neubauer et al., 2016).

Из истих седимената су издвојени и фосилни остаци жаба, у оквиру којих су препознате врсте: *Latonia* cf. *gigantea*, *Rana* sp., *Pelobates* sp., *Bufo* sp. Такође су присутни и остаци фосилних водоземаца (Urodela), представљени врстама: *Salamandra* cf. *sansaniensis* и *Lissotriton* cf. *vulgaris*. У оквиру реда Squamata препознати су остаци остеодерми које припадају роду *Pseudopus* sp. Присутни су пршљенови змија, који су препознати као представници фамилија Colubridae и Viperidae (Jovanović & Đurić, 2016; Đurić, 2019).

Такође, из седимената у близини потока Грабовац, издвојена је фосилна фауна микро–мамалија са детерминисаним врстама: *Lanthanotherium sansaniense*, *Galerix socialis*, *Mioechinus* sp., *Plesiosorex schaffneri*, *Proscapinus sansaniensis*, *Plesiodimylus chantrei*, *Dinosorex pachygnathus*, *Dinosorex sansaniensis*, *Prolagus* sp., *Lagopsis* cf. *verus*, *Amphilagus fontannesii*, *Spermophilinus bredai*, *Keramidomys mohleri*, *Eomyops* aff. *catalaunicus*, *Glirinus* sp., *Miodiromys* sp., *Miodiromys hamadryas*, *Myoglis meini*, *Eomuscardinus* aff. *sansaniensis*, *Paraglrulus werenfelsi*, *Paraglrulus* sp., *Microdyromys koenigswaldi*, *Microdyromys* cf. *complicatus*, *Microdyromys* sp., *Democricetodon affinus*, *Democricetodon brevis*, *Democricetodon freisigensis*, *Megacricetodon minor*, *Megacricetodon similis*, *Eumyarion latior*, *Cricetodon* sp., *Deperetomys hagni*, *Anomalomys gaudryi*, *Neocometes* sp. и *Pliospalax* sp. (Marković, 2003).

Из седимената прикупљених из исплаке бушотине за воду, прикупљени су бројни фосилни зуби риба. Детерминисани рибљи зуби сврстани су у три фамилије (Cyprinidae, Balistidae и Sparidae), са 8 родова и 10 врста (*Balistes procapriscus* (42–45m), *Pagrus cinctus* (42–45m, 30–33m), *Scardinius haueri* (65–68m), *Barbus* sp. (42–45m), *Dentex* sp. (143–146m, 102–105m), *Leuciscus* sp. (140–143m), *Pagrus* sp. (42–45m, 30–33m), *Palaeoleuciscus* sp. (143–146m, 65–68m), *Scardinius* sp. (149–152m, 102–105m) и *Tinca* sp. (30–33m), (Bradić–Milinović et al., 2018).

Асоцијација отолита

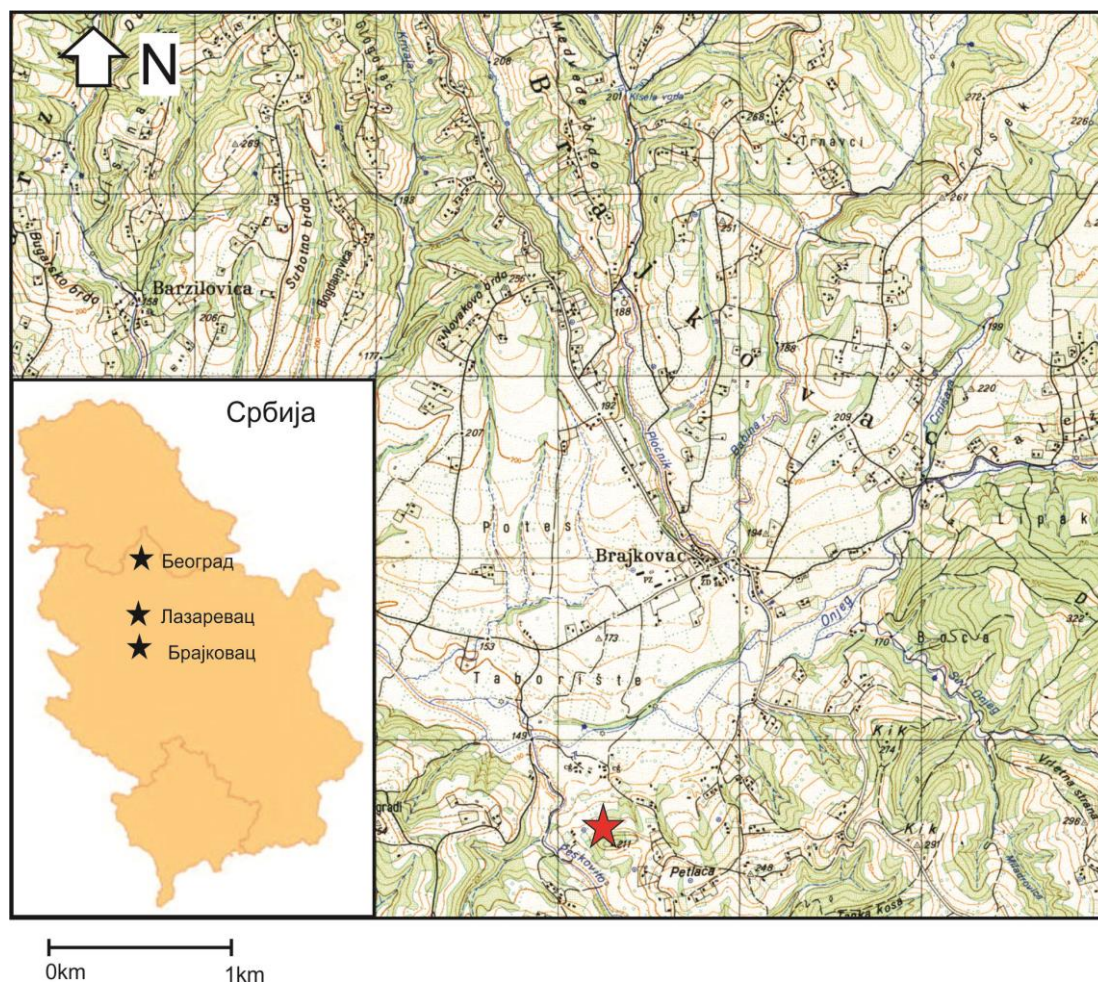
Из песковитих седимената бушотине В–1 у засеоку Костевац са дубине 43–45 m, издвојен је само један отолит врсте *Gobius* sp. 1.

Са локалитета у потоку Грабовац из глиновитих седимената издвојена је богата и разноврсна фауна отолита у оквиру које су препознате врсте: *Klincigobius andjelkovicae*, *Klincigobius serbiensis*, *Toxopyge campylus*, *Toxopyge sp.1*, *Toxopyge sp.2*, *Rhamphogobius doppleri*, *Rhamphogobius sp.*, *Aphanolebias sp.1* и *Aphanius jeani*. На основу детерминисане асоцијације отолита утврђено је да седименти овог локалитета представљају наслаге слатководног еквивалента бадена. Највећи аргумент за овакву тврдњу је присутност асоцијације отолита фамилије *Gobiidae*. Наиме, ова асоцијација припада примитивним формама ове фамилије, која је егзистовала током доњег миоцена. Са изумирањем ових форми ослобођен је животни простор, који насељавају Понто–каспијске гобиде. Као што је већ познато, Понто–каспијске гобиде су типичне за период средњег миоцена. С обзиром да детерминисане врсте не припадају групи Понто–каспијских гобида, морају бити старије од њих, а млађе од примитивних доњомиоценских форми. На основу наведеног, претпоставља се да су описане врсте баденске старости. Да би се ова старост са сигурношћу утврдила потребно је извршити додатна истраживања, што ће бити тема рада о слатководним отолитима Врачевића (рад у припреми).

4.1.3 БРАЈКОВАЦ

Географски приказ

Локалитет се налази у усеку потока Песковита у околини Брајковца. Поток Песковита је лева притока Оњега (сл. 8).



Слика 8. Географски положај локалитета Брајковац 2 (означен црвеном звездом на карти)

Стратиграфски приказ

Најнижи делови стуба откривеног на локалитету Брајковац 2 представљени су плаво–сивим лапоровитим глинама (Marković & Pavić, 2004). Изнад њих се налазе песковите глине са остацима мекушаца и остракода. У повлати ових седимената простире се слој плавичастих крупнозрних песковитих глина из којих је издвојена сисарска фауна. Такође, из истог слоја су издвојени рибљи остаци, односно отолити и рибљи зуби, као и остаци фосилних водоземаца. На основу фауне сисара утврђено је да су ови седименти представници слатководног еквивалента баденске старости, односно да припадају MN6 сисарској зони (Marković & Pavić, 2004). Затим, изнад поменутог слоја леже жућкасте слабо везане песковите глине са фауном крупних сисара. Најмлађи, односно највиши седименти овог профила су представљени песковито–шљунковитим седиментима.

Преглед ранијих истраживања

Стевановић (1959^a), пише о фосилним јајима птица прикупљеним на овом подручју. Аутор наводи да слатководни седименти на левој обали реке Љиг, из којих су издвојена фосилна јаја, представљају седименте „Бабајићке серије“.

О средњомиоценским седиментима Брајковца су писали Marković & Pavić, (2004) и описали прикупљену и издвојену карактеристичну сисарску фауну.

Такође Marković & Milivojević (2010), дају прецизну стратиграфску припадност сисарским MN зонама неогених локалитета Србије.

Фосилна фауна

Из седимената Бабајићке серије је издвојена бројна фауна крупних и ситних сисара. Фауна ситних сисара је представљена изолованим зубима фосилних врста: *Galerix socialis*, *Paraglitulus werenfelsi*, *Megacricetodon similis*, *Cricetodon* cf. *hungaricus*, *Eurolagus* sp. и *Prolagus* sp. Делови лобања и вилица крупних кичмењака припадају врстама: *Bunolistriodon* cf. *meidamon* и *Eotragus* sp. (Marković & Pavić, 2004).

Малобројна фауна остракода представљена је формама из рода *Candona*. Издвојена фауна мекушаца је препозната као слатководна копнена фауна у оквиру које су уочени припадници родова: *Limnea* (барске форме), *Torquilla*, *Xerophyla*, *Procampylea*. Такође је запажено и присуство бројних ситних форми слатководних миоценских конгерија (Стевановић, 1959^b). Заједно са фауном мекушаца у овим седиментима су нађена и фосилна јаја птица, чија систематска одредба није извршена (Стевановић, 1959^b).

Асоцијација отолита

Из плавичастих песковитих крупнозрних глина је издвојена сиромашна фауна отолита, представљена појединачним налазом врсте *Parascombrops mutinensis*. На основу детерминисане врсте не може се говорити о прецизној стратиграфској одредби.

4.2 СРЕДЊИ МИОЦЕН (МОРСКИ И МОРСКО – БРАКИЧНИ ПАРАТЕТИС)

У оквиру овог поглавља је дат приказ баденског развића на подручју Београда, шире околине Лапова и на подручју Коцељеве. Са подручја Београда је приказан локалитет Раковички поток. Из околине Петровца је обрађен само један локалитет, Каменово. Такође су обрађени и марински седименти у околини Коцељеве.

Такође, приказано је и пет локалитета сарматске старости, два са подручја околине Београда (Стадион Црвена звезда и тунел Врачар) и три из околине Петровца (Петровац, Мало Лаоле и Лесковац).

Неогене творевине су у широј околини Београда откривене на више мањих локација: на десној обали Саве и Дунава, на подручју Дунавског кључа, у околини Винче, Умке, Ритопека, Болеча, Врчина, Бождаревца, Барајева и др. (Stevanović, 1977). Карактеришу се маринским седиментима бадена, бракичним седиментима сармата и каспибракичним седиментима панона. Морске миоценске (баденске) наслаге на подручју Београда имају широко распрострањење. Представљене су литотамнијско–бриозојским кречњацима, глинама и песковима. Фацијално су седименти веома различити, и издвојени су у више типских развића, као што су: Раковички пескови, Вишњичке глине, Ташмајдански (лајтовачки) кречњаци и Калемегдански кречњаци (Stevanović, 1977). Такође, сви наведени баденски седименти се карактеришу богатом фосилном фауном.

Неогене творевине на ширем подручју листа Лапово 2 леже трансгресивно преко старијих седимената (Благојевић, 2017). Неогене наслаге изграђују седименти средњег и горњег миоцена. У оквиру испитиваног подручја су истраживани депонати старијег средњег миоцена, који представљају маринске творевине. Седименти у оквиру којих је утврђено постојање фауне отолита припадају Формацији кластита и карбоната Каменова (локалитети Лесковац, Петровац и Каменово). Формација Каменова лежи конкондартно преко Формације Голупца. На основу литолошких и палеонтолошких проучавања у стубу Формације Каменово могуће је разликовати две литостратиграфске јединице: доњу, глиновито–песковиту, која се још зове и хидробијско–рисуидни слојеви и горњу, пешчарско–кречњачку или тзв. доњо и горњоервилијске слојеве (Благојевић, 2017).

Неогене творевине се у околини Коцељеве простиру на подручју Посаво–тамнаве, Поцерине, у језерским басенима Рађевине и Ваљевско–мионичкој области (Филиповић и др., 1973). На овом подручју је утврђено постојање маринских, бракичних, каспибракичних и слатководних седимената. Према стратиграфској припадности седименти одговарају доњомиоценским, средњомиоценским (баденски и сарматски), горњомиоценским и плиоценским депонатима (Филиповић и др., 1973; Jovanović et al., 2019; Stefanović et al., 2019).

Сарматски бракични депонати су на подручју Београда представљени лапоровитим седиментима, глинама, кречњацима и песковима (Stevanović, 1977). Лапоровити седименти су утврђени у ближој околини центра града (Стадион Црвене звезде, тунел Врачар и др.). Кречњаци су најбоље развијени на подручју Лештана, Сремчице, Барајева и др. Песковито–лапоровите наслаге су заступљене у околини Лешћа, Лештана, Винче и др.

Сарматске наслаге су на територији Београда откривене на више мањих изданака, покривају велико подручје и простиру се северно од Авале. Суперпозиционо се налазе у подини панонских седимената и у повлати баденских и кредних седимената; у неким деловима је уочен хијатус између бадена и панона (Marković i dr., 1984). У оквиру сарматских творевина Стевановић (1977) издваја три хоризонта од најнижег навише: 1) глиновито–лапоровити, 2) песковито–пешчарски и 3) кречњачки. Такође, наводи и да први и

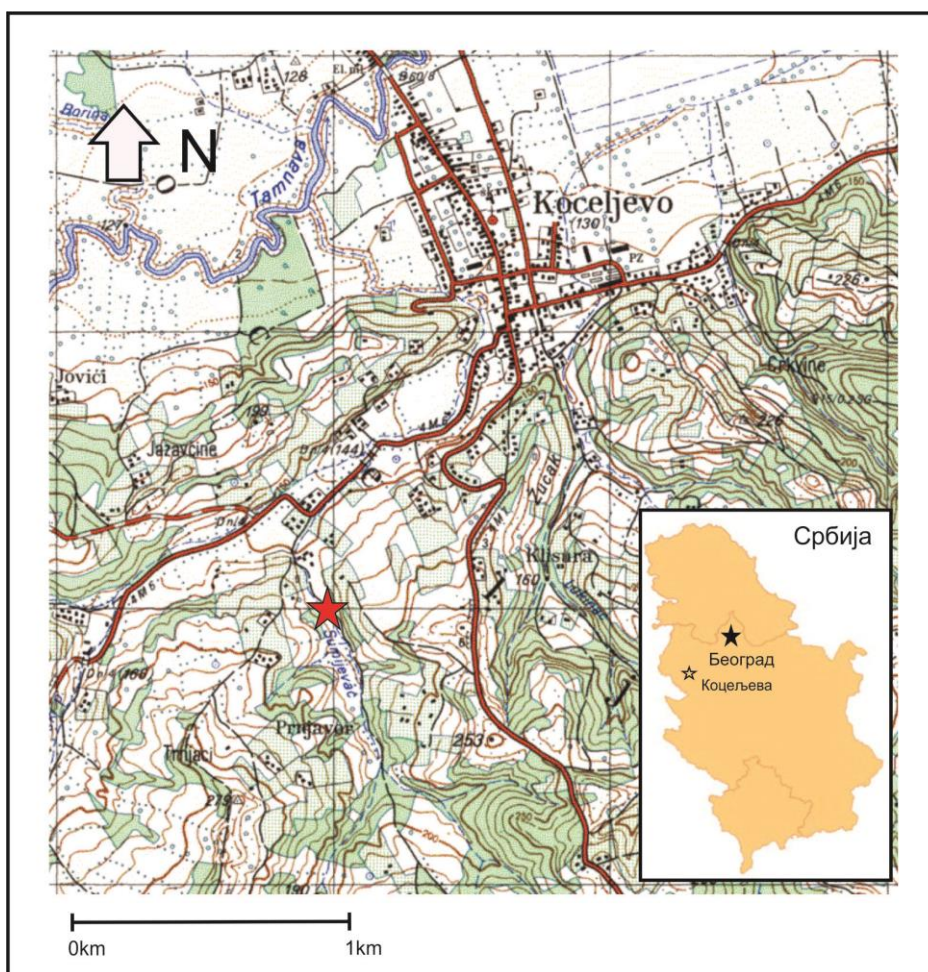
други хоризонт представљају доњосарматске, волинске седimente, док трећи представља средњосарматске, односно седimente доњег бесараба (сл. 3).

Литолошки састав сарматских наслага је такав да га у доњем делу изграђују сиве глине и песковите глине, лапорци са прослојцима песка, а у горњем делу кречњаци, доломитични кречњаци и органогени кречњаци различитог типа (церитски, шкољчани, оолитски, бриозојски и фораминиферски) (Marković i dr., 1984).

4.2.1 КОЦЕЉЕВА

Географски приказ

Локалитет се налази у самом кориту потока Сумијевац (сл. 9) у Коцељеви (x 7405910, y 4924680). Такође, у околини Коцељеве, набушена је истражна бушотина КС-4 (x 7394973, y 4934137) из чијих седимената је издвојена фауна отолита.



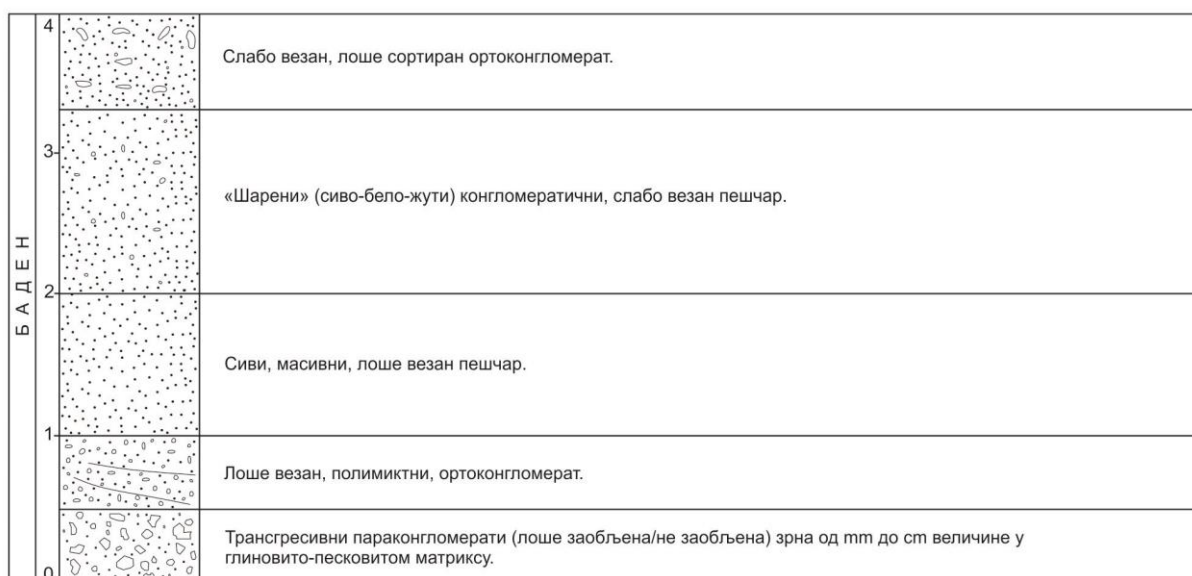
Слика 9. Географски положај локалитета Коцељева (означен црвеном звездицом на карти)

Стратиграфски приказ

На подручју Коцељеве баденски депонати су представљени песковитим глинама, песковима и шљунковима (сл. 10). У подини баденских седимената леже језерске, слатководне творевине вероватно доњег миоцена (Јовановић et al., 2019). У повлати се налазе сарматски седimente. Из сарматских наслага је издвојена богата фосилна фауна фораминифера, остракода, мекушаца, остаци ракова и др. Баденска старост ових седимената

је утврђена на основу богате фауне кречњачког нанопланктона, фораминифера, остракода и мекушаца (Jovanović et al., 2019).

Истражна бушотина, набушена у околини Коцељеве (КС–4) је дубине 600 m и пролази кроз миоценске седimente бадена, сармата и панона, који леже трансгресивно преко тријаских и горњокредних седимената (Stefanović et al., 2019). Пакет седимената доњег бадена је представљен карбонатним песковима и кречњацима. Издвојена фауна фораминифера је утврђена у седиментима са дубине од 458 до 355 m (Rundić i dr. 2019^b). Средњобаденски седименти су представљени финозрним кластитима и лапорцима откривеним на дубини од 355 до 295 m. Пакет горњобаденских седимената представљен је финозрним кластитима и лапорцима, на дубини од 295 до 195 m. Сарматске седimente утврђене на дубини од 195 до 155 m изграђују карбонатни пескови, конгломерати и угљевите глине. Панонски седименти су укупне дебљине 90 m и садрже пескове и алеврите (Stefanović et al., 2019). Асоцијација отолита је издвојена само из баденских седимената.



Слика 10. Геолошки стуб околине Коцељеве, (према Jovanović et al., 2019)

Преглед ранијих истраживања

Стевановић (1949) даје приказ стратиграфског развића миоценских наслага у западној Србији и Шумадији. Стевановић (1951), говори о стратиграфским односима у широј околини Коцељеве. Милаковић (1955) предаје извештај о појавама угља у потоку Смрђетићи у околини Коцељеве. Стевановић (1959) пише о седиментима другог медитеранског ката у околини реке Тамнаве код Коцељеве. Петровић (1964) наводи податке о резервама и квалитету глине Дамјановића брда. Исти аутор године 1966. пише о квалитету и резервама глине Јовановића брда. Jovanović i dr. (2018, 2019), су детерминисали миоценску фауну околине Коцељеве и први пут приказују анализу седимената на кречњачки нанопланктон. На основу добијених резултата прецизно одређују доњобаденску стратиграфску припадност, као. Stefanović et al. (2019) су извршили биостратиграфску и фацијалну анализу бушотине КС–4. У оквиру ове бушотине су издвојени седименти бадена, сармата и панона, такође извршена је и бионоација на основу детерминисане фауне фораминифера.

Фосилна фауна

Из ситнозрних пескова је издвојена бројна макрофосилна фауна мекушаца, представљена врстама: *Corbula gibba*, *Azorinus chamasolen*, *Turritella badensis*, *Psammobia*

labordei, *Arca diluvii*, *Turritella turris*, *Potamides mitralis*, *Anadara* sp., *Venus* sp., *Tellina* sp., *Nucula* sp. и др. (Jovanović i dr., 2018).

Осим фауне мекушаца у истим седимената је уочено и присуство микрофосилне заједнице фораминифера: *Ammonia beccarii*, *Globigerinoibus trilobus*, *Cibicides duteptmlei*, *Nonion communis*, *Elphidium crispum*, *Quinqueloculina dutemplei*, *Elphidium flexuosum*, *Cytheridea paracuminata paracuminata*, и појединачни налази: *Spiroplectamina carinata*, *Orbulina suturalis*, *Globulina gibba* (Стевановић, 1959).

Са локалитета Коцељева је познат и редак кречњачки нанопланктон, представљен пре свега зонском врстом *Sphenolithus heteromorphus*, као и врстама *Reticulofenestra minuta* и *Coccolithus pelagicus* (Jovanović i dr., 2018).

Асоцијација отолита

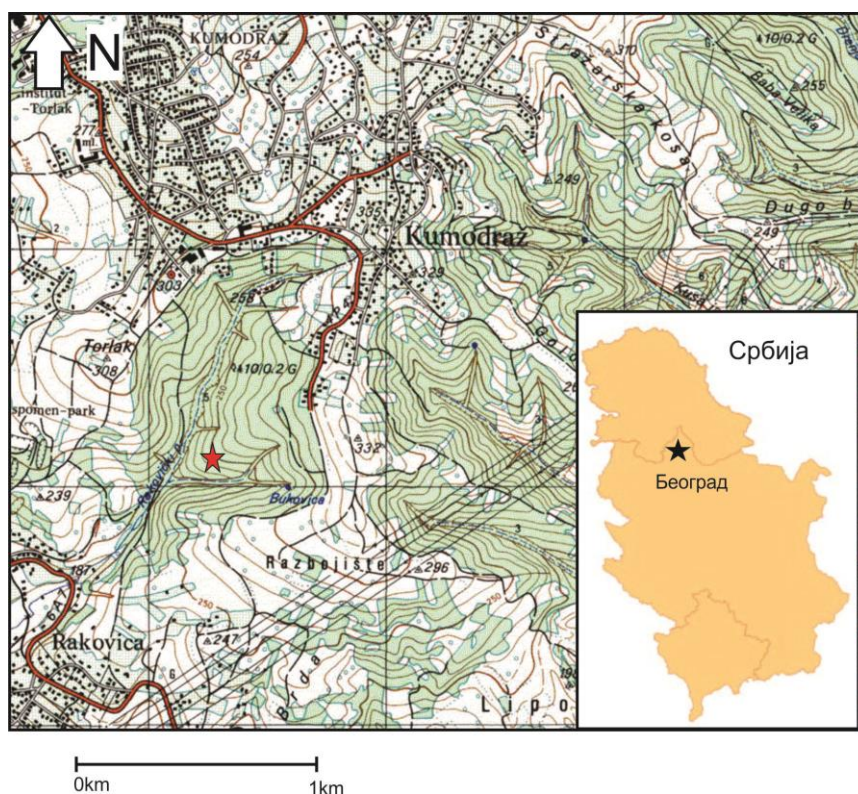
Са локалитета у потоку Сумијевац из песковитих глина и пескова издвојена је богата фауна отолита карактеристична за доњи баден. Детерминисано је седам следећих врста: *Gobius mustus*, *Cepola* sp., *Bregmaceros albyi*, *Bregmaceros* sp., *Lesueurigobius magniugis* и *Knipowitschia suavis*.

Из седимената бушотине КС-4, издвојена је ретка фауна отолита углавном представљена јувенилним формама.

4.2.2 РАКОВИЧКИ ПОТОК

Географски приказ

Локалитет под именом Раковички поток се налази у јужном делу града Београда (сл. 11, 12), између брда Торлак и Разбојишта (x 7461050, y 4953990).



Слика 11. Географски положај локалитета Раковички поток (означен црвеном звездом на карти)



Слика 12. Профил баденских слабовезаних пескова и трошних пешчара на локалитету Раковички поток

Стратиграфски приказ

Профил у левој обали потока изграђују жути, слабо везани пескови и трошни пешчари, без уочљиве слојевитости, видљиве дебљине око 3 m (сл., 12). Због велике количине одрона и нанетог материјала, реална дебљина пескова је сигурно знатно већа. Карактеристични су по богатој плитководној фауни (Ganić et al., 2016). На простору шире околине Београда, ови седименти представљају типско развиће познато под називом – Раковички пескови (Stevanović, 1977). На синтезном литостратиграфском стубу неогена околине Београда (Schwarcahns et al., 2015, сл. 13) види се приближна позиција ове песковите фације унутар баденских наслага.

СТАРОСТ		ЛИТОЛОГИЈА	БИО И ЛИТОФАЦИЈЕ, СРЕДИНА	
Плиоцен			Алеврити, пескови, глине (Палудинско језеро, језерско/алувијална)	
Миоцен	Горњи	Панон		Лапорци, глине, пескови, прослојци угља, дијатомити, ендемски мекушци (каспибракично језеро Панон)
		Сармат		
	Средњи	Баден		Спрудни органогени кречњаци, лапорци, песковити лапорци, слабо везани пешчари, алеврити, глине и конгломерати (морски Паратетис)
		Довњи		
	Горња Креда			Флиш, кварц-латити (ха)

Слика 13. Синтезни геолошки стуб шире околине Београда (према Schwarzahns et al., 2015, модификовано)

Преглед ранијих истраживања

Седименте Раковичког потока први пут је описао Павловић (1890) и дао приказ прикупљене и детерминисане медитеранске фауне мекушаца. Луковић (1922) је утврдио да Раковички пескови представљају еквивалент гајнфаренског типа бадена из Бечког басена. Стевановић (1970) даје палеогеографско–еколошки допринос за баден околине Београда. Еремија (1977) је дао преглед миоценских седимената Раковице и Рипња. Петровић (1985) издваја фораминиферске зоне баденског ката на територији околине Београда. Petrović & Šumar (1990) дају преглед средњомиоценских седимената околине Београда. Rundić et al. (2015) су приказали нове податке о стратиграфији и тектоници Раковичког потока. Bradić et al. (2015) наводе миоценску асоцијацију отолита прикупљену на геолошком профилу у Раковичком потоку. Ganić et al. (2016) говоре о траговима бушења предатора на љуштурама горњобаденских мекушаца Раковичког потока, где примењују статистичку анализу и дискутују о њеној важности. Rundić & Knežević (2017) објављују податке о фосилоносним

локалитетима у околини Авале и њиховој важности. Rundić et al. (2019^c) пишу о стратиграфским последицама мио-плиоценске геодинамике на подручју Авале у околини брда Торлак и Раковичког потока.

Фосилна фауна

Богата фауна Раковичких пескова представљена је фораминиферама, остракодама, пужевицама, шкољкама, бризоама, фрагментима јежева (бодље) и отолитима. Фораминифере су представљене таксонима: *Elphidium crispum*, *El. fichtelianum*, *Ammonia viennensis*, *Borelis melo*, *Spirolina austriaca*, *Asterigerinata planorbis*, *Cibicidoides* cf. *lobatulus*, *Lenticulina* sp., *Quinqueloculina* sp. и *Planostegina* sp. (Ganić et al., 2016). Остракоде показују већу диверзификацију таксона у односу на фораминифере. Заступљене су са: *Aurila punctata*, *A. cicatricosa*, *Cletocythereis haidingeri*, *Falunia plicatula*, *Cnestocythere truncata*, *Costa edwardsi*, *Tenedocythere sulcatopunctata*, *Pokornylla deformis*, *Bairdopipilata subdeltoidea*, *Loxococoncha hastata* и *Callistocythere canalicullata* (Ganić et al., 2016). Пужеви су представљени врстама: *Marginella cratoformis*, *M. haueri*, *M. minuta*, *Mitrella bitneri*, *M. fillisae*, *M. hilberi*, *Murex granularis*, *Nassa badensis*, *Nassarius seraticosta*, *Natica millepunctata*, *N. redempta*, *Neritina picta*, *Odontostoma plicatum*, *Oxistella patula orientalis*, *Piramidella plicosa*, *Retusa truncatula*, *Ringicula buccinae*, *Rissoa turricula*, *Rissoina pusilla*, *Sandbergeria perpusila*, *Scala tenuicosta*, *Scaphander lignaris*, *Strioterebrum basteroti*, *Terebra fuscata*, *Turricula miocenica*, *Turris disjuncta*, *Turritella badensis*, *T. bicarinata*, *T. subangulata* и *T. subangulata pulchra* (Ganić et al., 2016). Шкољке припадају врстама: *Anadara diluvii*, *Cardites partschi*, *Clausinella basteroti*, *Corbula carinata*, *Cubitostrea digitalina*, *Euripicardium multicoatum*, *Glycymeris glycymeris*, *G. obtusa*, *Goldia minima*, *Linga (Linga) collumbela*, *Loripes dentatus*, *Nucula (Nucula) nucleus*, *Parvicardium papillosum* и *Tellina donacina* (Ganić et al., 2016). На основу детерминисане фауне фораминифера на овом локалитету утврђена је горњобаденска старост, такође су издвојене и две фораминиферске зоне доказане доминацијом таксона: *Ammonia viennensis* и *Elphidium crispum* (Петровић, 1985).

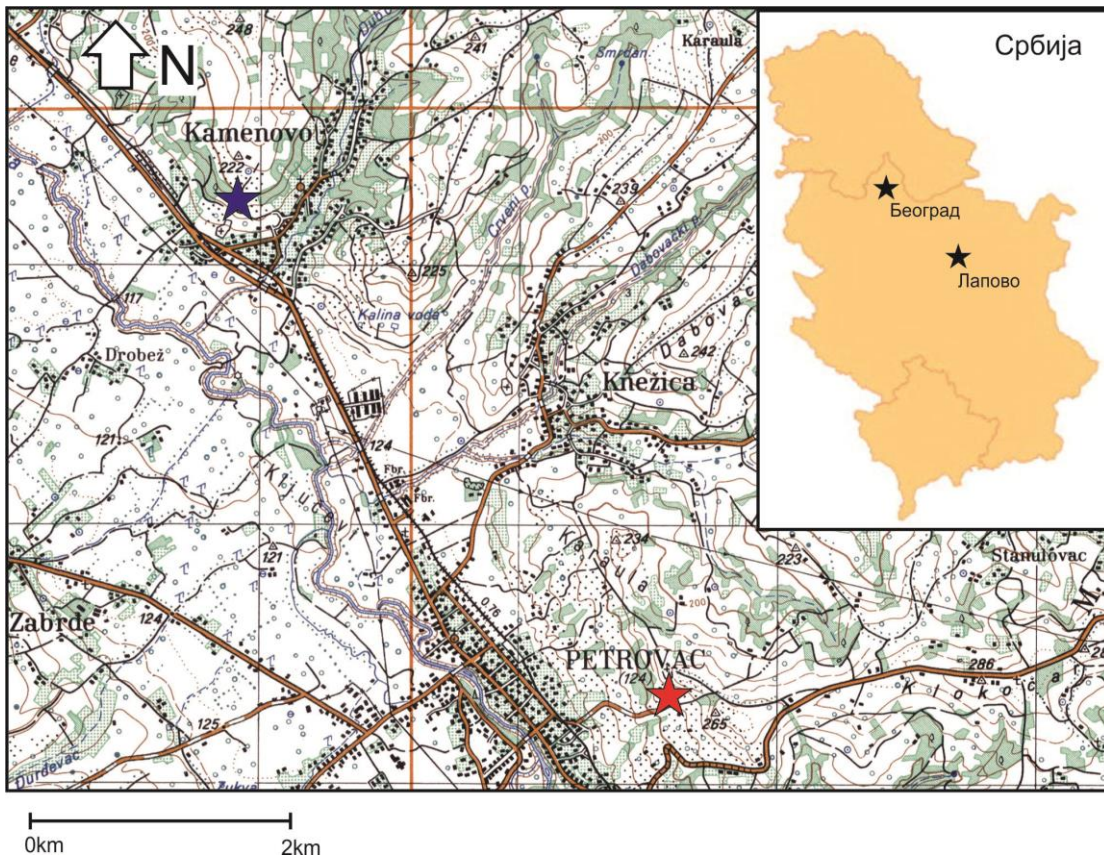
Асоцијација отолита

У Раковичким песковима препознате су следеће врсте отолита: *Protherorhinus vasilievae*, *Knipowitschia suavis*, *Pomatoschistus bunyatovi*, *Pomatoschistus* sp., *Deltentosteus telleri*, *Aphia djafarovae*, *Gobius mustus*, *Gobius reichenbacherae* и *Lesueurigobius vicinalis*. На основу детерминисаних врста отолита утврђено је да су слабовезани пескови локалитета Раковички поток горњобаденске старости.

4.2.3 КАМЕНОВО

Географски приказ

Село Каменово (сл. 14, 15) је удаљено око 3 km североисточно од Петровца на Млави (x 7532474; y 4918675).



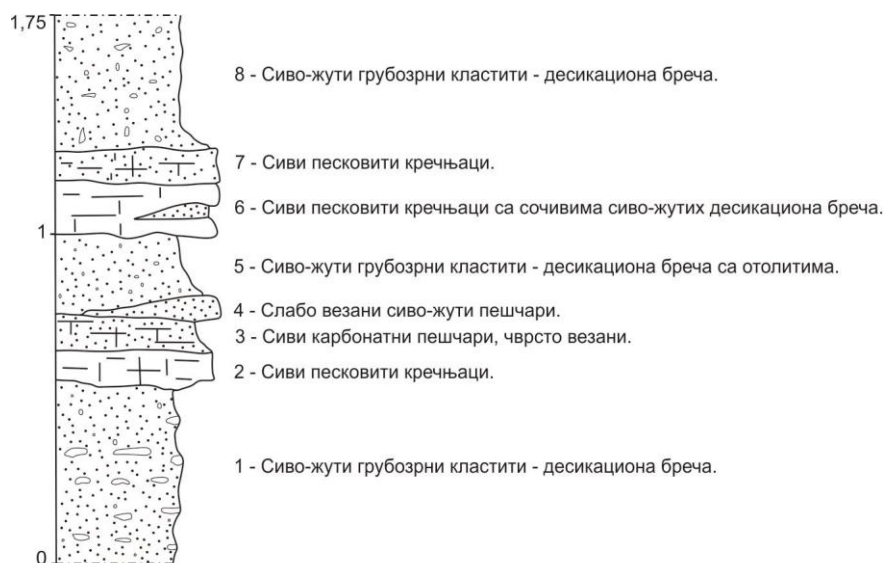
Слика 14. Географски положај локалитета Каменово (означен плавом звездицом постављеном на слици горе)



Слика 15. Баденски грубозрни кластити у смени са танко плочастим пешчарима на локалитету у Каменову (фото: С. Вуковић)

Стратиграфски приказ

Седименти Каменова, као и седименти Петровца, припадају истој Формацији кластита и карбоната Каменова (сл. 16). За разлику од седимената Петровца ови седименти су у доњем нивоу ове формације. Представљени су алевритичним седиментима бадена (Благојевић, 2017).



Слика 16. Геолошки стуб Каменова

Преглед ранијих истраживања

Žujović (1893) је дао први синтетски приказ и први документовао сармат на овом подручју. Pavlović (1922) је дао прилог познавању терцијарних седимената Србије у оквиру којих описује и седименте Лапова. Laskarev (1949) пише о фосилној фауни сисара са подручја Деспотовца. Veselinović & Maksimović (1952) такође изучавају седименте Деспотовца и угљеним слојевима са овог подручја дају сарматску старост. Spajić–Miletić (1953, 1959, 1962, 1969) је у више наврата писала о неогеним седиментима Лапова, извршила је њихово рашчлањавање, обрадила фауну, одредила сарматску и панонску стратиграфску припадност. Petronijević (1953) и Pantić (1953) су обрадили фосилну фауну на подручју Деспотовачког басена и дефинисали седименте пребадена, бадена и сармата у оквиру којих су издвојили 4 угљена хоризонта. Stevanović (1967) је дао податке о развићу миоцена и плиоцена на подручју млавског и деспотовачког басена. Čičulić & Džodžo (1960) су у средишњем делу деспотовачког басена утврдиле постојање морских баденских седимената испод којих лежи слатководна серија са угљем. Dolić (1963, 1966) је дао приказ седимената средњег и горњег миоцена. Dolić & Lončarević (1977) су констатовали да панонски „конгериски слојеви“ припадају седиментима средњег миоцена.

Фосилна фауна и флора

Седименти са овог локалитета се карактеришу богатом и бројном фауном фораминифера, затим остракода, мекушаца (пужевица и шкољкама) и бриозоа. У оквиру асоцијације фораминифера најбројнији су представници рода *Elphidium*. Фауна фораминифера је представљена врстама: *Elphidium macellum*, *Elphidium crispum*, *Elphidium obtusum*, *Elphidium* sp., *Ammonia viennensis*, *Varidentella sarmatica*, *Varidentella* sp., *Quinqueloculina akneriana*, *Borelis melo* и веома ретке *Ammonia beccarii* (Благојевић, 2017). Остракоде су далеко мање по бројности у односу на фораминифере, представљене са мањим

бројем врста и нижег степена очуваности. Фауна остракода је представљена врстама: *Aurila punctata*, *Loxococoncha hastata*, *Loxococoncha* sp. и *Pokornyyella deformis* (Благојевић, 2017). У оквиру фауне гастропода су препознате врсте: *Nassarius serraticosta*, *Mohrensternia* sp. и *Granulolabium* sp. Микрофосилне шкољке су ниског степена очуваности, малобројне и често одредиве само до нивоа рода: *Parvicardium* sp. Из седимената овог локалитета је издвојена и макрофауна шкољки, релативно добре очуваности, представљена врстама: *Ostrea lamellosa*, *Crassostrea gryphoides* и *Crassostrea* sp. (Благојевић, 2017).

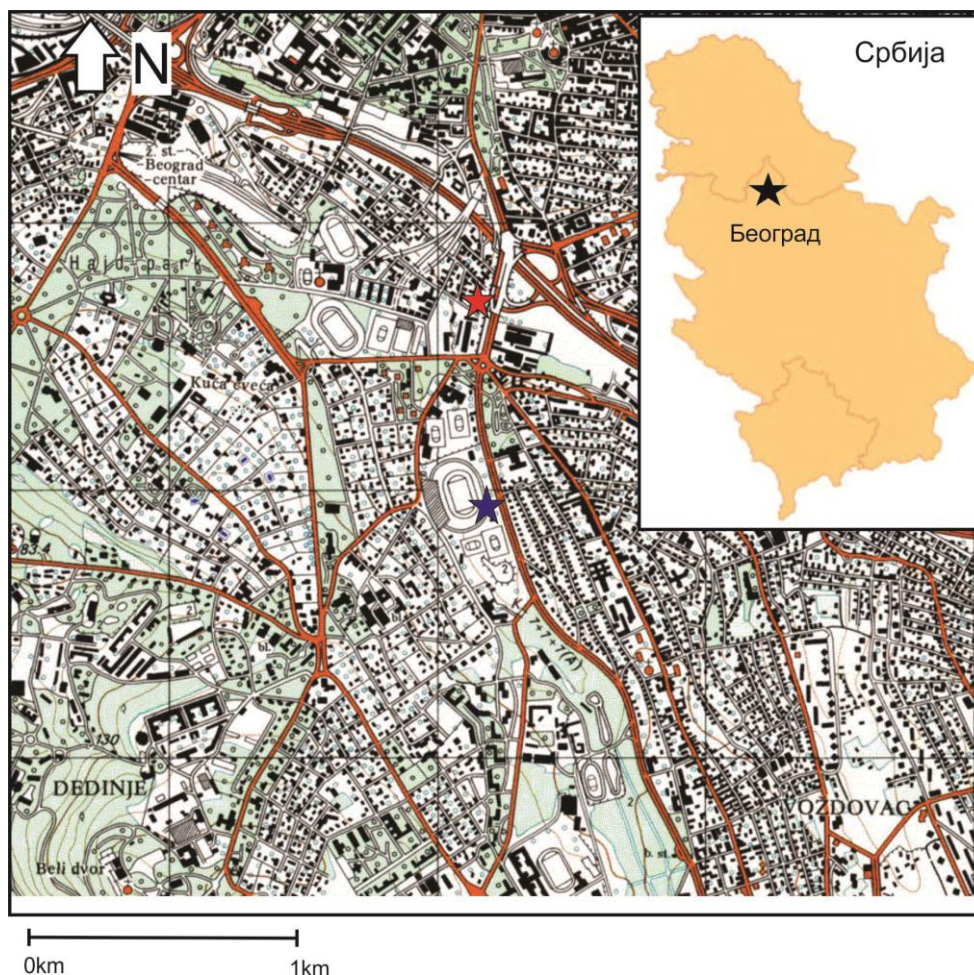
Асоцијација отолита

Из баденских седимената локалитета Каменово издвојена је бројна фауна отолита у оквиру које су препознате врсте: *Pomatoschistus bunyatovi*, *Pomatoschistus* sp., *Deltentosteus telleri*, *Aphia djafarovae*, *Gobius mustus*, *Gobius spectabilis*, *Buenia rudolticensis*, *Buenia* sp. и *Clupeonella* sp.

4.2.4 СТАДИОН ЦРВЕНА ЗВЕЗДА

Географски приказ

Стадион Црвене звезде се налази у Београду (x 7458090; y 4960010). Фосилна фауна риба је прикупљена приликом изградње стадиона Црвене звезде и представља део збирке Ј. Анђелковић, музеја Департамана за палеонтологију Рударско–геолошког факултета (сл. 17).



Слика 17. Географски положај локалитета стадион Црвена звезда (означен плавом звездicom) и локалитета Водоводни тунел Врачар (означен црвеном звездicom)

Стратиграфски приказ

Од велике важности за дисертацију су доњосарматски (сармат *s.str.*, волин) лапорци и листасте, слабо битуминозни глинци (локалитет стадион Црвена Звезда). Проучавана фауна са овог локалитета је издвојена из тамно сивих лапоровитих глина са дубине од 14 до 16 m од површине терена. У повлати лапоровитих глина налазе се жуто–мрки кречњаци са прелазном сарматско/панонском фауном, док се у подини налазе лапоровите глине са фауном мекушаца и фораминифера. С обзиром да је у питању фосилна збирка стара скоро 60 година, стратиграфски ниво и лапоровита фација сармата може се упоредити са сличном фацијом приказаном на синтезном литостратиграфском стубу (сл.13).

Осим овог локалитета, исто сарматско развиће је утврђено приликом копања **водоводног тунела „Врачар“** (почиње на углу булеvara Франше Д Епера и Фабрисове улице) и главног канализационог тунела (пружа се испод Теразија од раскрснице Гаврила Принципа и Балканске улице до Душанове улице) у оквиру којих је такође издвојена фосилна асоцијација риба (Anđelković, 1969).

Преглед ранијих истраживања

Ј. Анђелковић (1962, 1964, 1966, 1969) је у више различитих публикација описала фосилну фауну риба са овог локалитета, на основу које је утврдила доњосарматску старост. Такође је на основу карактеристичне рибе фауне дала реконструкцију животне средине за овај локалитет (Анђелковић, 1981), као и корелацију сарматских риба територије Београда са рецентном фауном (Анђелковић, 1982).

Фосилна фауна

Приликом изградње стадиона Црвена Звезда (између 1961. и 1962. године) прикупљена је богата фауна риба, као и богата асоцијација мекушаца и фораминифера. У највишем делу овог сарматског профила утврђено је постојање жуто–мрких кречњака са мешовитом сарматско/панонском фауном, представљеном са: *Melanopsis impressa*, *M.cf. nesici*, *Trochus* sp., *Hydrobia* sp., *Valvata* sp., *Limnocardium* sp., *Quinqueloculina* sp., *Nubeccularia novorossica* (панонска фауна); *Bryozoa*, *Spirorbis heliciformis* и др. (фауна горњег бесараба; Stevanović, 1977). Заједно са фосилним остацима риба, детерминисан је *Glyptostrobos europaeus* (Stevanović, 1977). У подинским седиментима – лапоровитим шкриљавим глинама, одређена је богата фауна фораминифера, представљена врстама: *Ammonia beccarii*, *Ammonia tepida*, *Elphidium flexuosum*, *Bolivina cistina*, *Astrononion stelligerum* и *Porosononion granosus* (Анђелковић, 1962).

Анђелковић (1962, 1964, 1966, 1969) је у оквиру неколико радова одредила и описала бројну фосилну фауну риба, представљену врстама: *Clupea doljeana*, *Clupea melettaeformis*, *Clupea voinovi sarmatica*, *Clupea maceki*, *Clupea sardinites*, *Clupea heterocerca*, *Clupea gorjensis*, *Clupea lanceolata*, *Clupea voinovi*, *Clupea spinosa*, *Alosa elongata*, *Alosa prinarhisarensis*, *Alosa crassa*, *Sarmatella vukotinovici*, *Stolephorus lemoinei*, *Myctophum columnae*, *Gadus lanceolatus*, *Onobrosomus elongatus*, *Brosomus murdjadjensis*, *Bregmaceros albyi*, *Capros radobojanus*, *Capros longirostris*, *Gobius pullus*, *Scorpaena minima*, *Scorpaena jeanneli*, *Trachinus dracunculus*, *Callionymus macrocephalus*, *Priacanthus croaticus*, *Chromis savornini*, *Caranax longipinnatus*, *Caranax gracilis*, *Properca sabbai*, *Sparus brusinai*, *Lates croaticus*, *Auxis croaticus*, *Auxis minor*, *Scomber priscus*, *Rhombus parvulus*, *Rhombus stamardini*, *Rhombus bassanianus*, *Rhombus serbicus*, *Achirus mediterraneus*, *Microchirus abropteryx*, *Atherina sarmatica*, *Holocentroides moldavicus* и *Bodianus woodwardi*.

Асоцијација отолита

За потребе израде ове дисертације, проучаван је само део збирке Ј. Анђелковић и то само оних примерака који садрже отолите *in situ*. Детерминисане су следеће врсте: *Paratrisopterus caspius*, „*Scorpeaena*“ *minima* и *Parasolea serbica*. На основу наведених врста потврђена је доњосарматска старост, коју је одредила Анђелковић (1969).

4.2.5 ВОДОВОДНИ ТУНЕЛ ВРАЧАР

Географски приказ

Овај тунел се пружа трасом од улице Франше Д Епера до Фабрисове улице (сл. 17). Материјал је прикупљен током копања водоводног тунела и представља део збирке Природњачког музеја у Београду.

Стратиграфски приказ

Седименти локалитета Водоводни тунел Врачар су представљени светло сивим и зеленкастим лапоровитим глинама из којих су Милошевић и Недељковић (1962) прикупили и издвојили фауну фосилних риба, а описала их је и објавила Anđelković (1969). С обзиром да је у питању фосилна збирка, стратиграфска позиција фосилоносне лапоровито-глиновите фације сармата може се упоредити са приказом исте старости на синтезном литостратиграфском стубу (сл. 13). У повлати ових седимената се налазе панонски жуто–бели кречњачки лапорци (Anđelković, 1969). Доњосарматска старост ових седимената утврђена је на основу фауне фораминифера, мекушаца и риба (Stevanović, 1957; Anđelković, 1969).

Преглед ранијих истраживања

О лапоровитим глинама откривеним приликом копања водоводног тунела на Врачару је писао Stevanović, (1957) где даје допринос за стратиграфију и тектонику неогена околине Београда. Anđelković (1969) даје опис доњосарматских риба са територије Београда у оквиру којих је дат и приказ риба прикупљених приликом копања овог водоводног тунела.

Фосилна фауна

Поред фосилне фауне риба из истраживаних седимената је издвојена и фосилна фауна фораминифера и мекушаца. Фосилна фауна фораминифера је представљена врстама: *Elphidium aculeatum*, *Elphidium macellum* и *Quinqueloculina akneriana* (Anđelković, 1969). Такође је уочена и ретка фауна мекушаца, представљена врстама: *Ervilia dissita*, *Cardium vindobonense*, *Acteocina lajkaireana*, *Musculus sarmaticus*, *Irus gregarius*, *Calliostoma* sp., *Trochus* sp. и др. (Stevanović, 1957).

Из сивих глиновитих шкриљаца је издвојена рибља фауна у оквиру које су одређене врсте: *Clupea doljeana*, *Clupea melettaeformis*, *Sarmatella vukotinovići*, *Rhombus parvulus*, *Gadus lanceolatus*, *Capros radobojanus*, *Callionymus macrocephalus*, *Brosmius fuchsianus*, *Carnax haueri*, *Mugil radobojanus* и *Properca sabbai* (Anđelković, 1969).

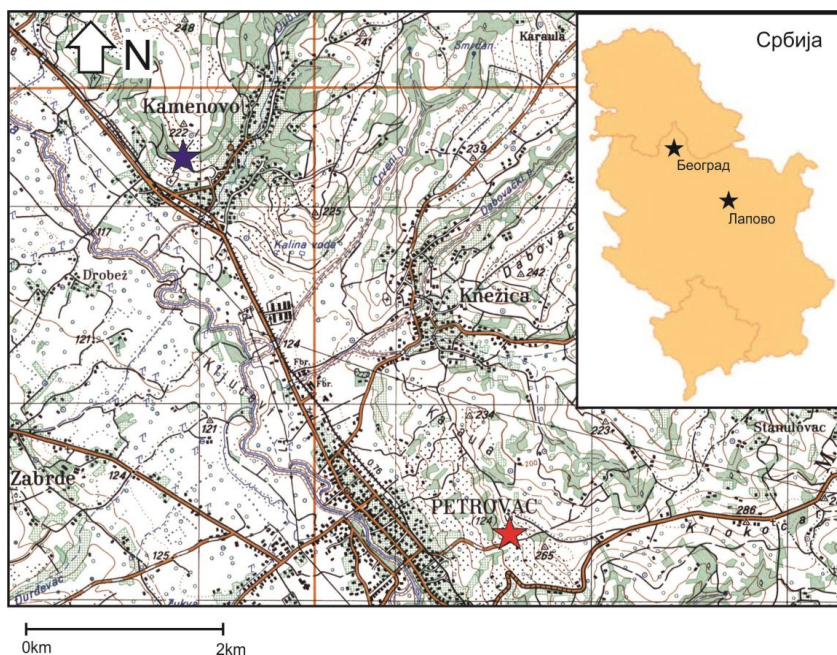
Асоцијација отолита

У оквиру овог рада приказани су само примерци, који садрже отолите *in situ*. Ови примерци представљају део збирке преузете из Природњачког музеја у Београду. Након морфолошке анализе скелета и отолита препозната је једна врста: *Sarmatella doljeana*. На основу детерминисане фауне потврђена је доњосарматска старост.

4.2.6 ПЕТРОВАЦ

Географски приказ

Седименти на локалитету у којима је извршено узорковање, налазе се на територији општине Петровац на Млави (сл. 18, 19), уз пут Петровац–Кучево (х 7535072; у 4913991).



Слика 18. Географски положај локалитета Петровац на Млави (означен црвеном звездицом)



Слика 19. Профил сарматских песковитих седимената на локалитету у Петровцу на Млави (фото: С. Вуковић)

Стратиграфски приказ

Седименти локалитета у Петровцу на Млави припадају Формацији кластита и карбоната Каменова. Проучавани седименти локалитета у Петровцу припадају седиментима горњег нивоа и сарматске су старости (Благојевић, 2017).

Преглед ранијих истраживања

Срајић–Милетић (1953, 1959, 1962, 1969) је у више наврата писала о неогеним седиментима Лапова, извршила је њихово распчлавање, обрадила фауну, одредила сарматску и панонску стратиграфску припадност. Stevanović (1967) пише о развићу миоцена и плиоцена на подручју млавског и деспотовачког басена.

Фосилна фауна и флора

Из песковито–алевритских седимената издвојена је фауна фораминифера, остракода и отолита. Фауна фораминифера је представљена зонском врстом *Pronosonion granosum*, која је и најбројнија, затим врстама *Elphidium crispum*, *Elphidium macellum* и *Elphidium hauerinum* (Благојевић, 2017). Према Благојевић, (2017) остракоде су представљене веома једноличном фауном (*Aurila notata*). Фауна шкољки је бројна и представљена врстама: *Cardium plicatum*, *C. obsoletum*, *Cerithium rubiginosum*, *Musculus sarmaticum*, *Ervilia dissita podolica*, *Pirenella picta*, *P. disjuncta*, *Irus gregarius*, *Donax dentiger*, *Maetra eichvaldi* и др. Такође је заступљена и фауна гастропода, мање је разноврсна у односу на шкољке и представљена врстама: *Mohresternia inflata*, *M. angulata*, *Hidrobia frauenfeldi*, *Acteocina lajonkaireana* и др. (Vujišić i dr., 1977).

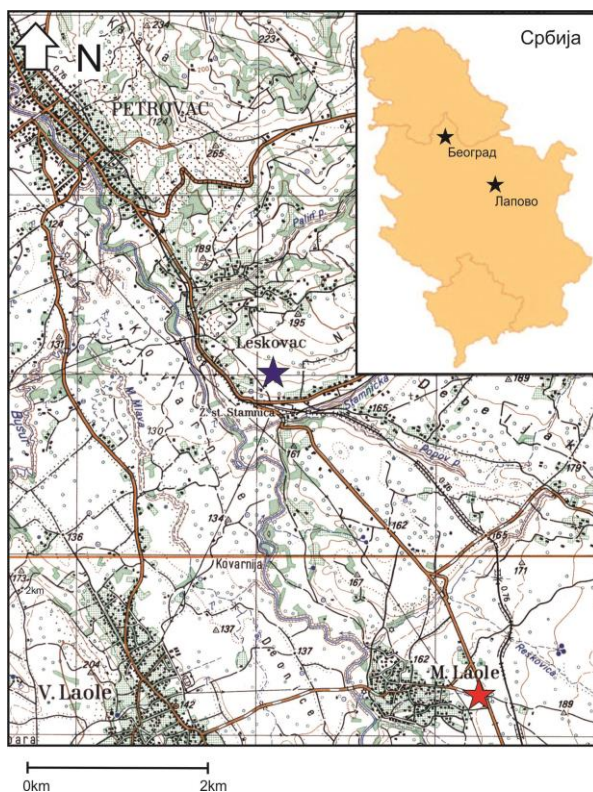
Асоцијација отолита

Из седимената овог локалитета (проба 1063) издвојене су и препознате врсте отолита: *Knipowitschia suavis*, *Protherorhinus vasillievae* и *Pomatoschistus bunyatovi*.

4.2.7 МАЛО ЛАОЛЕ

Географски приказ

Локалитет Мало Лоле простире се на десној обали реке Млаве (сл. 20) на око 7 km од Петровца на Млави (x 7537964; y 4909726).



Слика 20. Географски положај локалитета Мало Лаоле (означен црвеном звездицом) и локалитета Лесковац (означен плавом звездицом)

Стратиграфски приказ

Седименти локалитета Мало Лаоле припадају Формацији Голупца (Благојевић, 2017). Ова формација је литолошки представљена сивим глинама и ситнозрним сивим пешчарима са прослојцима угља. Узорковане пробе потичу из глиновитих седимената (Благојевић, 2017).

Преглед ранијих истраживања

Stevanović (1967) говори о развићу миоценских и плиоценских наслага на подручју млавског и деспотовачког басена.

Фосилна фауна и флора

Из седимената ове пробе је издвојена микрофосилна асоцијација састављена од фораминифера, ретких остракода и шкољки. Најбројнија и најзаступљенија врста фораминифера у овој проби је зонска врста *Porosonion granosum*, која чини преко 60% укупног броја јединки фауне фораминифера. Осим зонске врсте, препознате су и: *Elphidium macellum*, *Elphidium* sp. и *Ammonia viennensis* (Благојевић, 2017). Ретка фауна остракода је окарактерисана врстама: *Miosuicideis sarmatica* и *Loxosconcha* sp. Фауна шкољки је представљена само једном врстом *Ervilia dissita* (Благојевић, 2017).

Палинолошким испитивањима утврђено је присуство следећих таксона: *Stereisporites* sp., *Polypodiaceoisporites* sp., *Inaperturopollenites hiatus*, *Taxodium* sp., *Inaperturopollenites radiatus*, *Inaperturopollenites dubius*, *Tsugapollenites* sp., *Pityosporites microalatus*, *Pinus haploxyton*, *Pityosporites labdacus*, *Pinus silvestris*, *Podocarpidites* sp., *Pityosporites absolutus*, *Abiespollenites dubius*, *Piceapollenites* sp., *Quercuspollenites* sp. и *Botryococcus braunii* (Благојевић, 2017).

Асоцијација отолита

У оквиру глиновитих сарматских седимената поред бројне микрофосилне фауне уочено је и присуство сиромашне фауне отолита у оквиру које је препозната само једна врста, *Knipowitschia suavis*.

4.2.8 ЛЕСКОВАЦ

Географски приказ

Село Лесковац (сл. 20, 21) се налази на самом изласку из Петровца на Млави у правцу Ждрела (x 7535079; y 4913355).



Слика 21. Слабо везани сарматски пескови са глиновитим прослојцима на изданку у селу Лесковац (фото: Д. Благојевић)

Стратиграфски приказ

На геолошком профилу у атару села Лесковац извршено је узорковање из слабо везаних пескова. Ови слабо везани пескови припадају Формацији кластита и карбоната Каменова (Благојевић, 2017).

Преглед ранијих истраживања

Срајић–Милетић (1955) је дефинисала седименте средњег миоцена код села Лесковац, недалеко од Петровца на Млави.

Фосилна фауна

У сарматским песковима са прослојцима глина на изданку у селу Лесковац, уочена је веома ретка фосилна фауна. Фауна мекушаца је представљена ситним, неодредивим одломцима мекушаца. Такође је присутна ретка фауна отолита, углавном у одломцима, примерци очувани у целости су еродовани са сулкусом истрошеним до непрепознатљивости. Из разлога лоше уочљивости морфолошких карактеристика, одредиви су само до нивоа рода, препознат је род *Ponticola* sp. Осим лоше очуваних отолита, пронађен је и занемарљиво мали број харофита, представљених родом *Chara* sp. На основу наведене сиромашне фосилне фауне не може се одредити стратиграфска припадност, због мало расположивих података (Благојевић, 2017).

Асоцијација отолита

У песковитим седиментима локалитета Лесковац, уочено је присуство сиромашне фауне отолита, представљене једним лоше очуваним примерком: *Ponticola* sp.

4.3 ГОРЊИ МИОЦЕН – ЈЕЗЕРО ПАНОН

У овом поглављу су приказана два локалитета (Орешац и Дрмно), који стратиграфски припадају горњем миоцену – понту *s. str.* (Stevanović, 1989) и два локалитета која припадају старијем горњем миоцену – панону (Колубарски угљени басен и Умчански тунел).

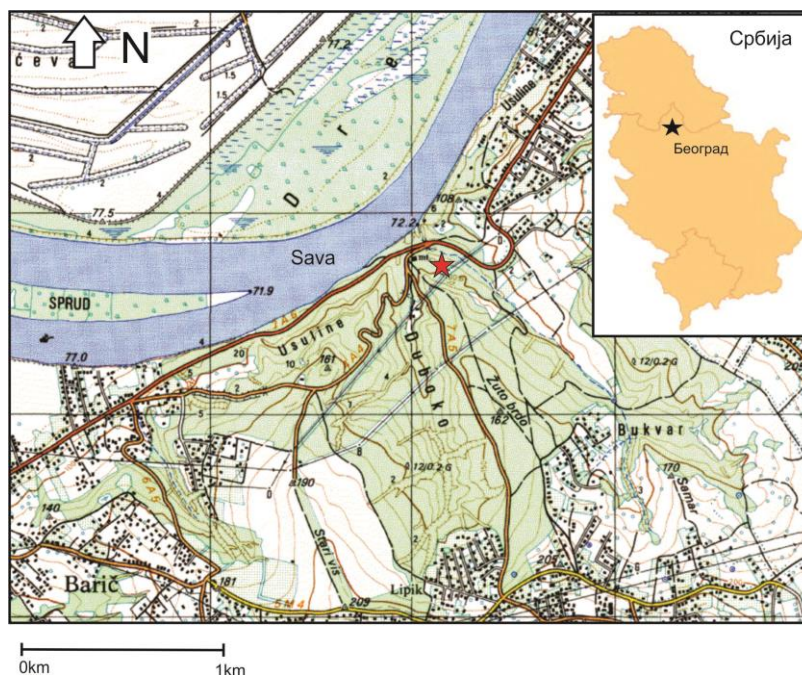
Каспибракични, панонски седименти су на територији Београда и околине развијени на више мањих локација и представљени различитим типом седимената (Stevanović, 1951). У подручју Сремчице и Рипња, представљени су слабо везаним песковима. У Великој Моштаници и околини их карактерише смена глина и пескова. На подручју Умке су типични лапорци и алеврити (Stevanović, 1951).

Седименти доњег понта су на територији Србије распрострањени на подручју Великог Борка, Степојевца, Шилјаковца и др. (Stevanović, 1951). Најстарији делови понта представљени су беличастим кварцним песковима (подина угља у Колубарском басену) и глиновитим седиментима са конгеријама у северној и западној Србији. Горњопонтски седименти су распрострањени у западним деловима Посавине (Stevanović, 1951). Не постоји значајна литолошка разлика између горњопонтских и доњопонтских седимената, док је разлика у фауналом саставу јасно уочљива (Stevanović, 1951; 1989).

4.3.1 УМЧАНСКИ ТУНЕЛ

Географски приказ

Приликом копања Умчанског тунела, у близини места Дубоко, 1926 год. из панонских седимената, П. Павловић је прикупио бројну фауну отолита (сл. 22).



Слика 22. Географски положај локалитета Умчански тунел (означен црвеном звездом на карти)

Стратиграфски приказ

У околини Дубоког на подручју око реке Саве утврђено је постојање панонских седимената. Најниже у стубу леже чврсти кречњачки лапорци доњег панона. У њиховој повлати налазе се лапоровити седименти горњег панона (Stevanović, 1957). Изнад панонских седимената, који су раније приказани на синтезном стубу неогена околине Београда (Schwarzahns et al., 2015; сл. 13), утврђено је постојање сивих доњопонтских лапоровитих глина (Stevanović, 1977). Проучена асоцијација отолита представља део збирке старе скоро 100 година, чији је стратиграфски ниво одређен на основу расположивих података.

Преглед ранијих истраживања

Stevanović (1957) је дао стратиграфски приказ неогених седимената на територији Београда. У поменутом приказу он говори и о седиментима откривеним приликом копања овог тунела. На основу карактеристичне фосилне фауне мекушаца Stevanović (1957, 1977) је старост ових седимената одредио као горњопанонску.

Фосилна фауна и флора

Малакофауна издвојена из лапоровитих седимената је представљена врстама: *Congeria zsygmondyi*, *Congeria Partschi*, *Limnocardium Winkleri*, *Limnocardium pseudosuessi*, *Limnocardium brunense*, *Limnocardium Hofmanni* и др. (Stevanović, 1957).

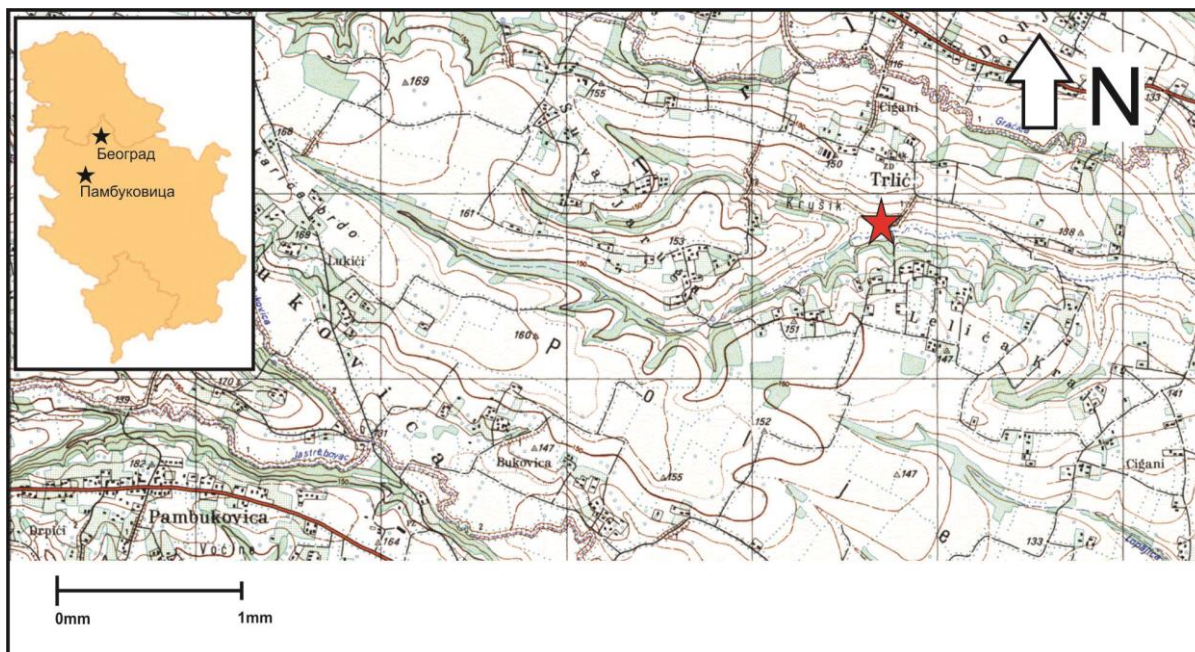
Асоцијација отолита

Фосилна фауна отолита је представљена врстама: *Umbrina cirrhosoides*, *Trewasciena* sp., *Paratrisopterus* sp. 1, *Paratrisopterus* sp. 2 и *Paratrisopterus* sp. 3.

4.3.2 КОЛУБАРСКИ УГЉЕНИ БАСЕН

Географски приказ

У Колубарском угљеном басену из бушотине Gj – 120 је издвојена фауна отолита (сл. 23). Ова бушотина је набушена на убској територији у месту Трлић.



Слика 23. Географски положај локалитета Колубарски угљени басен (означен црвеном звездом на карти)

Стратиграфски приказ

На простору Колубарског угљеног басена понтске наслаге заузимају велико распрострањење (Stevanović, 1951). Утврђено је да су за ове наслаге везани депонати лигнита. Према Stevanović (1951) у Колубарском басену горњопонтски седименти представљени су наслагама глина, песковитим глинама и песковима, испод којих се налазе дебеле наслаге угља. Подину угља чине ситнозрни кварцни пескови, без фосилне фауне (Stevanović, 1951).

Преглед ранијих истраживања

Колубарски басен је био у највећој мери истраживан ранијих година, од стране П. Стевановића, кроз низ различитих публикација и извештаја. Stevanović (1949) стратиграфски дефинише миоценске наслаге у западној Србији и Шумадији. У публикацији „Доњи плиоцен Србије и суседних области“ Stevanović (1951) даје детаљан стратиграфски приказ Колубарског басена. О постојању баденско – сарматских наслага на подручју горње Тамнаве и Посаво – Тамнаве пише Stevanović (1953). Такође, исти аутор (Stevanović, 1958) је извршио биостратиграфску анализу баденске фауне тамнавског краја у западној Србији. Stevanović, (1961) даје извештај о одредби фауне западног дела Колубарског басена.

Фосилна фауна

Из глиновитих седимената у околини Новака и Памбуковице, издвојена је фауна мекушаца, представљена бројним конгеријама и лимнокардидима: *Congerina cžžeki*, *C. zagrabiensis*, *Limnocardium praeriegeli*, *L. prazagrabiensis* и др., (Stevanović, 1958).

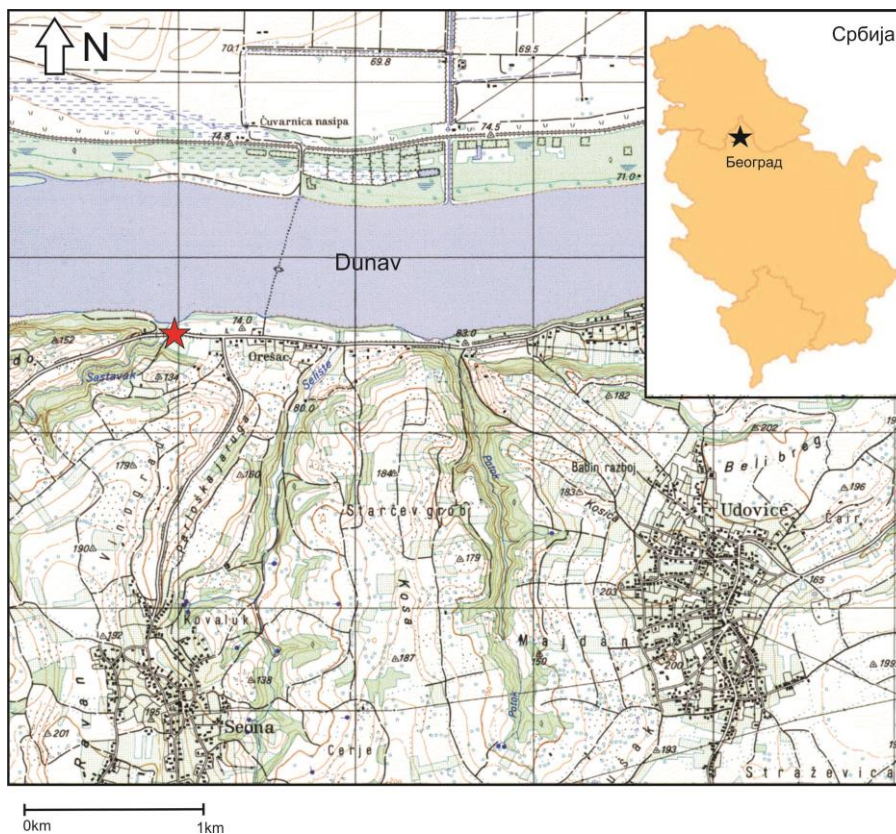
Асоцијација отолита

Из седимената бушотине Gj-120/86 издвојена је ретка фауна отолита понтске старости. Са дубине од 197,9 до 198,00 m, издвојени су примерци који припадају врсти *Gobius* sp. 1. Из исте бушотине са дубине од 206,8 до 208,00 m, издвојен је један примерак који припада врсти *Palimphemus* sp.

4.3.3 ОРЕШАЦ

Географски приказ

Материјал из којег су издвојени отолити је прикупљен са геолошког профила Орешац 1, који се налази уз реку Дунав у близини Гроцке (сл. 24). Материјал је прикупио П. Стевановић, чији део збирке представља овај материјал, који се чува у Природњачком музеју у Београду.



Слика 24. Географски положај локалитета Орешац (означен црвеном звездом на карти)

Стратиграфски приказ

Најнижи слојеви овог геолошког профила су представљени сивкасто–плавим глинама, односно седиментима без уочљиве фосилне фауне. Према Стевановићу (1941) вероватно стратиграфски одговарају најнижем делу горње конгеријских слојева са водећим фосилом *Congerina triangulus* Partsch. У повлати глина се налази слој ситнозрног, жућкастог, слабо везаног песка са богатом фауном мекушаца. Приказана асоцијација отолита представља део збирке П. Павловића, чији је стратиграфски ниво представљен слабо везаним, ситнозрним жућкастим песковима понта, који се могу искорелисати са истим седиментима приказаним на синтезном литостратиграфском стубу (сл. 13). У овим седиментима је на основу фауне мекушаца одређена горњомиоценска старост (Stevanović & Mihajlović, 1981).

Преглед ранијих истраживања

О седиментима Гроцке и околине је писало више аутора, почевши од Brusina (1894), који први пут пише о малакофауни овог подручја; затим Pavlović (1931), даје прилог за упознавање терцијара Србије. Stevanović (1951), пише о стратиграфско-палеонтолошким карактеристикама миоценске фауне мекушаца Србије и суседних области. Krstić i dr. (1992), наводе податке о формационој анализи неогених наслага Посавине и Подунавља. Jovanović (1988), Jovanović & Jovanović (1998) и Jovanović & Paunović (2005), пишу о старости овог

простора, која је одређена на основу малакофауне као горњомиоценска, затим искорелисана са горњопонтском фауном Крела. Jovanović & Paunović (2005), говоре о значају ових седимената за геонаслеђе Србије. Jovanović et al. (2010), дају палеонтолошки приказ горњомиоценске фауне Орешца и околине.

Фосилна фауна и флора

У слојевима слабо везаног, ситнозрног жућкастог песка, поред бројне и богате фауне отолита, који припадају фамилији Sciaenidae, прикупљена је и богата фауна мекушаца. У оквиру ове малакофауне су препознате врсте: *Dreissena auricularis auricularis*, *Lymnocardium apertum*, *L. diprosopum*, *L. cf. diprosopum*, *L. zujovici*, *L. parazujovici*, *L. decorum*, *Lymnocardium* sp., *Mytilopsis triangularis*, *Melanopsis decollata*, *Gyraulus radmanesti*, *Valvata variabilis*, *Radix jaksici* (Jovanović et al., 2010).

Изнад слоја жућкастог песка је уочен и слој сивих глиновитих пескова дебљине око 20 cm, такође са присутном бројном фауном мекушаца, представљеном врстама: *Lymnocardium penslii*, *L. schmidti*, *L. scabriusculum*, *L. decorum*, *Plagiodacna auingeri*, *Melanopsis sturii*, *Dreissena auricularis auricularis*, *D. auricularis simplex*, *Valvata variabilis*, *Melanopsis defensa*, *Gyraulus radmanesti*, *Gyraulus* sp. (Jovanović et al., 2010).

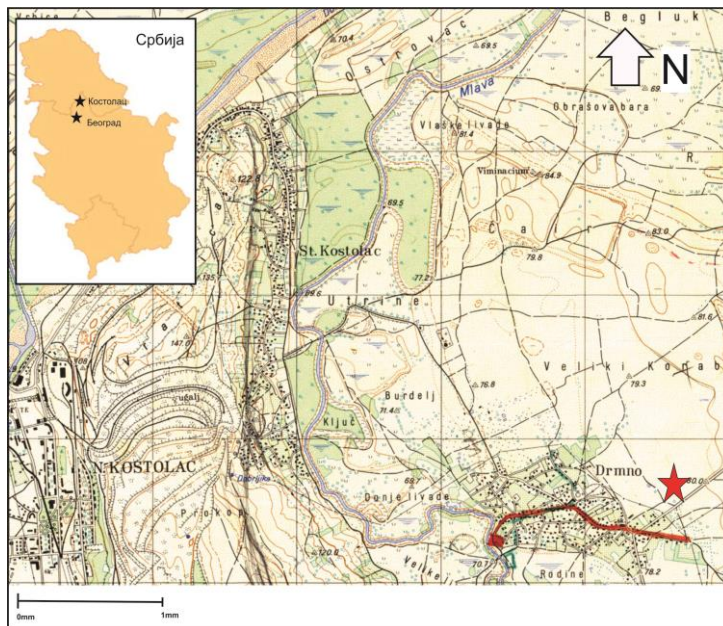
Асоцијација отолита

На испитиваном подручју је прикупљена бројна фауна изузетно крупних форми отолита, који сви припадају фамилији Sciaenidae. Представљени су врстама: *Umbrina cirrhosoides*, *Umbrina kirchbergensis*, *Umbrina subcirrhosa*, *Trewasciaena kokeni* и *Trewasciaena* sp.

4.3.4 ДРМНО

Географски приказ

У Костолачком басену, на пољу Дрмно, набушена је бушотина K11:111 (сл. 25) из чијих седимената је издвојена ретка фауна отолита.



Слика 25. Географски положај локалитета Дрмно (означен црвеном звездом на карти)

Стратиграфски приказ

На подручју Костолачког басена, на локалитету Дрмно, понтске наслага леже преко панонских наслага. Седименти овог ката су представљени песковима, песковитим и угљевитим глинама. Истражним бушењем је утврђено да ови седименти достижу дебљину и до 150 m (Malešević i dr., 1978).

Преглед ранијих истраживања

Јовановић (1958) даје стратиграфско–палеонтолошки приказ миоцена Млавског басена. Милаковић (1963) пише о проблемима неогена шире области јужних Карпата. Рантић (1963) издваја палеофлористичке фације и истиче њихов значај за фитостратиграфска проучавања угљоносних седимената. Милаковић (1964) наводи резултате проучавања панонских наслага Костолачке угљоносне области.

Фосилна фауна и флора

Из каспибракичних глиновитих наслага је издвојена фауна остракода представљена карактеристичном врстом *Cyprideis cf. seminulum*. Осим остракода присутан је и богат палинолошки спектар: *Zonalapollenites igniculus* – *Teuga*, *Corrugatisporites solidus* – *Lygodium*, *Monocolpopollenites tranquillus* – *Palmae*, *Inaperturapollenites hiatus* – *Torodium* и др. (Malešević i dr., 1978).

Асоцијација отолита

Из понтских седимената са овог локалитета је издвојен само један јувенилни примерак врсте *Umbrina subcirrhosa*.

5 СИСТЕМАТИКА И ТАКСОНОМИЈА МИОЦЕНСКИХ ОТОЛИТА

Асоцијација отолита је богата и разноврсна, а представљена је са 40 врста и 24 рода, које су сврстане у 9 фамилија и 6 редова.

Таксономија виших систематских категорија и морфолошка терминологија је преузета из радова: Koken (1891), Weiler (1942) и Schwarzhans (2014).

Поред прецизних и исцрпних описа знатна пажња је посвећена утврђивању тачног стратиграфског и биостратиграфског распона сваког облика. Посебан акценат је стављен на усаглашавање систематске припадности фосилних риба са подацима систематике отолита, код примерака (скелета) са отолитима *in situ*.

Приликом описа морфолошких карактеристика скелета риба и њихових отолита коришћене су стандардне скраћенице одређених морфолошких елемената са следећим значењем.

Код скелета:

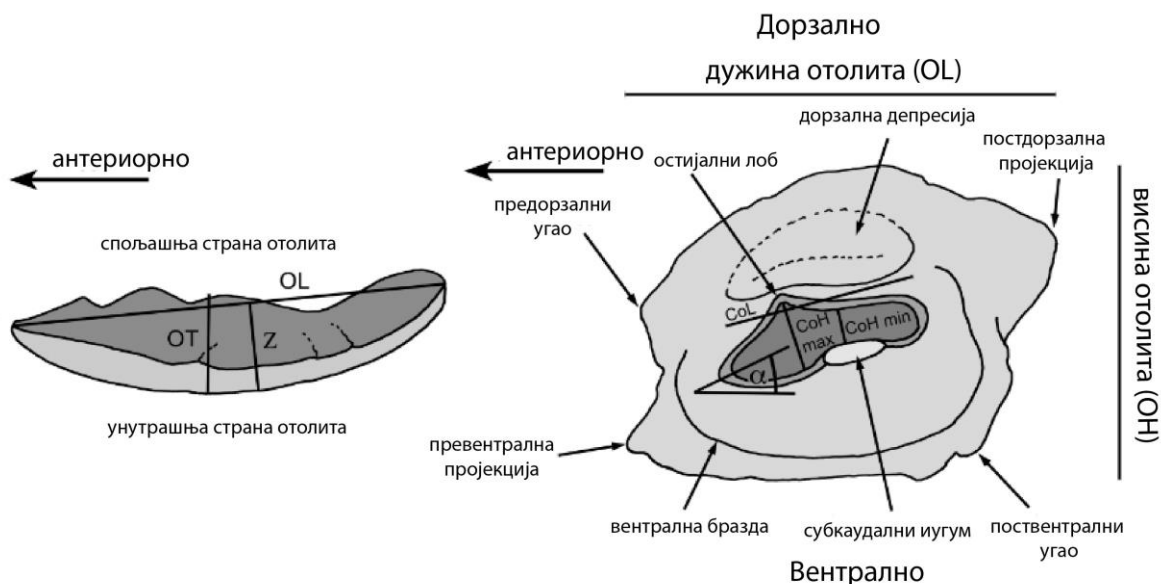
HT– холотип, **A**– анално пераје, **AAR**– ангуло–артикуларна кост, **ART**– артикуларна кост, **ANG**– ангуларна кост, **BA**– базоокципитална кост, **BH**– базихијал, **BR**– брахиостегални зраци, **C**– каудално (репно) пераје, **CH**– цератохијал, **CL**– клеитрум, **D**– денална кост, **D1**– прво дорзално пераје, **D2**– друго дорзално пераје, **EPT**– ектоптеригоид, **EPU**– епурал, **F**– фронтална кост, **HL**– дужина главе, **HYO**– хиомандибула, **HYP**– хипурална плоча, **IN**– интеркалар, **IOP**– интраоперкулум, **LAC**– лакримална кост, **ME**– мезоетмоидална кост, **MPT**– метаптеригоидна кост, **MX**– максила, **N**– носна (назална) кост, **NCR**– неокранијум, **NSV**– неурални лук, **OP**– оперкулум, **P**– пекторална (грудна) пераја, **PAL**– палатална (непчана) кост, **PHYP**– прехипурал, **PMX**– премаксила, **POP**– преоперкулум, **PSPH**– парасфеноидна кост, **PT**– птеригофоре, **PTT**– посттемпорална кост, **QU**– квадратна кост, **SCL**– супраклеитрум, **SL**– стандардна дужина тела, **SOP**– субоперкулум, **SPH**– сфенотична кост, **SYM**– симплектикум, **TL**– тотална дужина, **V**– карлична пераја, **VT**– пршљен, **VO**– вомер.

Код отолита (сл. 26):

OL– дужина отолита, **OH**– висина отолита, **SuL**– дужина сулкуса, **CoL**– дужина коликулума, **CoHmax**– максимална висина коликулума, **CoHmin**– минимална висина коликулума.

Ради лакшег разумевања и праћења описа отолита, важно је навести неке од значајнијих морфолошких карактеристика, као и објашњење за морфометријска мерења (сл. 26). Као пример је узет отолит из фамилије Gobiidae, зато што су припадници ове фамилије најбројнији у материјалу ове докторске тезе; као и због јединствених морфолошких карактеристика, које одликују ову фамилију. Отолити фамилије Gobiidae су карактеристични по јединственом облику са различитим обликом остијалног лоба и другачијим интезитетом нагиба сулкуса. Остијални и каудални коликули су увек спојени код отолита ове фамилије. Код многих врста се појављује мала израслина у виду квржице, која се обично налази испод кауде, па због тога и носи назив субкаудални иугум. Субкаудални иугум представља важну морфолошку карактеристику за детерминацију врста. Препознавање субкаудалног иугума захтева добру очуваност отолита. Друге важне морфолошке карактеристике за детерминацију врста су степен истакнутости превентралне и постдорзалне пројекције и предорзалних и поствентралних углова. Још једна од значајних карактеристика је и закривљеност унутрашње и спољашње стране отолита, укључујући и индекс закривљености

(Z процентуална вредност од OL). Индекс закривљености у великој мери зависи од закривљености постдорзалне пројекције. Такође, битна карактеристика је и вентрална бразда, која се пружа паралелно са вентрални ободом, некад може доћи чак до дорзалне депресије (Schwarzahns, 2014).



Слика 26. Терминологија морфолошких карактеристика отолиита и објашњење морфометријских мерења (модификовано, према Schwarzahns, 2014)

Ред Gadiformes Goodrich 1909

Фамилија Bregmacerotidae Gill 1872

Род *Bregmaceros* Thompson 1840

***Bregmaceros albyi* (Sauvage, 1880)**

(сл. 27)

1880 *Podopteryx albyi* n.sp. – Sauvage: str. 17, sl. 5, 6.

1880 *Podopteryx bosniaski* Sauvage – Sauvage: str. 19, sl. 7.

1925 *Bregmaceros albyi* (Sauvage) – Arambourg: str. 94, tab. X, sl. 5, 6.

1965 *Bregmaceros albyi* (Sauvage) – Bachmayer & Weinfurter: str. 21, tab. I, sl. 1, 2, 4, 5, 7–9.

1992 *Bregmaceros* sp. – Radwanska: sl. 43, tab. 7, sl. 3–5.

2007 *Bregmaceros albyi* (Sauvage) – Brzobohaty et al.: tab. 1, sl. 9.

2009 *Bregmaceros albyi* (Sauvage) – Nolf & Brzobohaty: tab. 2, sl. 5–6.

2013 *Bregmaceros albyi* (Sauvage) – Schwarzahns: str. 166, tab. 5, sl. 4–9.

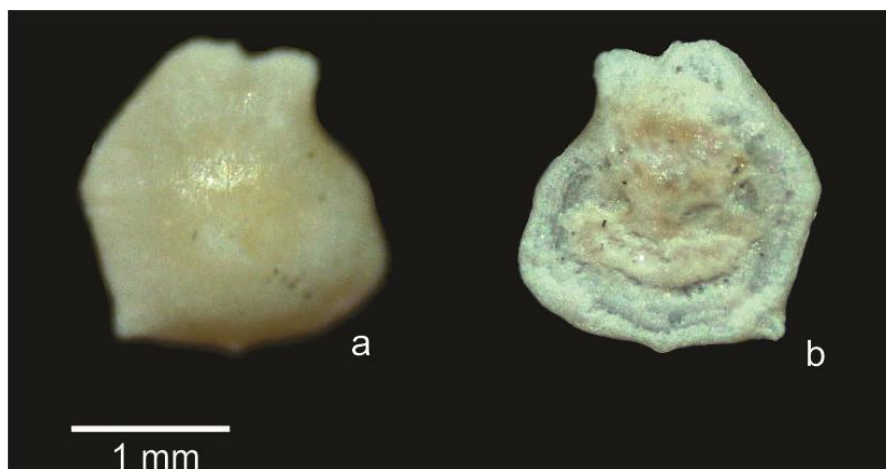
2015 *Bregmaceros albyi* (Sauvage) – Schwarzahns et al.: sl. 5.5, 6.

2016 *Bregmaceros albyi* (Sauvage) – Prikryl et al.: str. 17, sl. 1–6.

2018 *Bregmaceros albyi* (Sauvage) – Brzobohaty & Nolf: tab. 1, sl. 10.

Материјал: 4 отолиита из баденских седимената Коцељеве, поток Сумијевац издвојених из пробе K2.

Опис: Отолити неправилног шестоугаоног облика, OL:OH=0.8–0.9 (сл. 27). Унутрашња страна отолита је равна. Предорзални лоб висок и широк, а антеро–вентрални лоб благо истакнут. Постеро–дорзални лоб је истакнут и заобљен. На вентралном ободу уочљива постеро–вентрална спина. Кауда окренута према горе од остијума. Коликули су уски и продубљени.



Слика 27. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Bregmaceros albyi* са локалитета Коцељева: а) спољашња страна отолита, б) унутрашња страна отолита

Дискусија: Ова врста је најсличнија рецентној врсти *Bregmaceros nectabanus* (Smale et al., 1995).

Стратиграфско распрострањење: Врста *Bregmaceros albyi* је позната само из моринских седимената. Холотип (скелет) ове врсте потиче из месинских (горњомиоценских) слојева Сицилије, Италија (Sauvage, 1880). Познато је и неколико примерака скелета са отолитима *in situ*, из Аустрије (Bachmayer & Weinfurter, 1965) и Чешке (Prikryl et al., 2016). Изоловани отолити су на подручју Паратетиса познати из миоценских седимената: доњег миоцена Португала (Schwarzahns, 2013); доњег миоцена (карпата) Чешке (Brzobohaty et al., 2003); средњег миоцена Аквитанског басена (Steubaut, 1984); средњег миоцена (бадена) Чешке (Brzobohaty & Schultz, 1978); средњег миоцена Пољске (Smigielska, 1974; Radwanska, 1992); средњег миоцена, Штајерског басена, Аустрија (Nolf & Brzobohaty, 2009) и средњег миоцена Трансилванијског басена, Румунија (Rado, 1971, 1981).

Ред Clupeiformes Bleeker 1859

Фамилија Clupeidae Cuvier 1817

Род *Clupeonella* Kessler 1877

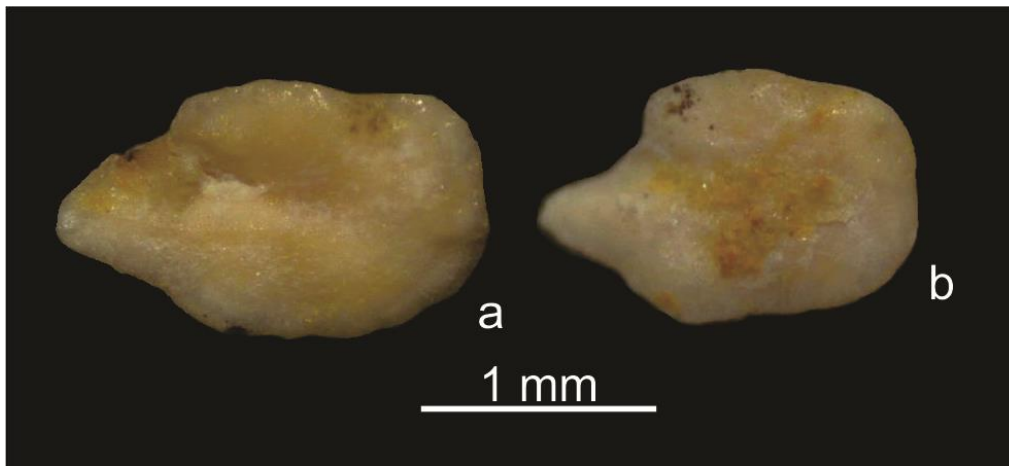
Clupeonella sp.

(сл. 28)

Материјал: 2 примерка са локалитета Каменово, издвојених из пробе 1334.

Опис: Проучавани примерци имају карактеристичан компресован облик, кратак роstrум и конвексан вентрални обод (сл. 28).

Дискусија: У поређењу са отолитима рода *Moldavichthys*, код којег роstrум почиње од сужења између остијума и кауде, роstrум ових примерака почиње нешто раније (Baykina & Schwarzahns, 2017^b).



Слика 28. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Clupeonella* sp.: а) унутрашња страна отолита, б) спољашња страна отолита.

Род *Sarmatella* Menner, 1949

***Sarmatella doljeana* (Kramberger 1883)**

(сл. 29)

1883 *Clupea (Meletta) doljeana* n. sp. – Kramberger: tab. 14, sl. 4.

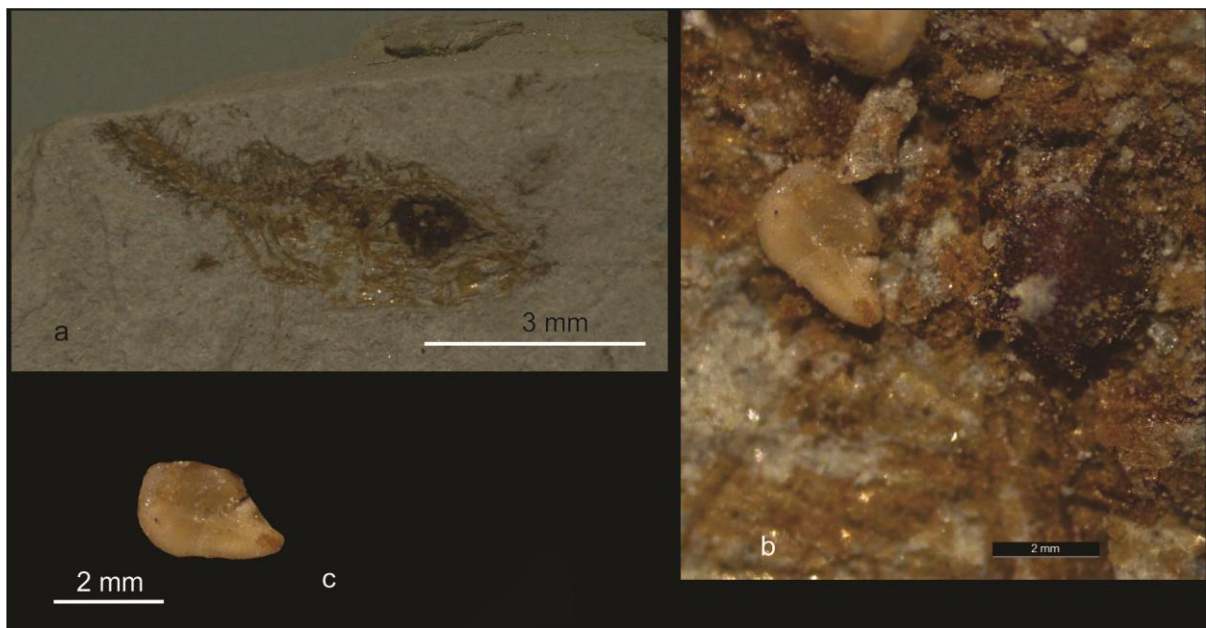
1985 *Clupea viola* n. sp.– Strashimirov: tab. 1, sl. 1–4.

2013 *Sarmatella doljeana* (Kramberger) – Baykina: sl. 525.

2017^a *Sarmatella doljeana* (Kramberger) – Baykina & Schwarzahns: sl. 4, 5.3.

Материјал: један скелет са отолитом *in situ* пронађен приликом изградње тунела на Врачару (збирка Природњачког музеја Београд, инвентарски број 42/08).

Опис: –отолит– Отолит је танак и издуженог облика (OL:OH = 1.6, сл. 29). Унутрашња страна отолита скоро равна. Дорзални обод је висок, скоро хоризонталан и краћи од вентралног. Преддорзални и постдорзални углови су заобљени. Вентрални обод је једнако дубок као и дорзални, али се приближно на његовој средини уочава јасан зарез. Антериорно на крају вентралног обода се уочава истакнут роstrум. Роstrум је умерено дуг и сужава се ка врху. Унутрашња страна отолита је скоро равна са медијално постављеним сулкусом. Сулкус је прав и дубок. Остијум је већи и мало шири од кауде. На дорзалном пољу се уочава уска дорзална депресија. Спољашња страна отолита је равна са благом депресијом у пределу роstrума, што резултира да роstrум буде тањи од остатка отолита, па самим тим је и крхк.



Слика 29. Морфолошке карактеристике врсте *Sarmatella doljeana*, скелет са отолитом *in situ*: а) скелет; б) положај отолита на месту; с) унутрашња страна отолита.

–скелет– Скелет је некомплетан, очувана је само глава, део кичме и прво дорзално пераје.

Дискусија: *Clupea viola* (Strashimirov, 1985), представља синоним врсти *Sarmatella doljeana*.

Стратиграфско распрострањење: ова врста је позната из доњег сармата околине Београда, стадион Црвена Звезда, описана на основу скелета са отолитом *in situ* (Baykina & Schwarzahns, 2017^a). Такође је позната и из средњег до горњег сармата Бугарске на основу појединачних отолита (Strashimirov, 1985).

Ред Cyprinodontiformes Jordan 1923

Фамилија Cyprinodontidae Agassiz 1834

Род *Aphanius* Nardo 1827

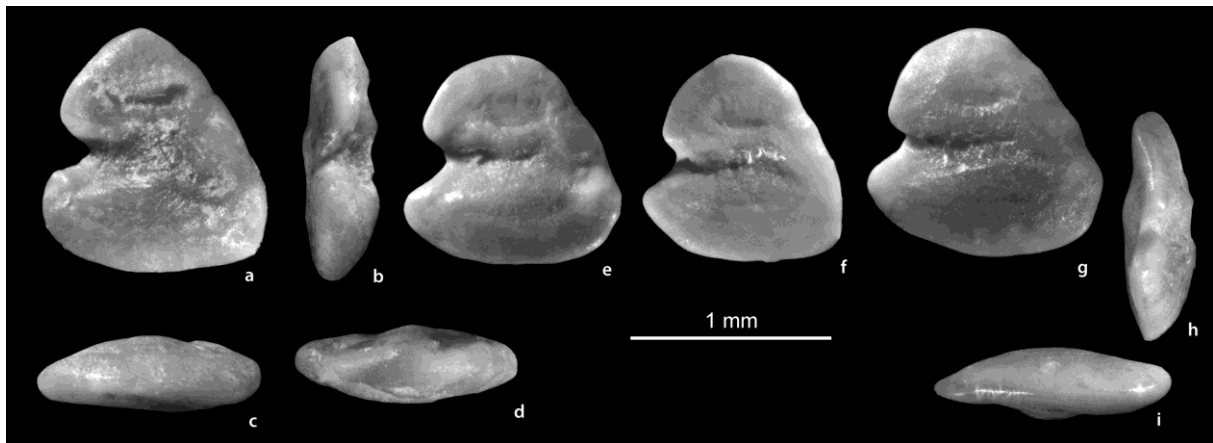
***Aphanius jeani* Reichenbacher & Kowalke 2009**

(сл. 30)

2009 *Aphanius jeani* n. sp. – Reichenbacher & Kowalke: sl. 4a–1.

Материјал: 11 примерака са локалитета поток Грабовац (Врачевић), део збирке Природњачког музеја у Београду, прикупљене 2015 године, заведене под колекторским бројем 107/15.

Опис: Унутрашња страна отолита благо конвексна. Антеро–дорзални обод конвексан. Антериорно је уочљив заобљен антирострум, чија ексцисура је у облику слова U, умерено је дубока. РН опсег је од 45 до 50 % од ОН (сл. 30). Сулкус је добро развијен, релативно плитак скоро раван са каудом закривљеном на доле. Остијум је кратак и продубљен. Спољашња страна отолита глатка и конвексна.



Слика 30. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Aphanius jeani* са локалитета поток Грабовац (Врачевић): а, е, ф, г) унутрашња страна отолита; б, h) бочни приказ; с, d, i) дорзални приказ

Дискусија: Компаративно гледано ова врста се по неким морфолошким карактеристикама значајно разликује од других врста рода *Aphanius*. Врста *A. anglosus* поседује мање стрм постериорни обод. Врста *A. crassicaudus* има ужи роstrум и већи антироstrум. Врста *A. kayai* има већи и шири роstrум (Reichenbacher & Kowalke, 2009).

Стратиграфско распрострањење: Ова врста је први пут описана у средњомиоценским седиментима Шпаније и јужне Француске (Reichenbacher & Kowalke, 2009).

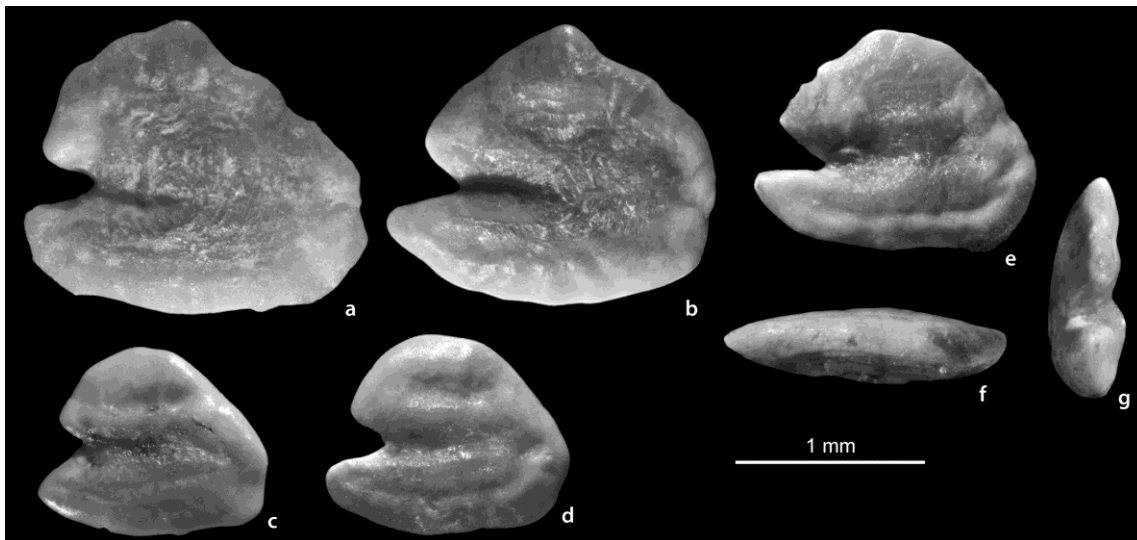
Род *Aphanolebias* Reichenbacher & Gaudant 2003

Aphanolebias sp. 1

(сл. 31)

Материјал: 15 примерака са локалитета поток Грабовац (Врачевић), део збирке Природњачког музеја у Београду, прикупљене 2015 године, заведене под колекторским бројем 107/15.

Опис: Отолит троугластог облика, постеро–вентрално издужен. Унутрашња страна отолита благо конвексна. Поствентрални угао је изражен, угласт. RH опсег је од 30 до 40 % од ОН (сл. 31). Роstrум и антироstrум добро развијени, оштри и јасно уочљиви. Роstrум је кратак. Ексцисура у облику слова V. На дорзалном ободу код неких примерака уочљива изралина, рошчић. Сулкус прав и релативно плитак. Остиум продубљен, кауда плитка. Задњи део кауде благо закривљен на доле. Ова закривљеност нејасно уошљива. Спољашња страна отолита конвексна.



Слика 31. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Aphanolebias* sp. 1 са локалитета поток Грабовац (Врачевић): а, b, c, d, e) унутрашња страна отолита; f) дорзални приказ; g) бочни приказ

Дискусија: Закривљење кауде на доле је карактеристично за све припаднике рода *Aphanolebias*. Ово закривљење код ове врсте није јасно изражено и мањег је степена, што је издваја од свих других познатих врста овог рода. Ова карактеристика је уочена у поређењу са врстом *A. konradi*. Код врсте *A. konradi* је ова закривљеност кауде јасно уочљива и већи је степен закривљености. Такође, ова врста је слична и врсти *A. meyeri* од које се разликује по краћем роstrumu. На основу наведених карактеристика постоје индикације да ове форме могу представљати нову врсту рода *Aphanolebias*. Декларисање ових форми као нове врсте и њихова сигурна одредба захтева додатна истраживања, која ће бити обављена у оквиру рада о слатководним средњомиоценским отолитима локалитета Врачевић (рад у припреми).

Ред Gadiformes Goodrich 1909

Фамилија Gadidae Rafinesque 1810

Род *Palimphemus* Kner 1862

***Palimphemus* sp. 1**

(сл. 32)

Материјал: 1 отолит из бушотине Gj-120/86, 78 m, Колубарски угљоносни басен.

Опис: Издужен и танак отолит (сл. 32). Пре и постдорзални углови заобљени. Дорзални обод благо таласаст у централном делу. На вентралном ободу је уочљив усек, померен антериорно од средине отолита. Сулкус је добро развијен, постављен централно, прав, са јасно уочљивим коликулима. Унутрашња страна отолита је скоро равна. Спољашња страна отолита конвексна. Са спољашње стране уочљив атипичан усек троугластог облика, смештен дорзално на средини отолита. Ова атипична карактеристика може бити узрокована процесом фосилизације и не мора бити морфолошка одлика врсте.



Слика 32. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Palimphemus* sp. 1 из бушотине Gj-120/86: а) унутрашња страна отолита, б) спољашња страна отолита, в) латерални приказ.

Дискусија: Важно је напоменути да су припадници овог рода слични са врстама родова *Trisopterus* и *Micromesistius*. Разликују се по томе што поседују колум са развијеним псеудоколикулумом. Од *Trisopterus* се разликују и по заобљеном антериорном ободу и гребену на спољашњој страни, који се налази дуж средње осе отолита. Наведене карактеристике су биле значајне за дефинисање систематске припадности овом роду.

Род *Paratrisopterus* Fedotov 1971

***Paratrisopterus caspius* (Bogatshov, 1929)**

(сл. 33, 34)

- 1929 *Gadus caspius* n. sp. – Bogatshov: tab. B, sl. 7–8.
 1933 *Gadus caspius* Bogatshov – Bogatshov: tab. 8, sl. 5–6.
 1943 *Otolithus (Gadidarum) insectus* Weiler – Weiler: tab. 1, sl. 38.
 1943 *Otolithus (Macruridarum) ovalis* Weiler – Weiler: tab. 1, sl. 50–51.
 1949 *Otolithus (Gadidarum) insectus* Weiler – Weiler: tab. 5, sl. 38.
 1949 *Otolithus (Macruridarum) ovalis* Weiler – Weiler: tab. 7, sl. 60–62.
 1949 *Otolithus (Macruridarum) acuminatus* Weiler – Weiler: tab. 6, sl. 50–51.
 1950 *Otolithus (Gadidarum) sp. 1* – Weiler: tab. 10, sl. 77.
 1950 *Otolithus (Gadidarum) sp. 2* – Weiler: tab. 10, sl. 76, tab. 11, sl. 78.
 1950 *Otolithus (Gadidarum) sp. 3* – Weiler: tab. 8, sl. 55–56.
 1950 *Otolithus (Gadidarum) insectus* Weiler – Weiler: tab. 10, sl. 73–75.
 1950 *Gadus? minusculoides* (Schubert) – Weiler: tab. 9, sl. 69, tab: 10, sl. 72.
 1950 *Hymenocephalus? labiatus* Schubert – Weiler: tab. 8, sl. 57, tab. 11, sl. 79.
 1950 *Otolithus (Macruridarum) ovalis* Weiler – Weiler: tab. 8, sl. 58.
 1954 *Otolithus (Gadidarum) minusculus* Schubert – Pobedina: tab. 3, sl. 2.
 1956 *Otolithus (Gadidarum) minusculus* Schubert – Pobedina: tab. 23, sl. 1.
 1968 *Otolithus (Gadidarum) labiatiformis* Suzin – Suzin: tab. 18, sl. 28

1968 *Otolithus (Gadidarum) minusculus* Schubert – Suzin: tab. 18, sl. 32–33.

1969 *Perca sabbai* Pauca – Анђелковић: tab. 4, sl. 4.

1971 *Paratrisopterus avus* Fedotov – Fedotov: sl. 1–2.

?1973 *Macruridarum irregularis* Gaemers – Gaemers: tab. 2, sl. 8.

1976 *Paratrisopterus avus* Fedotov – Fedotov: tab. 7, sl. 1–2, sl. 22–23.

1989 *Gadus lanceolatus* (Kramberger) – Анђелковић: tab. 5, sl. 4.

2004 *Gadiculus avus* (Fedotov) – Prokofiev: sl. 1, 2a, b.

2006 *Macrurus* sp. – Djafarova: tab. 9, sl. 1, 3, 4, tab. 10, sl. 1, 4.

?2010 *Paratrisopterus irregularis* (Gemers) – Schwarzhans: tab. 33, sl. 1

2010 *Paratrisopterus insectus* (Weiler) – Schwarzhans: tab. 33, sl. 2–4.

2017^b *Paratrisopterus caspius* (Bogatshov) – Schwarzhans et al.: sl. 3a–i, 4a–j.

Материјал: три примерка (RGFAJ 24, RGFAJ 25 и GRFAJ 26), издвојена са скелета риба, *in situ*. Материјал представља збирку Ј. Анђелковић, прикупљену током изградње Стадиона Црвене Звезде (Маракана), у периоду између 1961–1962.

Дијагноза: скелет садржи 42–45 пршљенова (10–11 абдоминалних), D1=8–10, D2=12–14, пекторално пераје садржи 18–20 зрака, карлично пераје 8 зрака (таб. 2). Прво дорзално пераје заузима 5–6 % дужине тела (SL). Дубина тела заузима 11–15 % од SL. Карлична пераја су издужена, друго пераје је дуже од првог и заузима 14.5–17 % од SL.

Отолит је овалног облика, OL:OH= 1.4–1.8. Унутрашња страна отолита је равна, сулкус је са малим овалним коликулима, колум је широк са издвојеним псеудоколикулумом (сл. 34).

Опис: –Скелет– Најбоље је очуван примерак RGFAJ25. На основу његових карактеристика је базиран опис (сл. 33). Орбита је јасно уочљива на свим примерцима, величине је од 8% SL до 10.5% SL. Зглобни процес није сачуван ни код једног примерка. Залеђе максиле је непотпуно очувано, код примерака RGFAJ25 и RGFAJ24 благо је проширен вентрално. Мандибула је очувана код сва три примерка. Дентална кост и максила имају неколико благо закривљених до равних каниниформних (слични очњацима) зуба, различите величине.

Од костију суспензиорума код примерка RGFAJ25 се могу препознати лоше очуване кости, као што су: метаптеригоид, ектоптеригоид, палатинум, квадрате и фрагментиран хиомандибулар. Код осталих примерака наведене кости нису уочљиве.

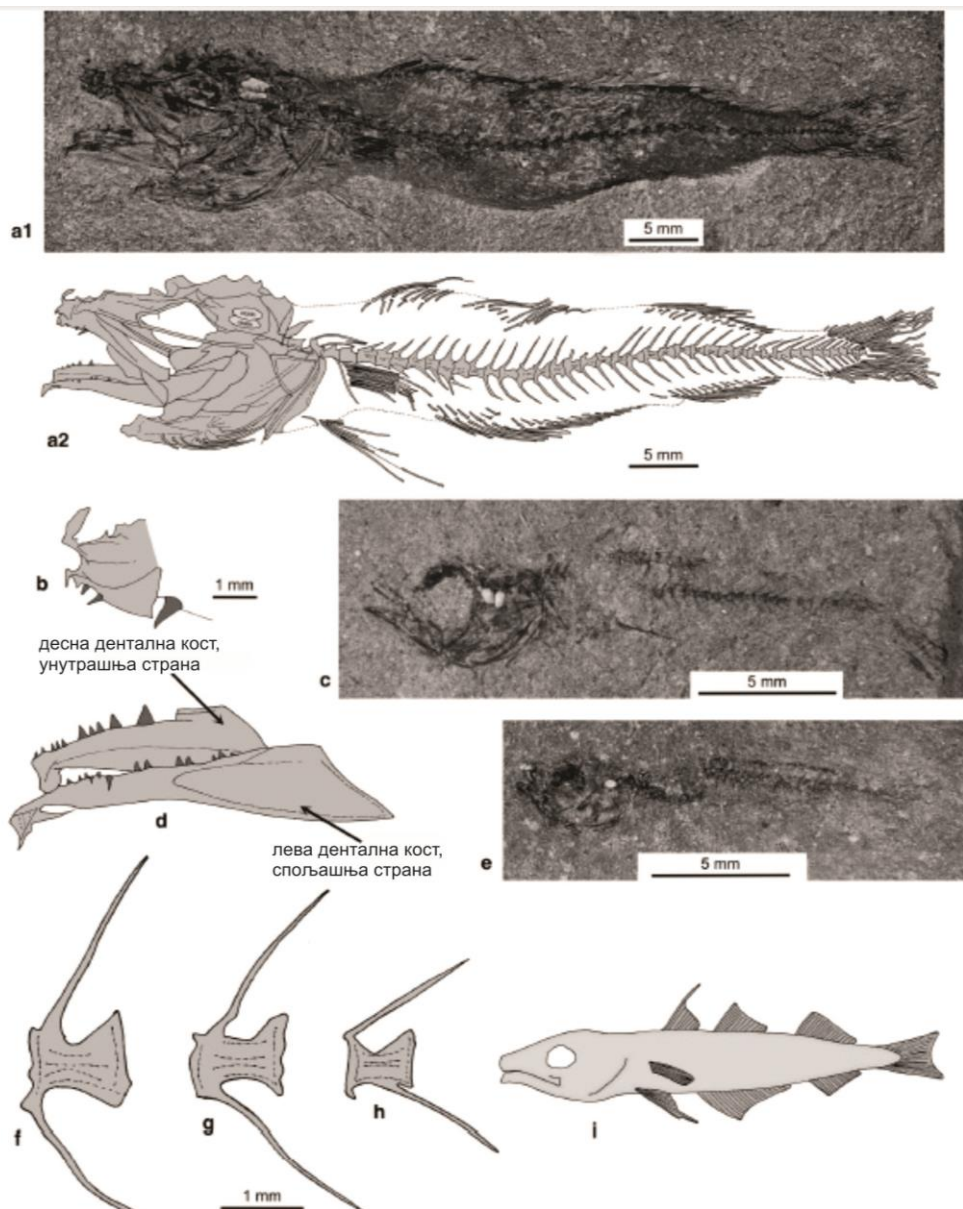
Од костију оперкуларне серије, уочљив је само оперкулум, троугаоног облика. На висцеларном луку се код примерка RGFAJ25 уочава шест брахистегалних зрака.

Кичмени стуб је у целости очуван код примерка RGFAJ25. Првих пет абдоминалних пршљенова носи кратке неуралне лукове. Каудалне пршљенове карактеришу дуги хемални и неурални лукови, које се ка репу постепено закривљују ка уназад.

Код проучаваних примерака уочљива су три дорзална пераја, раздвојена једно од другог. Прво дорзално пераје садржи 8–10 зрака (дуго је од 8.5 до 12.5 % SL), друго 12–14 зрака (дужине од 10 до 14.5% SL) и позиционирани су изнад 10–14 пршљена, треће дорзално пераје садржи 15–18 зрака (14–15% SL дужине), а простире се изнад 23–27 пршљена (таб. 2). Карактеристично за ове примерке је и то што поседују два анална пераја. Прво анално пераје садржи 18–24 зрака и позиционирано је испод 7–11 пршљена. Друго анално пераје поседује

16–18 зрака, простире се испод 23–28 пршљена и супротно је трећем дорзалном перају (таб. 2).

Код примерка RGFAJ25 су само делимично очувана пекторална пераја, запажа се 19 непотпуно очуваних зрака и добро очуван постклеитрум. Код примерка RGFAJ25 добро су сачувана карлична пераја, а код примерка RGFAJ24 пераја су делимично сачувана. Оба пераја садрже по осам зрака, дужине око 14.5–17% SL (детаљан опис је дат у раду Schwarzahns et al., 2017^b).



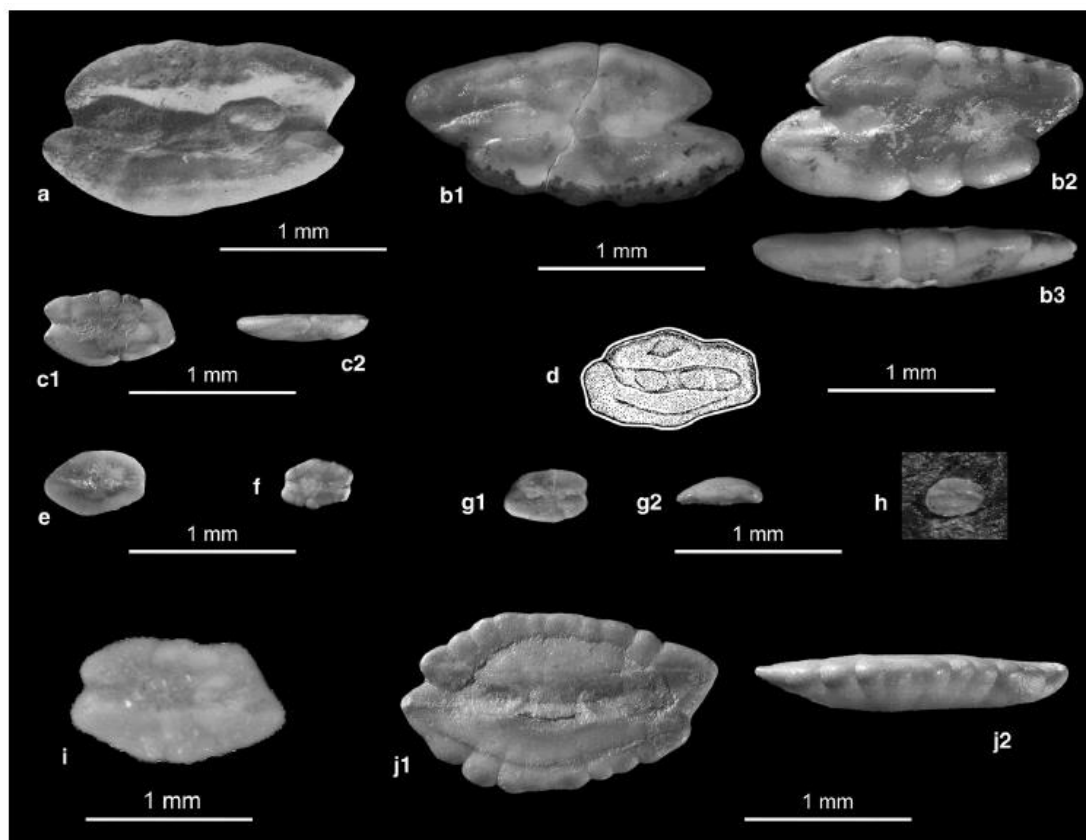
Слика 33. Морфолошке карактеристике скелета врсте *Paratrisopterus caspius*, фотографисан је примерак RGFAJ25 на основу којег су урађени и цртежи: a1– фотографија скелета, a2– реконструкција скелета, b– anteriорни део губице са приказаном премаксилом и зубима на вомери, c– RGFAJ24, d– лева и десна дентална кост, e– RGFAJ26, f– anteriорни каудални пршљен, g– средњи каудални пршљен, h– posteriорни каудални пршљен, i– реконструкција претпостављеног изгледа (Schwarzahns et al., 2017^b).

Табела 2. Приказ меристичких и морфометријских карактеристика врсте *Paratrisopterus caspius* (Schwarzshans et al., 2017^b).

	<i>Paratrisopterus caspius</i>		
	RGFAJ25	RGFAJ24	RGFAJ26
SL (mm)	56	21	14.5
Отолити <i>in situ</i>	Да	Да	Да
Меристички подаци			
Прекаудалони пршљенови	11	10	10
Укупан број пршљенова	42	42	39+
D1	8	10?	
D2	12	7+	
D3	16	6+	
A1	19	8+	
A2	17	2+	
Пекторално пераје	19		
Карлично пераје	8		
D1/VE	7	6 или 7	
D2/VE	14	13	
D3/VE	27	26	
Каудално пераје	36	24+	
VE/A1	10	8?	
VE/A2	28	24	
Морфометрија (% од SL)			
Дужина главе	30,6	31,1	31,3
Максимална висина тела	13,7	10,8	
Орбитални дијаметар	7,8	9,9	10,3
Облик парасфеноида	± прав		
Предорзал 1	34,6	37,5	
Предорзал 2	50,0	49,5	
Предорзал 3	70,8	70,8	
Преанал 1	43,3	42,9	
Преанал 2	72,0	68,9	
PL– пекторална дужина	12,8		
База од D1	8,3		
База од D2	10,2		
База од D3	15,0		
База од A1	26,4		
База од A2	15,3		
Дистанца од D1 до D2	4,6		
Дистанца од D2 до D3	8,0		
Дистанца од A1 до A2	4,0		

–**Отолит**– Отолити су сачувани код сва три примерка. Овалног су облика, умерено издужени и танки, дужине око 2 mm (сл. 34). OL:OH = 1.8; OL:OT = 5.5. Дорзални и вентрални обод су плитки, антериорни валовит. Дорзални обод је померен уназад, вентрални обод унутра што резултира обликом отолита у виду паралелограма. Антериорни обод је вентрално пројектован, сличан роstrumu, а постериорни обод је пројектован дорзално. Унутрашња

страна отолита је потпуно равна, сулкус је централно позициониран, узак, благо отворен и антериорно и постериорно. Остиум и кауда су приближно једнаки и по дужини и по ширини (хомосулкоидни); садрже мале коликулуме који се завршавају далеко од антериорног и постериорног обода отолита. С обзиром на широк колум, некад се може уочити постојање нејасног псеудоколикулума. Дорзално се не уочава дорзална депресија. Вентрална бразда је обично изразита, пружа се дуж вентралног обода, али на извесној удаљености. Спољашња страна отолита је умерено конвексна.



Слика 34. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Paratrisopterus caspius* (Schwarzahns et al., 2017^b): a– SMFP 2657a, холотип *Otolithus (Gadidarum) insectus* описан од стране Weiler (1943); b– RGFAJ25, b1– унутрашња страна левог отолита, b2– унутрашња страна десног отолита; c– SMFP 2922, паратип *O. (G.) insectus*; d– *Paratrisopteru avus* (Fedotov, 1976); e– SMFP 2665a *Otolithus (Macruridarum) acuminatus* Weiler, 1943; f– SMFP 2729 *O. (M.) insectus*, (Schwarzahns, 2010), g– RGFAJ 24, g1– унутрашња страна отолита, g2– дорзални приказ; h– RGFAJ 24; i– примерак из Барајева; j– SMFPO 64778 *Paratrisopterus irregularis*.

Стратиграфско распрострањење: Ова врста се појављује од средњег до горњег миоцена Паратетиса. Најстарији налаз је из бадена локалитета Chokrakian Азербејдана (Djafarova, 2006). Познат је и налаз из горњег бадена Румуније (Weiler, 1943). У Централном Паратетису ова врста је пронађена и у доњем сармату (сармат *s.str.*, волин), док се у Источном Паратетису појављује током сармата *s. lato* (Pobedina 1954, 1956; Djafarova 2006). Овај род је познат и ван оквира Паратетиса, у Медитеранском и Северноморском басену је познат од горњег олигоцена до доњег плиоцена (Schwarzahns et al., 2017^b).

Paratrisopterus sp. 1

(сл. 35)

Материјал: 1 отолит са локалитета Умчански тунел, заведен под инвентарским бројем 477, део је збирке Природњачког музеја у Београду.

Опис: Отолит правоугаоног облика, издужен, танак (сл. 35). Унутрашња страна отолита конвексна, што је највише изражено у централном делу. Дорзални обод благо таласаст, вентрални обод израженије таласаст у односу на дорзални. Постериорни обод нижи од антериорног обода, оба скоро вертикална. Сулкус померен незнатно вентрално, прав, хомосулкоидан са два једнака коликулума. Коликулуми постављени на знатној удаљености од антериорног и постериорног облика. Сулкус широко отворен антериорно, постериорно такође отворен, али ужи. Колум широк, јасно уочљив. Вентрално се пружа широка и плитка вентрална бразда. Спољашња страна отолита конвексна са радијалним браздама.



Слика 35. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Paratrisopterus* sp. 1 са локалитета Умчански тунел: а) унутрашња страна отолита, б) спољашња страна отолита, с) латерални приказ.

Дискусија: Личи на врсту *Paratrisopterus caspius*, обе врсте поседују два овална коликулума, постављена на знатној удаљености са јасно израженим колумом. Разликују се по већој закривљености отолита, овде приказаног примерка, што се јасно уочава у латералном положају отолита.

Paratrisopterus sp. 2

(сл. 36)

Материјал: 5 отолита са локалитета Умчански тунел, заведен под инвентарским бројем 477, део је збирке Природњачког музеја у Београду.

Опис: Отолит овалног облика, изузетно издужен, танак (сл. 36). Унутрашња страна отолита равна. Дорзални обод гладак са највишом тачком у централном делу. Вентрални обод гладак, хоризонталан. Антериорни и постериорни ободи заобљени, глатки, без усека. Сулкус

позициониран медијално, прав, продубљен, са већим каудалним коликулумом, док је остијални коликул нешто дубље постављен (остијум је дубљи од кауде). Оба коликулума удаљена од постериорног и антериорног обода. Колум је широк, без препознатљивог псеудоколикулума. На дорзалном пољу није уочљива дорзална депресија, такође вентрално недостаје вентрална бразда. Спољашња страна отолита умерено конкавна са нејасним радијалним браздама.



Слика 36. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Paratrisopterus* sp. 2 са локалитета Умчански тунел: а, d, е) унутрашња страна отолита, б) спољашња страна отолита, с) латерални приказ.

Дискусија: Ова врста поседује бројне морфолошке карактеристике, које је дефинишу као припадника рода *Paratrisopterus*. Отолит је елипсоидног облика, танак и издужен. Поседује два коликулума приближно исте величине. Колум није јасно уочљив.

Paratrisopterus sp. 3

(сл. 37)

Материјал: 32 отолита са локалитета Умчански тунел, заведен под инвентарским бројем 477, део је збирке Природњачког музеја у Београду.

Опис: овалан, издужен отолит, умерено масиван и дебео (сл. 37). Унутрашња страна отолита равна. Дорзални и вентрални ободи благо таласасти. И дорзални и вентрални обод падају ка антериорном и постериорном ободу, односно отолит се сужава антериорно и постериорно. Вентрални обод је највиши нешто испред постериорног обода, а дорзални у централном делу. Сулкус је постављен у средини отолита, затворен је, релативно плитак, хомосулкоидан. Коликулуми су једнаке величине, постављени на знатној удаљености од антериорног и постериорног обода. Плитка вентрална бразда се пружа уз сам вентрални обод, није јасно уочљива. Спољашња страна отолита конвексна са нејасним радијалним браздама.



Слика 37. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Paratrisopterus* sp. 3 са локалитета Умчански тунел: a, d, e, f) унутрашња страна отолита, b) спољашња страна отолита, c) латерални приказ.

Дискусија: Веома подсећа на врсту *P. labiatus* (Schubert, 1905), познату из горњомиоценских наслага Медитерана (Schwarzhan, 2010). Разликују се по томе што врста *P. labiatus* поседује сулкус са мањим степеном закривљености. Такође, дорзални обод ове врсте је нижи.

Ред Perciformnes Bleeker 1859

Фамилија Acropomatidae Gill 1893

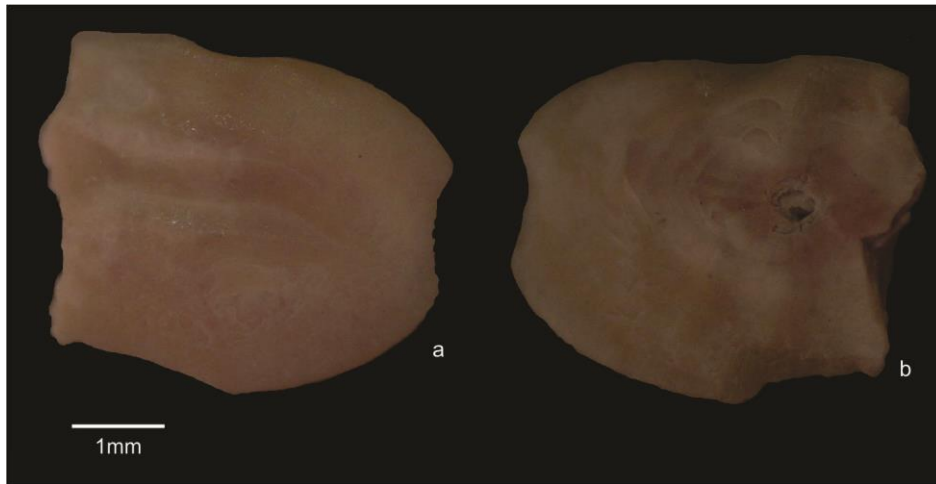
Род *Parascombrops* Alcock 1889

***Parascombrops mutinensis* Bassoli 1906**

(сл. 38)

Материјал: 1 отолит са локалитета Брајковац, део неинвентарисаног материјала из збирке Природњачког музеја у Београду.

Опис: Унутрашња страна отолита је благо конвексна, што је највише изражено постериорно. Сулкус је раван, постављен у централном делу отолита, кауда и остијум су приближно једнаке ширине, али је кауда два пута дужа (сл. 38). Кауда скроз равна, без закривљеног постериорног краја. На споју остијума и кауде се уочава мала, плитка депресија. Постостијални обод је оборене ивице, није значајно истакнут. Дорзални обод благо таласаст. Вентрални обод гладак. Постериорни обод такође благо таласаст са слабо израженом постдорзалном спином. На постериорном пољу уочљива депресија неправилног облика. На дорзалном пољу уочљива плитка дорзална депресија позиционирана изнад кауде, такође је видљива и благо назначена дорзална ивица. Антериорни обод гради рострум и антирострум. Антирострум почиње на ободу дорзалне ивице остиума. Спољашња страна отолита је неравна, глатка, конкавна у централном делу.



Слика 38. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Parascombrops mutinensis* са локалитета Брајковац: а) унутрашња страна отолита, б) спољашња страна отолита.

Дискусија: *P. mutinensis* је врло сличног облика као *Verlius pseudomicrolepis*, обе врсте поседују масиван постериорни угао отолита, што нам указује да су блиско повезани.

Стратиграфско распрострањење: ова врста је позната од горњег миоцена до раног плиоцена (Schwarzans & Prokofiev, 2017).

Подред Gobioidei Jordan и Evermann 1896

Фамилија Gobiidae Cuvier 1816

Род *Aphia* Risso, 1827

***Aphia djafarovae* Bratishko, 2015**

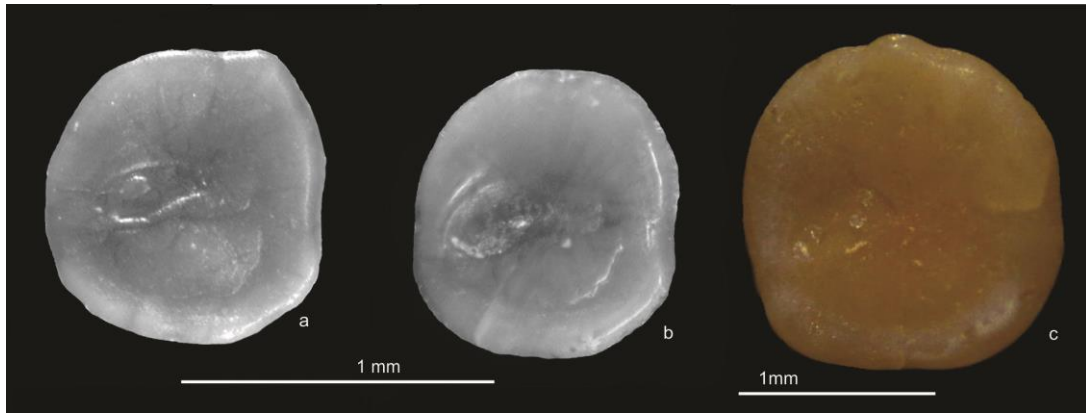
(сл. 39)

2015 *Aphia djafarovae* n. sp. – Bratishko, Schwarzans & Reichenbacher: sl. 10–1 do –6.

Материјал: 1 примерак из слабо везаних пескова са локалитета Раковички поток, издвојен из композитног узорка RP–1.

Дијагноза: Мали отолит, округлог облика (сл. 39). Сви ободи заобљени, осим постериорног који је незнатно заравњен. Сулкус постављен у централном делу, остијум шири и већи од кауде; субкаудални иугум недостаје.

Опис: Отолит мале величине, веће висине него ширине (OL:OH= 0.9–1.0). Унутрашња страна отолита је потпуно равна. Сви ободи су глатки и заобљени, осим постериорног који је благо заравњен. Сулкус је постављен у централном делу отолита, ближе антериорном ободу. Остијум је шири и дужи од кауде. На дорзалном пољу уочљива добро развијена широка дорзална депресија. Вентрално приметна вентрална бразда која прати вентрални обод. Спољашња страна отолита конвексна и глатка.



Слика 39. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Aphia djafarovae*: a, b) примерци са локалитета Mangyshlak, Казахстан; холотип и паратип и c) примерак са локалитета Раковички поток.

Дискусија: *A. djafarovae* је слична врсти *A. weinbrechti* (Schwarzahns, 2010) од које се разликује по мање компресованом облику отолита и већем остијуму. Такође, слична јој је и врста *A. macrophthalma* (Schwarzahns et al., 2017) која има облик тела веће висине и ужи остијум.

Стратиграфско распрострањење: Ова врста је први пут описана из конкијских (горњобаденских) седимената локалитета Mangyshlak у Казахстану (Bratischko et al., 2015).

Род *Buenia* Iljin, 1930

***Buenia rudolticensis* (Prochazka, 1900)**

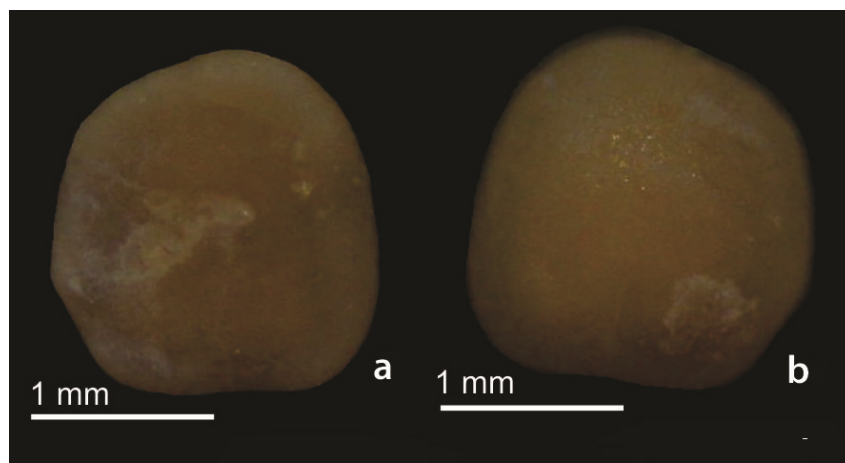
(сл. 40)

1900 *Otolithus (Gobius) rudolticensis* – Prochazka: sl.3.

1992 *Gobiidarum* sp. 3 – Radwanska: sl. 148; tab. 35, sl. 7–8.

Материјал: један примерак са локалитета Каменово, издвојен из пробе 1334.

Опис: Танак отолит, малих димензија, округластог облика (сл. 40). Унутрашња страна отолита равна. Сулкус мали, померен антериорно, скоро до саме ивице антериорног обода. Остијум скоро дупло дужи од кауде. Субкаудални иугум није уочљив. Вентрални обод субхоризонталан. Дорзална депресија и вентрална бразда нису препознате. Спољашња страна отолита конвексна.



Слика 40. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Buenia rudolticensis*: а) унутрашња страна отолита; б) спољашња страна отолита

Дискусија: Ова врста је слична врстама *B. elegans* (Schwarzahans, 2017) и *P. bunyatovi* (Bratishko et al., 2015) од којих се разликује по положају и ширини сулкуса. Такође, *B. rudolticensis* поседује заобљенију контуру сагите.

Стратиграфско распрострањење: Ова врста је позната из баденских седимената Пољске (Radwanska, 1992). Такође, позната је и из миоценских седимената локалитета Rudoltitzer (Prochazaka, 1900).

Buenia sp.

(сл. 41)

Материјал: 2 примерка са локалитета Каменово, издвојена из пробе 1334.

Опис: Округласт, овалан отолит, малих димензија. Сулкус узак, ниског остијалног лоба, без субкаудалног иугума (сл. 41).

Дискусија: Наведене карактеристике су типичне за припаднике рода *Buenia*, али атипичан израштај на дорзалном ободу, положај сулкуса и заобљена контура, издвајају ову врсту од познатих врста овог рода. С обзиром да је из седимената овог локалитета издвојен мали број примерака, потребно је извршити накнадна узорковања, издвајање примерака и прикупљање више података како би се могла извршити прецизнија систематска класификација.



Слика 41. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Buenia* sp.: а) унутрашња страна отолита; б) спољашња страна отолита

Род *Deltentosteus* Steubaut 1984

***Deltentosteus telleri* (Schubert, 1906)**

(сл. 42)

1906 *Ot. (Gobius) teller* n. sp. – Schubert: tab. 20, sl. 27 – 28

1966 *Gobius telleri* Schubert – Smigielska: tab. 19, sl. 1

1973 *Gobius telleri* Schubert – Smigielska: tab. 5, sl. 1 – 3

1984 genus aff. *Deltentosteus* sp. – Steurbaut: tab. 32, sl. 5 – 10

1992 *Deltentosteus telleri* (Schubert) – Radwanska: text – sl. 139, tab. 33, sl. 1 – 7

1994 *Deltentosteus telleri* (Schubert) – Brzobohaty: tab. 7, sl. 14 – 18

1998 *Deltentosteus telleri* (Schubert) – Reichenbacher: tab. 3, sl. 11

2007 *Deltentosteus telleri* (Schubert) – Brzobohaty, Nolf & Kroupa: tab. 8, sl. 2 – 5

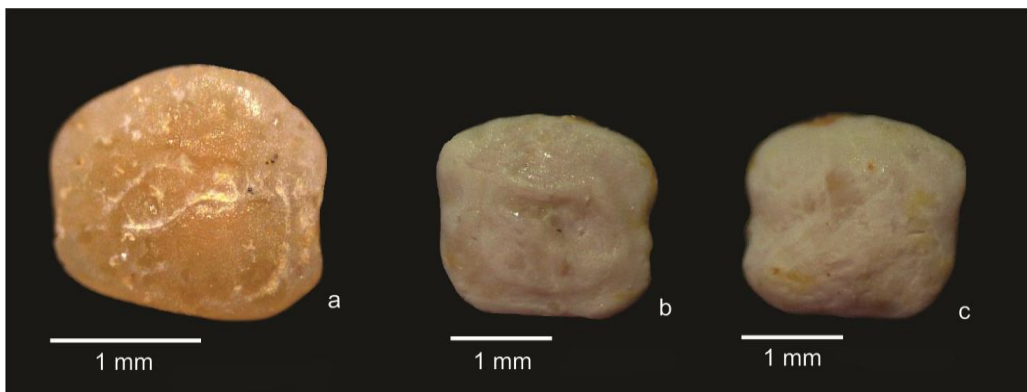
2010 *Deltentosteus telleri* (Schubert) – Schwarzhans: tab. 101, sl. 6 – 9

Материјал: један отолит са локалитета Раковички поток, број пробе RP–1 и 4 примерака са локалитета Каменово, издвојена из пробе 1334. Оба локалитета су горњобаденске старости.

Дијагноза: OL:OH = 1.05 – 1.15; OH:OT = 2.5 – 3.0 (сл. 42). Масиван отолит са плитким сулкусом. Дорзални обод је благо закривљен, док је вентрални обод раван. Постдорзална пројекција је проширена и тупа. Остијални лоб је карактеристично назначен. Унутрашња страна отолита је равна, спољашња страна је конвексна.

Опис: Масиван отолит, правилне контуре. Дорзални обод је благо таласаст, а вентрални гладак и заравњен. Антериорни обод је скоро вертикалан и ниже позициониран од постериорног обода. Преддорзални угао и постдорзална пројекција широко заокружени. Унутрашња страна отолита је конвексна. Сулкус је плитак и померен постериорно. Дорзална

депресија је постављена високо, дугачка је и пружа се дуж сулкуса. Вентрална бразда је уочљива и пружа се уз сам вентрални обод. Спољашња страна отолита је конвексна.



Слика 42. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Deltentosteus teller*: а) унутрашња страна отолита, примерак са локалитета Раковички поток; б, с) примерак са локалитета Каменово, б) унутрашња страна отолита, с) спољашња страна отолита.

Дискусија: Веома сличан врсти *D. eggenburgensis*, али се од ње разликује по специфичном облику дорзалног обода, глаткој спољашњој страни отолита и мањем степену издужености отолита (Schwarzahns, 2010).

Стратиграфско распрострањење: ова врста је позната из доњег и средњег миоцена (карпат и баден) Паратетиса. У северно–морском басену је позната из доњег миоцена и бадена. У Медитерану се појављује у горњем миоцену и доњем плиоцену (Schwarzahns, 2010).

Род *Gobius* Linnaeus, 1758

Gobius mustus Schwarzahns, 2014

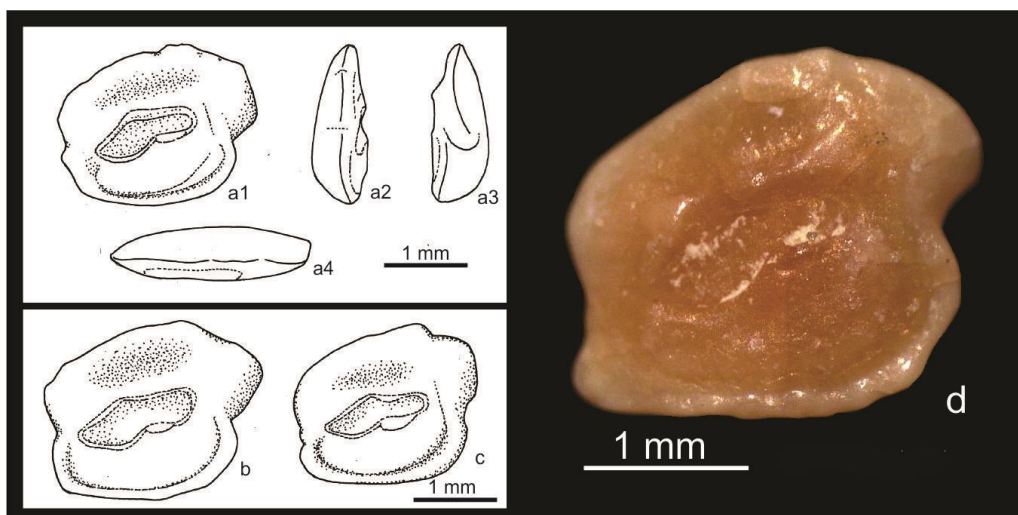
(сл. 43)

2014 *Gobius mustus* n. sp. – Schwarzahns: tab. 8, sl. 4–16.

Материјал: 6 отолита из слабо везаних пескова, локалитет Раковички поток, број пробе RP–1.

Дијагноза: Отолит правоугаоног облика (OL:OH=1.1:1.3; сл. 43). Превентрална пројекција благо истакнута или тупа; постдорзална пројекција кратка, заобљена, благо савијена ка споља. Преддорзални угао добро развијен, истакнут; поствентрални угао заобљен. Остијални лоб је ниско постављен; присутан субкаудални иугум.

Опис: Масиван отолит, правоугаоног облика. Унутрашња страна отолита благо конкавна у централном делу. Вентрални обод раван и гладак. Дорзални обод незнатно таласаст, виши у постериорном делу. Антериорни и постериорни ободи скоро вертикални са удубљењима у висини сулкуса. Сулкус постављен у средини отолита, веома плитак. Остијални лоб низак. Уочљив мали и кратак субкаудални иугум. На дорзалном пољу се примећује широка и истакнута дорзална депресија. Вентрално је уочљива снажна вентрална бразда која се антериорно пружа до остијума, а постериорно иде иза каудалног врха. Спољашња страна отолита је глатка и конвексна.



Слика 43. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Gobius mustus*: а) холотип (Schwarzahans, 2014): а1–унутрашња страна отолита, а2– постериорна страна, а3– anteriорна страна, а4– дорзална страна; b, c) паратипови (Schwarzahans, 2014), d) примерак из Раковичких пескова.

Дискусија: *G. mustus* је сличан рецентним врстама *G. auratus* и *G. fallax* од којих се разликује по истакнутој превентралној пројекцији.

Стратиграфско распрострањење: ова врста је први пут описана у средњомиоценским (серавалиан, односно горњи баден/доњи сармат) седиментима Караман басена, Турска (Schwarzahans, 2014).

Gobius reichenbacherae Schwarzahans, 2014

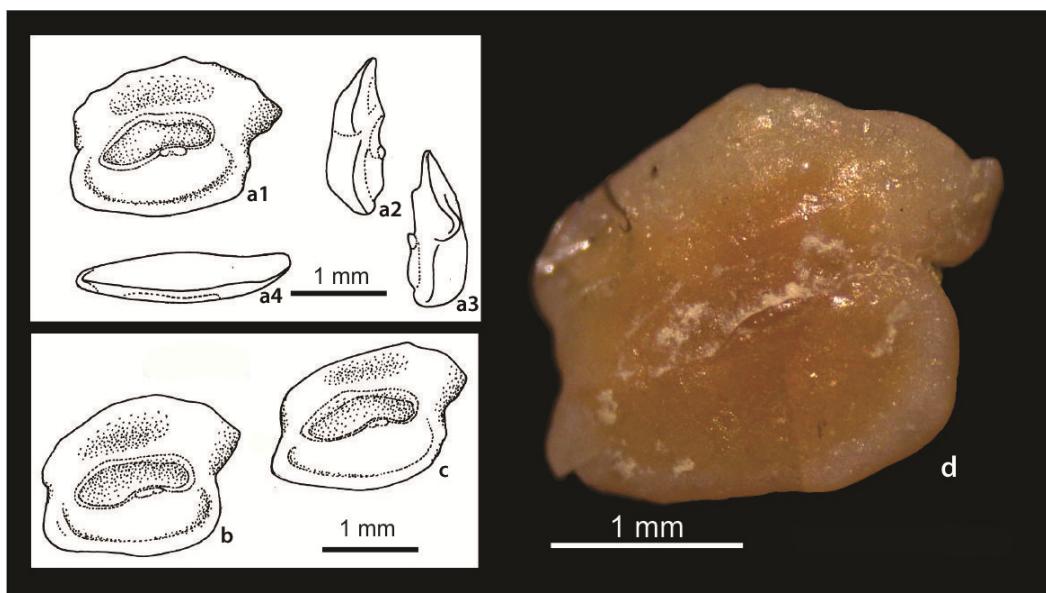
(сл. 44)

2014 *Gobius reichenbacherae* n. sp. – Schwarzahans: tab. 9, sl. 2–9.

Материјал: 3 отолита из слабо везаних пескова, локалитет Раковички поток, број пробе RP–1.

Дијагноза: Отолит правоугаоног облика (OL:OH=1.25:1.35; сл. 44). Превентрална пројекција слабо изражена; постдорзална пројекција кратка, затупљена, благо савијена ка споља. Остијални лоб низак. Субкаудални иугум веома мали.

Опис: Отолит умерене дебљине, благо издужен. Унутрашња страна отолита незнатно конвексна. Вентрални обод раван, дорзални обод постериорно виши. Постдорзална пројекција истакнута, превентрална пројекција широко заобљена. Преддорзални и поствентрални углови тупи. Сулкус постављен у централном делу отолита, умерено дубок са добро развијеним остијалним лобом. У anteriорном делу тик испод кауде уочљив мали субкаудални иугум. На дорзалном пољу уочљива широка и дубока дорзална депресија. Спољашња страна отолита конвексна и глатка.



Слика 44. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Gobius mustus*: а) холотип (Schwarzahns, 2014): а1–унутрашња страна отолита, а2– постериорна страна, а3– anteriорна страна, а4– дорзална страна; b, c) паратипови (Schwarzahns, 2014), d) примерак из Раковичких пескова.

Дискусија: Разликује се од *G. mustus* по већој конвексности унутрашње стране отолита, као и по облику преддорзалног угла, који је дужи и позициониран је ниже.

Стратиграфско распрострањење: ова врста је први пут описана у средњомиоценским (серавалиан, односно горњи баден/доњи сармат) седиментима Караман басена, Турска (Schwarzahns, 2014).

Gobius sp.

(сл. 45)

Материјал: 1 отолит са локалитета Врачевић (бушотина В–1), 1 отолит са локалитета Умчански тунел (проба 477) и 5 отолита са локалитета Колубарски угљени басен (бушотина Gj–120/86).

Опис: Отолит правоугаоног облика, масиван (сл. 45). Унутрашња страна отолита умерено конкавна. Дорзални обод благо таласаст, највиши у централном делу. Антериорни обод гладак и скоро вертикалан. Преддорзални и поствентрални углови заобљени. Превентрална пројекција умерено истакнута. Постдорзална пројекција истакнута, оштра и благо пада ка доле, незнатно нижа или исте висине као и преддорзални угао. Сулкус постављен централно, широк, плитак, са нејасним ободом. Субкаудални иугум није присутан. Остијални лоб низак. На дорзалном пољу је уочљива плитка и мала дорзална депресија. Вентрални обод је скоро хоризонталан, прати га благо изражена, нејасна вентрална бразда. Спољашња страна отолита конвексна, глатка.



Слика 45. Морфолошке карактеристике отолита *Gobius* sp. : a, b, c) примерак из бушотине Gj-120/86; d) примерак са локалитета Умчански тунел; e) примерак из бушотине В-1; a, d, e) унутрашња страна отолита, b) спољашња страна отолита, c) латерални приказ.

Дискусија: Отолити ове врсте су карактеристични по плитком, широком сулкусу и приближно истој величини остиума и кауде. Антериорни обод је знатно нижи од постериорног. Прецизнија одредба ових форми захтева додатна истраживања и поређења ових примерака са бројним врстама рода *Gobius*.

Род *Knipowitschia* Iljin 1927

***Knipowitschia suavis* Schwarzhans 2014**

(сл. 46)

2014 *Knipowitschia suavis* n. sp.– Schwarzhans: tab. 10, sl. 7 – 14

2015 *Knipowitschia suavis* Schwarzhans – Bartishko et al.: sl. 10.7 – 10.12

2015 *Knipowitschia suavis* Schwarzhans – Schwarzhans et al.: sl. 7.9 – 13

Материјал: 21 отолит са локалитета Раковички поток (проба RP-1) и један примерак са локалитета Петровац (проба 1063). 4 примерка са локалитета поток Сумијевац (пробе K-2 и K-3, Коцељева) и 2 примерка са локалитета Мало Лаоле (проба 1394).

Дијагноза: OL:OH = 0.85 – 0.9; OH:OT = 3.0 – 3.5. Сулкус широк, нагнут под углом од око 10°. Контура отолита је троугласта. Предорзални и поствентрални углови су јасно изражени (сл. 46).

Опис: *K. suavis* се карактерише малим, компресованим отолитом, троугласте контуре. Превентрални и поствентрални углови се истичу. Предорзални угао је ниско позициониран, док је медиодорзални високо постављен. Постдорзална пројекција се не истиче. Унутрашња страна отолита благо конвексна са сулкусом који је незнатно померен ка доле у односу на централни положај. Остијални лоб је приметан и веома плитак. Субкаудални иугум је са јасном контуром, велики и дугачак; протеже се целом дужином кауде. Дорзална депресија мала, продубљена и постављена централно, изнад сулкуса. Вентрална бразда је истакнута и пружа се близу вентралног обода. Спољашња страна отолита је конвексна.



Слика 46. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Knipowitschia suavis* са локалитета Раковички поток: b, c, d) унутрашња страна отолита, а) спољашња страна отолита.

Дискусија: Веома је слична са *Lesueurigobius suerii*, њихове јувенилне форме се веома тешко могу међусобно распознавати. Код адултних форми, карактеристично за дијагностику је то што се код *K. suavis* уочава дуг субкаудални иугум и високо позициониран медиодорзални угао. Данашње врсте рода *Knipowitschia* налазе се у слатководним, бракичним и маргинално морским водама источног Медитерана. Врста *K. suavis* је веома слична данашњим рецентним врстама *K. caucasica* и *K. thessala*, које такође имају дугачак субкаудални иугум, који никад није толико велики и проширен као код *K. suavis* (Schwarzahns, 2014).

Стратиграфско распрострањење: Први налазак ове врсте је забележен у сервалијену (средњи миоцен, горњи баден/сармат) Караман басена, Турска (Schwarzahns, 2014). У Источном Паратетису ова врста је позната из конкиана (горњи баден), локалитет Mangyshalk, Казахстан (Bratishko et al., 2015). Код нас, постојање ове врсте је уочено у седиментима горњег бадена и доњег сармата (доњи волин) околине Барајева, Београд (Schwarzahns et al., 2015).

Род *Klincigobius* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzahns 2019

Типска врста: *Gobius serbiensis* Gaudant 1998

Порекло имена – етимологија: назив по локалитету Клинци, Ваљевско–мионички басен, Србија; у комбинацији са именом рода *Gobius*.

Дијагноза (према Bradić–Milinović et al., 2019): Род припада фамилији *Gobiidae*, субфамилији *Gobiinae* са следећом комбинацијом карактеристика. Поседује 26–28 пршљенова (углавном 27–28), од којих су 12 (ретко 11) абдоминални. Прво дорзално пераје садржи 6 спина, друго дорзално пераје садржи једну спину и 8 до 9 зрака. Последња птеригофора првог дорзалног пераја се убацује између неуралних спина шест и седам; слободан интернеурални простор је између неуралних спина седам и осам; прва птеригофора другог дорзалног пераја се умеће између неуралних спина девет и десет. Формула птеригофора првог дорзалног пераја је 3–221101. Анално пераје је померено благо постериорно у односу на друго дорзално пераје са спином која је опозитна трећем зраку другог дорзалног пераја. Једна птеригофора аналног пераја претходи првој хемалној спини. База аналног пераја достиже вертикалу кроз седми каудални пршљен и завршава се постериорно до завршетка другог дорзалног пераја. Један епурал. Ктеноидне крљушти. Глава дуга, али уска, дорзално депресована са доњом вилицом дужом од горње; дужина главе 34,0% од SL и дубином главе 22,9% од SL. Дужина пекторалних пераја је 9,4–11,7% од SL. Дентална кост је дугачка и витка, завршава се плитким короноидним процесом са бројним каниформним зубима савијеним ка унутра. Премаксилна са постериорним процесом. Максила

је дуга, уска и завршава антериорно са антеро–латералним процесом. Отолити су мало ужи, него виши (OL:OH=1,1–1,35), облика паралелограма. Сулкус са ниским остијалним лобом. Субкаудални иугум истакнут, постављен испод предњег дела кауде, благо издигнут у односу на сулкус.

Дискусија (према Bradić–Milinović et al., 2019): Род *Klincigobius* је повезан са родом *Gobius*, по томе што имају исту формулу птеригиофора (3–221101), по укупном броју пршљенова (26–28), присуству једног епурала и уочљивом постериорном процесу на премаксили. Род *Klincigobius* се разликује од рода *Gobius*, по броју абдоминалних пршљенова. Род *Gobius* претежно поседује 12, ретко 11 абдоминалних пршљенова, док *Klincigobius* поседује 11. Такође, род *Klincigobius* садржи мањи број зрака у другом дорзалном перају I+8–11, насупрот I+11–16, I+8–9 и I+10–14. Још једна од разлика је и дугачка и витка дентална кост. Отолити рода *Klincigobius* су слични отолитима рода *Gobius*, али са субкаудалним иугумом, који је нешто проширен и истакнут изнад продубљеног сулкуса.

Такође се уочава сличност и са представницима изумрлог рода *Eleogobius* Gierl & Reichenbacher, 2015. Род *Klincigobius* дели са родом *Eleogobius* мали број зрака у другом дорзалном перају (I+8–11, према I+9–11) и аналном перају (I+8–9, према I+7–11). Број пршљенова код оба рода је 26–28, а абдоминалних пршљенова 12, ретко 11. Формула птеригиофора није наведена у Gierl & Reichenbacher, 2015, нити у претходним публикацијама које се баве скелетима риба које су сада смештене у род *Eleogobius* (Reichenbacher et al., 2007; Brzobohaty & Gaudant, 2009), али је на фотографијама, веома добро очуваних примерака, приказаним у Brzobohaty & Gaudant, (2009) јасно уочљива формула 3–221101, исто као и код рода *Klincigobius*. Међутим, род *Eleogobius* су установили Gierl & Reichenbacher (2015), као фосилног представника гобиоформи. Упућују на присуство 6 бранхиостегалних зрака, који нису уочени код *Gobiidae*, док је дијагностички карактер облик предњег врха палатинума у облику слова Т, који је примећен код *Gobiidae*. Базални гобиоиди, укључујући *Butidae* и *Eleotridae*, имају два кратка, витка бранхиостегална зрака убачена на задњој страни уског предњег дела цератохијала и четири дуга бранхиостегална зрака која се налазе на широком задњем делу цератохијала. Код *Gobiidae* постоји само један кратак, витак бранхиостегални зрак и стога укупно 5 бранхиостегала, што се сматра синапоморфијом породице. У Gierl & Reichenbacher (2015), на слици 2B, која приказује *Eleogobius gaudanti* могу се уочити два кратка, витка антериорна бранхиостегала, али један од њих се налази много далеко антериорно него обично, готово на врху цератохијала. На њиховој фигури 2D (Gierl & Reichenbacher, 2015) *Eleogobius brevis* показује сличну позицију првог бранхиостегалног зрака, који је међутим знатно дужи од другог зрака, што је такође необична карактеристика. Исто важи и за примерак на слици 3A *Eleogobius brevis* у Reichenbacher et al., (2007), затим *Gobius brevis*. По мишљењу Bradić–Milinović et al., (2019) ове разлике остављају простора за размишљање да ли је предњи најшири бранхиостегални зрак код рода *Eleogobius* хомологан статусу који се уочава код базалних *Gobioidei*. У сваком случају, она представља одрживу разлику у односу на род *Klincigobius*. Такође, отолити рода *Eleogobius* се разликују од оних код рода *Klincigobius*, по одсуству субкаудалног иугума. Према Bradić–Milinović et al., (2019) *Eleogobius* је вероватно повезан, али различит од рода *Klincigobius*. Род *Eleogobius* је познат од горњег дела доњег миоцена до средњег дела доњег миоцена Бечког басена (Brzobohaty & Gaudant, 2009), басена Баварских моласа (Reichenbacher et al., 2007; Gierl & Reichenbacher, 2015) и западне Швајцарске (Reichenbacher & Weidmann, 1992; Reichenbacher, 1993).

Доњомиоценска слатководна до бракична средина Mainz басена садржи још једну групу, вероватно сродних слатководних гобида: *Gobius francofurtanus* Koken, 1891, познат на основу

изолованих отолита и артикулисаних скелета, делимично са отолитима *in situ* и отолитне врсте „*Gobius*“ *rostratus* Weiler, 1963, „*Gobius*“ *altus* Weiler, 1963 и „*Gobius*“ *moenanius* Weiler, 1963. Чини се да су све ове врсте тесно повезане и добиле су назив као група „*Gobius*“ *francofurtanus*. Скелет „*Gobius*“ *francofurtanus*—а укратко су описали Weiler (1963) и Eikamp & König (1981), али то није довољно за детаљно поређење. Међутим, њихови отолити се разликују од отолита *Klincigobius*—а због одсуства субкаудалног иугума, иако је код „*Gobius*“ *rostratus* понекад уочљив веома мали субкаудални иугум (Malz, 1978; Reichenbacher, 2000). Друга врста „*Gobius*“ *schadi* Weiler, 1963 поседује потпуно другачију морфологију отолита, која подсећа на отолите елеотрида.

Врсте: Две врсте из слатководног доњег миоцена (бурдигал) локалитета Клинци: *Klincigobius andjelkovicae* n.sp. и *K. serbiensis* (Gaudant 1998). Нису пронађени изоловани отолити, који су припадници рода *Klincigobius*.

Klincigobius serbiensis (Gaudant, 1998)

(сл. 47, 48, 49)

1978 *Lepidocottus brevis* Agassiz – Anđelković: таб. 1, сл. 2.

1978 *Aspius elongatus* Meyer – Anđelković: таб. 1, сл. 3

1978 *Aspius* cf. *elongatus* Meyer – Anđelković: таб. 1, сл. 4

1978 *Smerdis formosus* Meyer – Anđelković: таб. 2, сл. 1a

1998 *Gobius serbiensis* n. sp. – Gaudant, сл.2

Материјал: 8 скелета (RGFAJ65, RGFAJ73, RGFAJ74, RGFAJ84 (холотип), RGFAJ87, RGFAJ103, RGFAJ104 и RGFAJ115) и 13 отолита *in situ* (RGFAJ18/1, RGFAJ49/1, RGFAJ57/1, RGFAJ68/1 и RGFAJ75/1) са локалитета Клинци. 40 изолованих отолита са локалитета поток Грабовац (Врачевић; проба 107/15).

Дијагноза: погледати табелу 1 и поглавље дијагнозе рода.

Опис:—Скелет – Приликом описивања морфолошких карактеристика скелета, у обзир су узета три најбоље очувана примерка (RGFAJ65, RGFAJ103 и RGFAJ104), (Bradić–Milinović et al., 2019).

Неокранијум. Лобања је бочно компресована код једног, а дорзо–вентрално компресована код друга два примерка. Већина костију је оштећена, фрагментирана и њихов облик је само делимично препознатљив. Посебно је окципитални део лобање потпуно разбијен на ситне делове код свих примерака. Фронталне кости, које чине велики део лобањског крова, прилично су комплетне са уским интерорбиталним подручјем, а затим се проширују постериорно; интерорбитални део и фронтална ивица формирају задњи обод орбите и показују посебну депресију у облику жлеба за супраорбитални канал бочне линије главе. Овални сфенотик је постављен постериорно од фронталне кости.

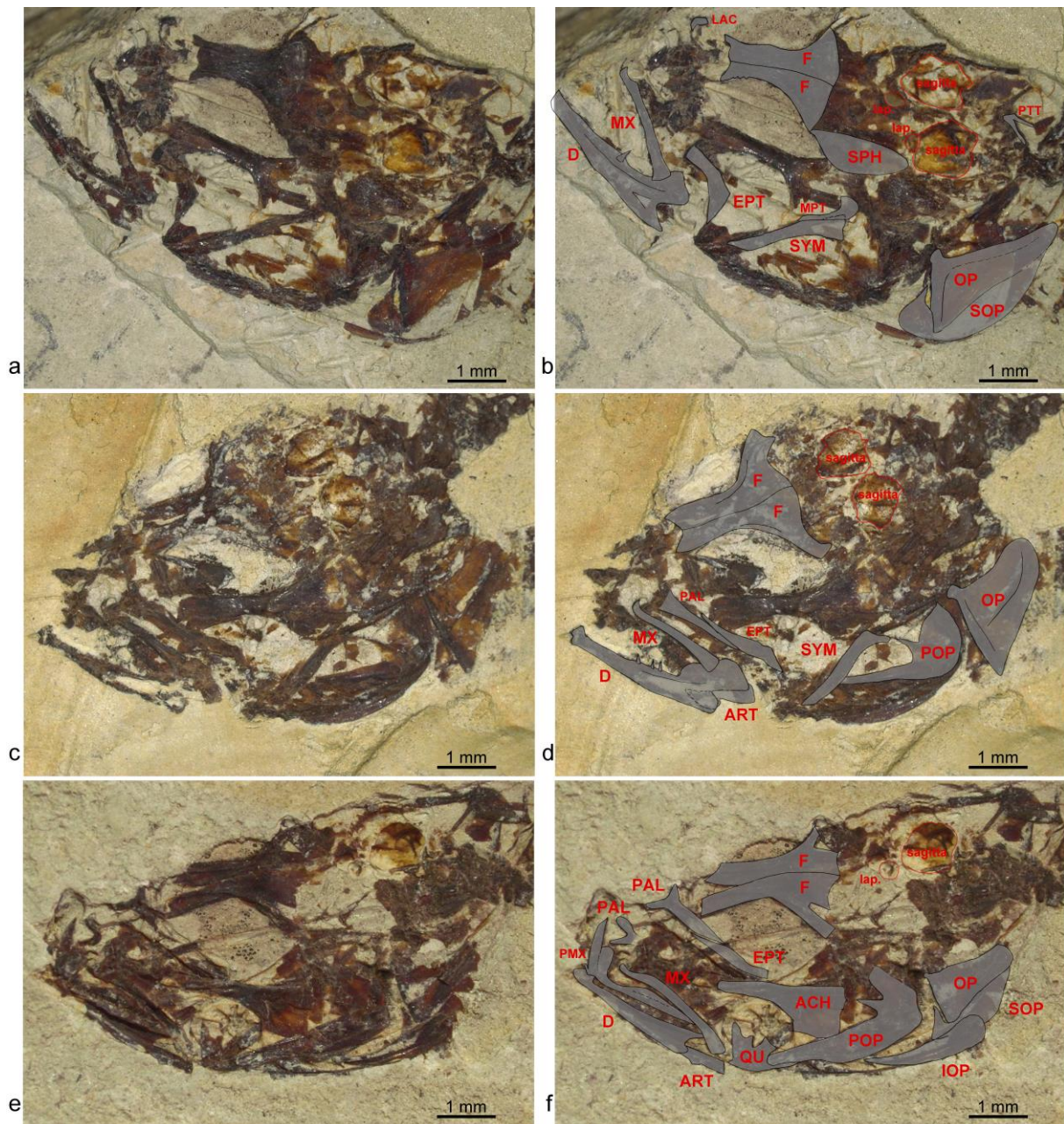
Челусти. Премаксила је дуга, уска са три процеса: два на предњој страни одвојена су дубоким зарезом, први је дуг и узак растући процес, други је шири, али краћи максиларни процес. И трећи постмаксиларни процес се развија као низак гребен, који достиже највишу тачку приближно на средини премаксиле, пре него што се постепено смањи идући ка истакнутом делу премаксиле. Премаксиларни зуби су постављени у два реда малих, конусних зуба и неколико великих каниформних зуба на предњој страни (сл. 49). Премаксила је приближно исте дужине као и дентална кост. Максила је дуга, уска, благо конвексна и благо проширена постериорно; антериорно се завршава у преклапајућем облику

попут куке. Цела доња чељуст је дугачка и витка, а нарочито дентална кост. Примећено је да је дентална кост виша у постериорном делу где се завршава у кратком короноидном процесу; његова постериорна ивица је уочљива. Зубни део денталне кости се разликује од оног на премаксили, приказује много великих каниформних зуба постављених целом дужином, са врховима зуба повијеним ка унутра (сл. 49). Ангулоартикулар се умеће са дорзалном руком медијално у постериорном засеку денталне кости. Вентрална ивица доње вилице обликује глатку линију, због слабости њеног вентралног рамуса. Ретроартикулар није препознатљив.

Оперкуларна серија. Оперкулум је велики и троугластог је облика. Интероперкулум је дуг, у облику сечива, померен је уназад, делимично покрива субоперкулум (сл. 47). Субоперкулум је кукастог облика. Преоперкулум је у облику полумесеца; његов веома широк дорзални део носи посебан симплектички процес, који заједно са уским вентралним делом преоперкулама обликује постеро–вентралну маргину, добро развијеног форамена суспензиорум (сл. 47).

Суспензиорум. Квадратна кост је формирана од стране ламеларног тела и вентрално показује уски процес, проширен постеро–дорзално. Метаптеригоид је кратак и узак, лежи непосредно испред дорзалног дела симплектика. Симплектик је дугачак, у облику је штапа, шири се на дорзалном крају. Ово проширење показује на постериорном крају преоперкуларни процес, који у комбинацији са постериорном ивицом симплектикума формира антеро–дорзалну маргину добро развијеног форамена суспензиорум. Ектоптеригоид је издужен са проширеним постериорним делом. Предњи део палатинума носи два процеса, који резултирају обликом ове кости у облику слова Т: први процес је антеро–латерални максиларни процес, а други медио–дорзални етмоидални процес. Ивица између ова два процеса је благо конкавна. Уски предњи део ектоптеригоида је чврсто везан уски задњи део палатинума, обе кости су приближно једнаке величине.

Хиоидна шипка и шкржни лукови. Само је велики, масивни, секирастог облика anteriорни цератохиал добро очуван.



Слика 47. *Klincigobius serbiensis* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzahns: детаљне фотографије глава (лево), означене кости главе (десно): a, b– RGFAJ104; c, d– RGFAJ103; e, f– RGFAJ74, (Bradić–Milinović et al., 2019).

Аксијални скелет. Кичмени стуб се састоји од 26–28 пршљенова, укључујући и уростил од којих су 11–12 абдоминални и 15–16 каудални пршљенови (таб. 3; сл. 48). Неуралне и хемалне спине су уске, издужене и оштре, сличне међусобне дужине, осим оних које носи други преурални пршљен (PRU2), код којег су модификоване. Неурална спина PRU2 ја мало проширена и кратка, док је хемална спина издужена и изразито проширена. Неуралне и хемалне спине се каче антериорно на средини пршљена, осим код PRU2–5, код којих се каче постериорно. Поседују осам плеуралних ребара, која се простиру бочно од 3 до 10 абдоминалног пршљена; на задњем (једанаестом) абдоминалном пршљену нису уочљива ребра. Парапофизе десетог и једанаестог пршљена су усмерене вентрално. Епинеурална ребра су такође уочљива.

Табела 3. Приказ меристичких и морфометријских карактеристика врста *Klincigobius serbiensis* и *Klincigobius andjelkovicae* (Bradić–Milinović et al., 2019).

	<i>Klincigobius serbiensis</i>		<i>Klincigobius andjelkovicae</i>
	HT – RGFAJ84	7 PT	HT – RGFAJ67
SL (mm)	29	28,8–45,3	48,5
Отолити <i>in situ</i>	Да		Да
Меристички подаци			
Прекаудалони пршљенови	12	11–12	
Укупан број пршљенова	27	26–28	(3)+16
D1	VI	V–VI	VI
D2	I+8	I+8–9	I+11
A	I+9	I+8–9	I+9
Пекторално пераје		13–15	
D1 последњи зрај између NS	NS6–NS7	NS6–NS7	
Празан неурални простор	NS7–NS8	NS7–NS8	
D2 прва Pt између NS	NS8–NS9	NS8–NS9	
Каудално пераје	16		
Формула дорзалне Pt	(3)221101	(3)221101	
Анална Pt1 опозитна	D2/3	D2/3	
Постмаксилатни процес на PMX	Сачуван	Сачуван	Сачуван
EPU	1	1	
AP	2	2	
SOP anteriorno–ventрални облик	Кукаст	Кукаст	
Тип крљушти	Ктеноидне	Ктеноидне	
Морфометрија (% од SL)			
Дужина главе	33,4	31,5–37,4	32,6
Висина главе	21,7	18,5–22,9	19,4
Максимална висина тела	20,0	17,9–22,9	19,4
Орбитални дијаметар	9,3	9,3–11,2	
Дужина D1	14,2	14,2–15,3	
Дужина A	23,4	17,6–23,4	19,8
PL– пекторална дужина	11,7	9,4–11,7	
Предорзал до D1	40	40–42,6	
Предорзал до D2	59,6	59,6–61,1	
Преанал	64,8	58,7–64,8	66,2
База од D1	10,3	9,4–10,3	
База од D2	20,3	15,3–20,3	

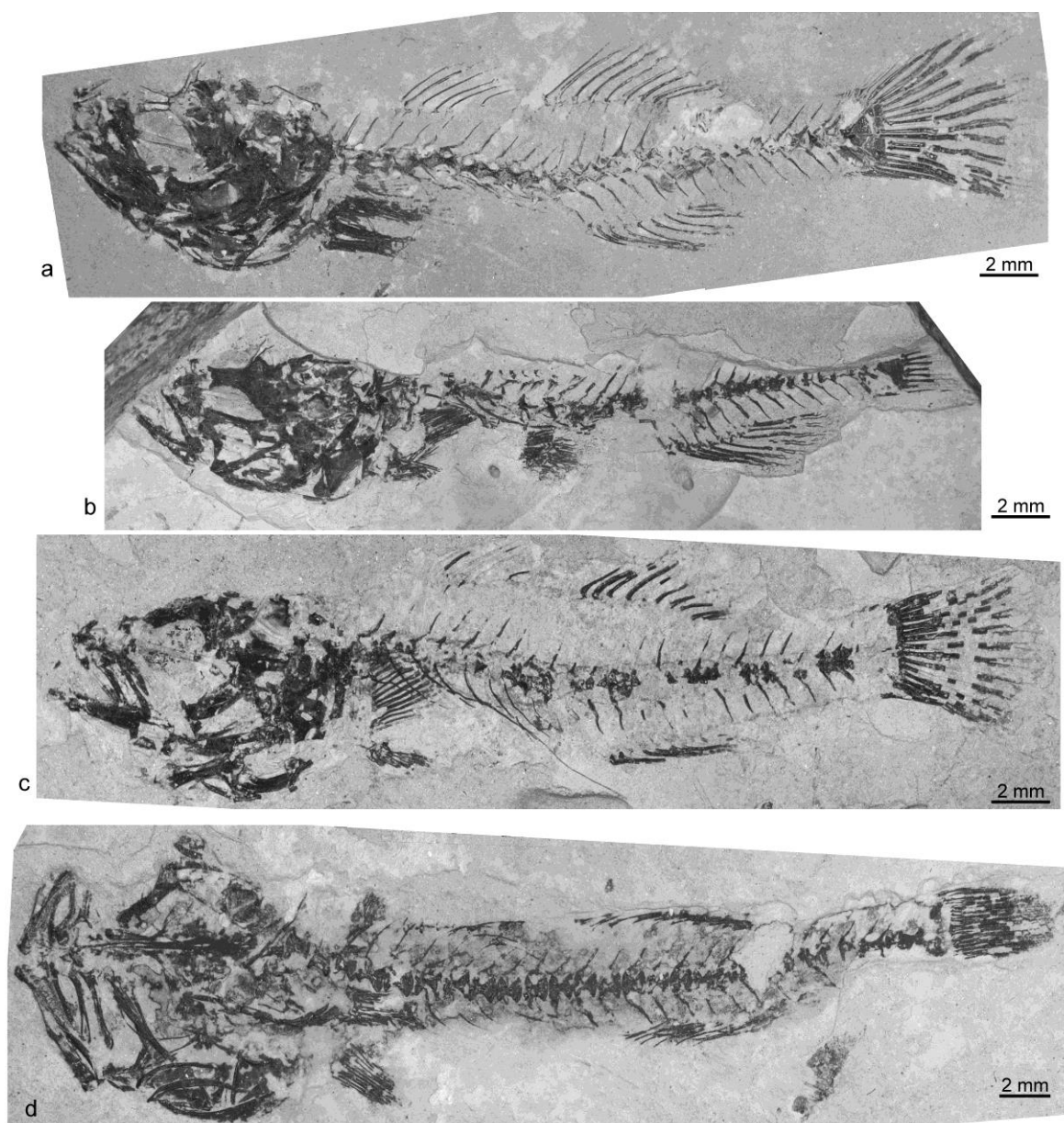
База од А	14,5	14,5–17,0	15,1
Дистанца од D1 до D2	7,9	8,6–7,9	

Каудални скелет. Каудални скелет посматран од вентралног до дорзалног дела се састоји од издуженог парахипурала, две хипуралне плоче, хипурала 5 и епурала (сл. 49). Прва хипурална плоча је формирана спајањем два хипурала, па се и назива хипурал 1+2, као и друга која носи назив хипурал 3+4. Прва хипурална плоча је позиционирана на вентралној страни уростила, док је друга спојена са његовим постериорним крајем. Хипурал 5 је мали и узак. Уочена је само једна велика епурална плоча (сл. 49). Између епуралне плоче и хемалне спине PRU2 закачено је 16 зрака каудалног пераја, од којих 14 чине главне зраке и простиру се од парахипурала до хипурала 5. Уочљиво је и неколико прокурентних спина, 9 дорзалних и 7 вентралних.

Непарна пераја. Прво дорзално пераје се састоји од 6 (VI) спина, сваку од њих носи по једна птеригиофора, прве две су уметнуте у интернеурални простор три (IS3), трећа и четврта у IS4, пета у IS5 и шеста у IS6 (таб. 3; сл. 48). Формула дорзалних птеригиофора је 3–221101. Примећен је један (седми) слободни интернеурални простор између првог и другог дорзалног пераја. Прва птеригиофора другог дорзалног пераја је прикачена у IS8. Друго дорзално пераје се састоји од једне спине и девет зрака (I+9); свака птеригиофора подржава по један елемент пераја, осим задње која носи два. Друго дорзално пераје је изразито веће од другог дорзалног пераја. Простор између два пераја је уочљив. Анално пераје садржи једну спину и осам зрака (I+8). Прва птеригиофора овог пераја подржава спину и први зрак, следеће птеригиофоре подржавају по један зрак, осим последње која подржава два. Анално пераје се налази на супротној страни од другог дорзалног пераја, његова спина је опозитна трећем зраку другог дорзалног пераја. Једна птеригиофора аналног пераја претходи првој хемалној спини.

Парна пераја. Од пекторалног до каудалног појаса нису уочљиви никакви елементи. Пекторална пераја садрже 15 зрака. Тачан број зрака карличних пераја није било могуће пребројати.

Крљушти. На примерцима AJ74 и AJ84 очувано је само неколико крљушти у бази другог дорзалног пераја. Крљушти су ктеноидне, величине око 0,8 mm и носе један ред дугачких, грубих и густо постављених ктенија, дуж дисталног обода (сл. 49).

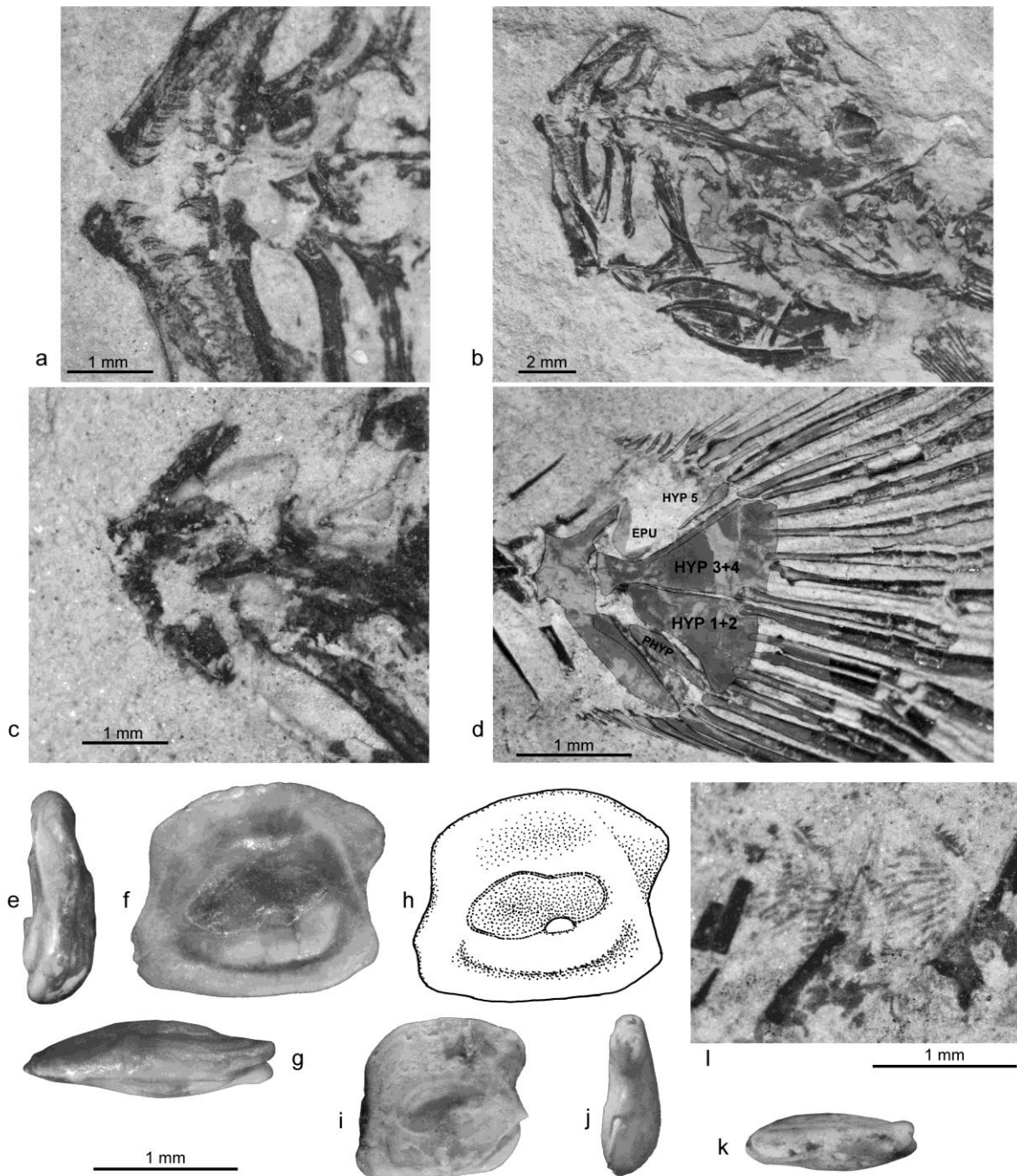


Слика 48. *Klincigobius serbiensis* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzhans: артикулисани скелет: a– RGFAJ84 (холотип); b– RGFAJ104; c– RGFAJ73; d– RGFAJ65, (Bradić–Milinović et al., 2019).

–**Отолити (према Bradić–Milinović et al., 2019)**– Отолити су правоугаоног облика, са благо закривљеним и глатким дорзалним ободом и равним, хоризонталним и глатким вентралним ободом. Највећи примерак је дужине 1,8 mm и потиче од највећег примерка AJ104 са SL од 45,3 mm. OL:OH=1,1–1,2; OH:OT=2,7–2,8 (сл. 49). Дорзални обод поседује висок и заобљен преддорзални угао и умерено постдорзалну пројекцију, која је благо савијена према споља. Вентрални обод поседује широко заобљену и кратку превентралну пројекцију, која није савијена ка спољној страни. Такође, вентрални обод носи и снажно истакнут и оштар поствентрални угао. Антериорни обод је скоро вертикалан, без или са плитким конкавним удубљењем на нивоу остијума. Постериорни обод је приближно исте висине као и антериорни са јасним, широким и правилно закривљеним конкавитетом, приближно на нивоу кауде.

Унутрашња страна отолита је благо конвексна. Сулкус је кратак, умерено широк, благо продубљен и нагнут под углом од 11 до 14°. OL:SuL=1,8–1,9. Остијални лоб је низак и лагано

заобљен. Посебно је карактеристичан мали, овалан субкаудални иугум, који се налази испод предњег дела кауде, благо је истакнут над продубљеним сулкусом. Дорзално поље показује умерено велику и умерено дубоку депресију са постепеним прелазима. Подручје који води до постдорзалне пројекције се отвара на унутрашњој страни посебном, дијагоналном ивицом. На вентралном пољу се уочава јасна, дубока и широка вентрална бразда, која се простира на знатној удаљености од вентралног обода. Пружа се од антериорног врха остијума до постериорног врха кауде и не прелази ивицу која се поставља ван постдорзалне пројекције. Спољашња страна отолита је приближно конвексна, најдебља вентрално и глатка.



Слика 49. *Klincigobius serbiensis* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzhans: детаљне фотографије и цртежи: а–с– зubi и вилице (дентална кост и премаксила); d– каудални скелет; е–к– отолити; l– крљушт, (Bradić–Milinović et al., 2019).

Дискусија: Видети поглавље дикусије *K. andjelkovicae*.

Стратиграфско распрострањење: први пут издвојена и описана из слатководних седимената горњег дела доњег миоцена до раног средњег миоцена Ваљевско–мионичког басена, локалитет Клинци (Bradić–Milinović et al., 2019).

***Klincigobius andjelkovicae* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzhans, 2019**

(сл. 50)

1978 *Gobius multipinnatus* H. v. Meyer – Anđelković: сл. 1, сл. 5.

1998 *Gobius serbiensis* n. sp. – Gaudant: 108, само сл. 2 (отолит).

Материјал: 4 скелета (RGFAJ67, RGFAJ85, RGFAJ93 и RGFAJ113) и 4 отолита *in situ* (RGFAJ67/1, RGFAJ85/1 и RGFAJ113/1) са локалитета Клинци. 32 изолована отолита са локалитета поток Грабовац (Врачевић; проба 107/15).

Порекло имена – етимологија: Именована у част Јелене Анђелковић, пионира српске палеоихтиологије, која је први пут описала рибе са локалитета Клинци.

Дијагноза: погледати Табелу 3 и поглавље дијагнозе рода.

Опис : Скелет – Приликом описивања морфолошких карактеристика скелета, у обзир су узета само два најбоље очувана примерка (RGFAJ67 и RGFAJ85), (Bradić–Milinović et al., 2019).

Неокранијум. Лобања једног примерка је бочно спљоштена, док је другог дорзално спљоштена. Већина костију је фрагментирана или у потпуности недостаје (сл. 50). Вомер је сачуван као отисак, има облика слова Т са широком, танком главом и уским медијалним процесом, истакнутим постериорно и носи три или четири реда малих округлих отисака дуж крила, који указују на грануларне зубе.

Челюсти. Премаксила је дуга и уска са три процеса: два антериорно, дугачак и узак узлазни процес и шири, али краћи максиларни процес, ова два процеса су одвојена дубоким жљебом. И трећи, постмаксиларни процес, отвара низак гребен, који достиже највишу тачку приближно на средини премаксиларног. Део постмаксиларне секције премаксиларног гребена није сачуван преко денталне кости, такође ни зуби премаксиле нису очувани. Лева максила је дуга и уска, завршава антериорно у антеро–латералном процесу у облику дугмета. Постериорни крај леве максиле и целокупна десна максила нису очувани. Дентална кост је дуга и зуби на денталној кости су добро изложени антериорно и распоређени су у 3 или 4 реда, великих, каниформних зуба, који су савијени унутра (сл. 50).

Оперкуларна серија. Није очувана.

Суспензиорум. Сачуван је само предњи већи део левог палатинума; њен антериорни део је у облику слова Т и конвексан је. Поседује изразито већи максиларни процес од етмоидалног.

Хиоидна шипка и шкржни лукови. Нису очувани.

Аксијални скелет. Каудални део кичменог стуба садржи 16 каудалних пршљенова (недостаје четврти каудални пршљен), укључујући и уростил. Само ови пршљенови и последња три абдоминална су препознатљиви. Неурални и хемални луци су уски, издужени и оштри, сличне дужине, осим оних које носи други преурални пршљен (PRU2), код којег су модификовани. Неурални лук PRU2 је кратак и изразито проширен; хемални лук је само делимично очуван и наизглед издужен и проширен. Неуралне и хемалне спине су прикачене

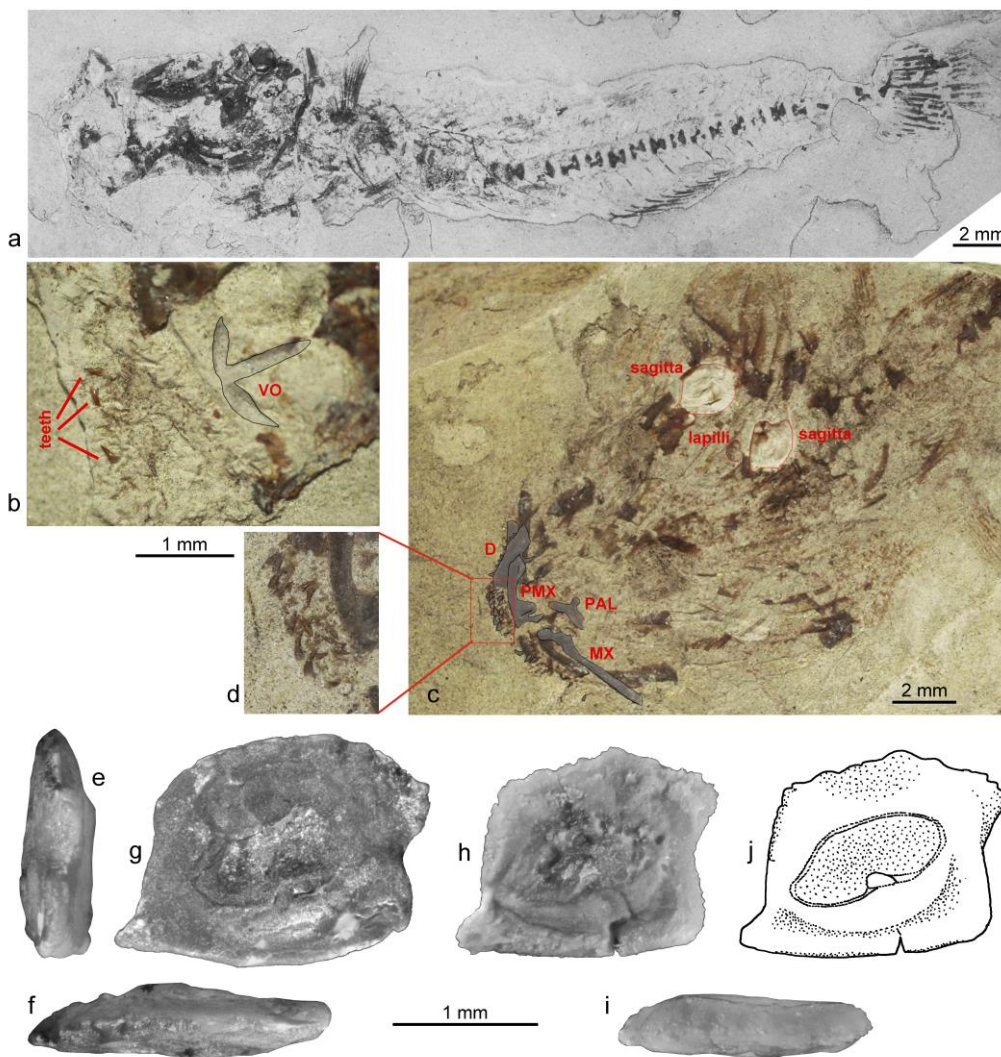
антериорно на тело пршљена, осим код PRU2–5, код којих су прикачени постериорно. Плеурална и епинеурална ребра су развијена.

Каудални скелет. Сачувани су само уростил, делови првог хипурала (хипурал 1+2) и другог хипурала (хипурал 3+4). Каудално пераје је заобљено и садржи 16 зрака.

Непарна пераја. Прво дорзално пераје садржи 6 (VI) спина. Друго дорзално пераје садржи једну спину и 11 пљоснатих зрака (I+11). Већина птеригиофора првог дорзалног пераја и већина абдоминалних пршљенова недостају и због тога се формула птеригиофора не може очитати. Међутим, изгледа да постоји само један слободан интернеурални простор између два дорзална пераја. Простор између два дорзална пераја није назначен. Анално пераје садржи једну спину и 9 зрака (I+9). Незнатно је померено постериорно у односу на друго дорзално пераје са спином која је опозитна првом зраку другог дорзалног пераја. Једна птеригиофора аналног пераја претходи првој хемалној спини.

Парна пераја. Клеитрум је прав, дугачак и дорзално се бифуркује, док је супраклеитрум продужен и узак. Грудни појас парцијално очуван чији ни један елемент није јасно видљив. Такође, ни један елемент карличног појаса није јасно видљив. Пекторална и карлична пераја, делимично очувана, али се њихови зраци не могу пребројати.

Крљушти. Нису очуване.



Слика 50. *Klincigobius andjelkovicae* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzhans: a– артикулисани скелет RGFAJ67; b– детаљи главе; e–i– отолити, (Bradić–Milinović et al., 2019).

Отолити – Отолити су у облику паралелограма. Највећи примерак је дуг 2,2 mm, као и примерак дужине 1,8 mm, који потиче од холотипа (AJ67) са SL–ом од 48,5 mm (сл. 50). OL:OH=1,25–1,35; OH:OT=3,0–3,3. Дорзални обод је благо закривљен и неправилно валовит. Постдорзални угао је висок и заобљен, а постдорзална пројекција је истакнута и дужа од поствентралног угла и само благо савијена према споља. Вентрални обод је плитак, готово хоризонталан и гладак. Превентрална пројекција је снажно истакнута, прилично дуга и није савијена према споља. Поствентрални угао је туп, кратак и заобљен. Антериорни обод је нагнут под углом од око 75 до 80° и не показује конкавност. Постериорни обод је приближно исте висине као и антериорни, са сличним и паралелним нагибом и са изразитом, умерено широком конкавности око нивоа кауде.

Унутрашња страна отолита је благо конвексна. Сулкус је велики, широк, нешто продубљен и нагнут под углом од 16 до 20°. OL:SuL=1,8–2,1. Остијални лоб је веома низак и нежно заобљен. Посебна карактеристика је мали, овалан субкаудални иугум, који се налази испод предњег дела кауде, који је благо истакнут над продубљеним сулкусом. На дорзалном пољу је уочљива нејасна и слабо назначена дорзална депресија. Површина која води до постдорзалне пројекције није јасно постављена на унутрашњој страни отолита. На вентралном пољу је препозната истакнута, дубока и широка вентрална бразда, која се пружа на знатној удаљености од вентралног обода; простире се од антериорног врха остиума до постериорног врха кауде. Спољашња страна отолита је скоро равна и глатка.

Дискусија: Врста *K. andjelkovicae* се разликује од врсте *K. serbiensis* по томе што поседује већи број зрака у другом дорзалном перају (I+11, према I+8–9), 3 или 4 реда каниформних зуба на денталној кости (код *K. serbiensis* 1 или 2), присуство антеро–латералног процеса на антериорном врху максиле и виткији отолит (OL:OH=1,25–1,35; према OL:OH=1,1–1,2), карактеристичан по прилично истакнутом превентралном и постдорзалном пројекцијом, као и стрмо нагнутим сулкусом (16–20°, према 11–14°), (Bradić–Milinović et al., 2019).

Стратиграфско распрострањење: први пут издвојена и описана из слатководних седимената горњег дела доњег миоцена до рањог средњег миоцена Ваљевско–мионичког басена, локалитет Клинци (Bradić–Milinović et al., 2019).

Род *Lesueurigobius* Whitley, 1950

Lesueurigobius magniugis Schwarzhans, 2017

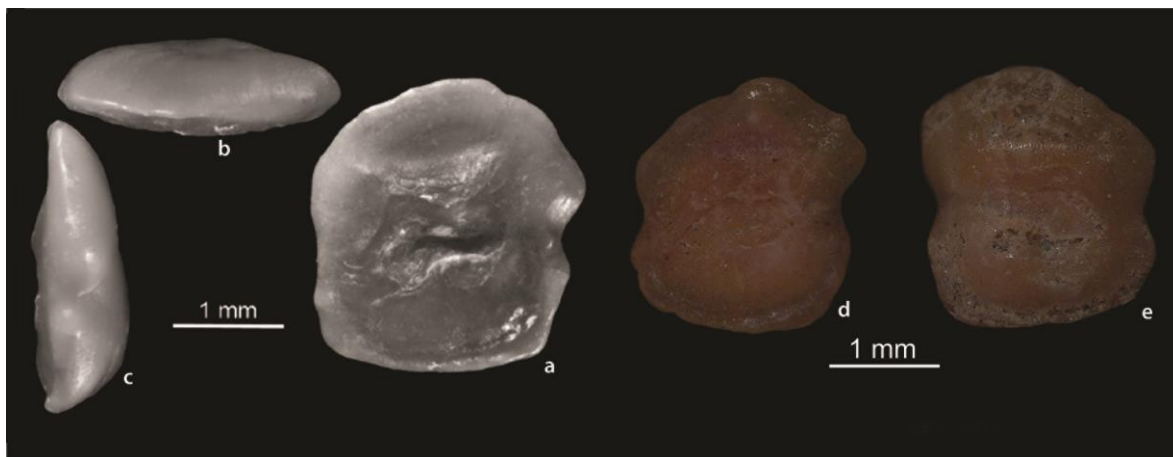
(сл. 51)

2017 *Lesueurigobius magniugis* n. sp. – Schwarzhans: tab.3, sl.6

Материјал: 5 отолита са локалита поток Сумијевац (проба К3).

Дијагноза: OL:OH=0,95. Масиван отолит са широким и дубоким сулкусом. Такође, уочљив је и субкаудални иугум изразите величине.

Опис: Масиван, компресован отолит (сл. 51). Дорзални обод висок, благо таласаст. Антериорни обод скоро вертикалан. Постдорзални угао низак, а постдорзална пројекција широка. Унутрашња страна отолита благо конвексна. Сулкус добро развијен, постављен централно, умерено дубок и широк. У антериорном делу сулкуса уочљив снажан остијални лоб. У вентралном делу сулкуса позициониран велики субкаудални иугум, скоро исте ширине у односу на дужину. На дорзалном пољу се пружа широка и плитка дорзална депресија. Дуж готово хоризонталног вентралног обода се пружа вентрална бразда. Спољашња страна отолита је конвексна и глатка.



Слика 51. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Lesueurigobius magniugis* са локалитета Коцељева, поток Сумијевац: а, d, е) унутрашња страна отолита, b) дорзални приказ, c) бочни приказ. (а, b, c: Schwarzahns, 2017)

Дискусија: *Lesueurigobius magniugis* је слична врсти *L. vicinalis* и другим *Lesueurigobius* врстама. За врсту *L. magniugis* је карактеристичан велики субкаудални иугум и висок дорзални обод (Schwarzahns, 2017).

Стратиграфско распрострањење: Ова врста је први пут описана на локалитету Laruģiu de Sus, Румунија; из седимената средњег миоцена, доњег бадена, горње Лагенидне зоне (Schwarzahns, 2017).

Lesueurigobius vicinalis (Koken, 1891)

(сл. 52)

1891 *Ot. (Gobius) vicinalis* n. sp. – Koken: text – sl. 21

1906 *Ot. (Gobius) vicinlis* Koken – Schubert: tab. 20, sl. 32 – 34

1950 *Gobius vicinalis* Koken – Weiler: tab. 4, sl. 24 – 26, tab. 8, sl. 63

1966 *Gobius vicinalis* Koken – Smigielska: tab. 18, sl. 8 – 11

1973 *Gobius vicinalis* Koken – Smigielska: tab. 3, sl. 8 – 14, tab. 4, sl. 1 – 2

1992 *Gobius vicinalis* Koken – Radwanska: text – sl. 140, tab. 33, sl. 8 – 11, tab. 34, sl. 3 – 6

1999 *Lesueurigobius vicinalis* (Koken) – Reichenbacher & Cappetta: tab. 3, sl. 1 – 5

2003 *Lesueurigobius vicinalis* (Koken) – Brzobohaty, Reichenbcher & Gregorova: tab. 3, sl. 8 – 9

2007 *Lesueurigobius vicinalis* (Koken) – Bzobohaty, Nolf & Kroupa: tab. 8, figs. 12 – 14

2010 *Lesueurigobius vicinlis* (Koken) – Schwarzahns: tab. 105, sl. 10 – 14

2011 *Lesueurigobius vicinalis* (Koken) – Bosnakoff: sl. 6/f

Материјал: 5 отолита са локалитета Раковички поток (проба RP-1).

Дијагноза: Робустан отолит, квадратног облика (сл. 52). Карактерише га типичан облик дорзалног обода. OL:OH = 0.95–1.15; OH:OT = 2.5–3.5

Опис: Компактан, масиван отолит (OL:OH = 0.95–1.15; OH:OT = 2.5–3.5). Унутрашња страна отолита скоро равна са благо савијеним постериорним и антериорним ободом, ка унутра. Постдорзални угао добро развијен. Постдорзална пројекција угласта и масивна. Постериорни обод нешто виши од антериорног са удубљењем у висини кауде. Вентрални обод гладак,

скоро хоризонталан. Сулкус позициониран у средини отолита, средње величине, са остијумом који је проширен у његовом дорзалном делу. На дорзалном пољу се уочава истакнута дорзална депресија. Вентрално се пружа, тик уз вентрални обод, јако изражена вентрална бразда. Спољашња страна отолита је конвексна.



Слика 52. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Lesueurigobius vicinalis* са локалитета Раковички поток: а, с, d) унутрашња страна отолита, b) спољашња страна отолита.

Дискусија: Од фосилних представника, најсличнија је са *L. leavis*. Разликују се по облику дорзалног одода, као и по томе што *L. leavis* има краћу постдорзалну пројекцију. Од рецентних врста највише му личе *L. koumansi* и *L. friesi*.

Стратиграфско распрострањење: Први пут је описана у бадену Бечког басена (Koken, 1891). Осим из седимената баденске старости, налазак ове врсте у Паратетису забележен је и из седимената карпатске старости (Reichenbacher & Cappetta, 1999).

Род *Pomatoschistus* Gill 1864

***Pomatoschistus bunyatovi* Bratishko, Schwarzahns & Reichenbacher 2015**

(сл. 53)

2015 *Pomatoschistus bunyatovi* n. sp.– Bratishko et al.: sl. 10.13 – 10.17

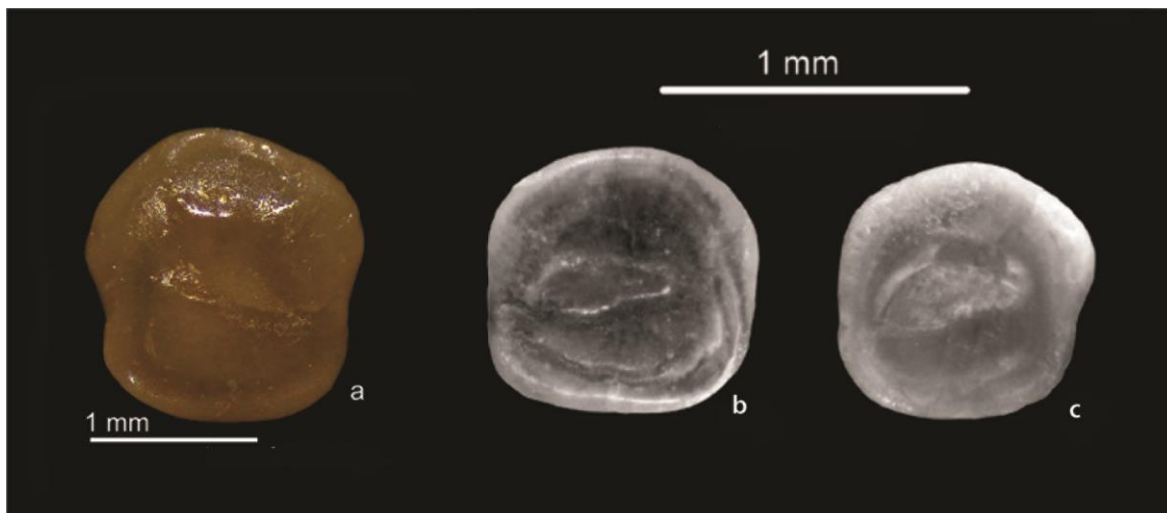
2015 *Pomatoschistus bunyatovi* Bratishko et al. – Schwarzahns et al.: sl. 7.14 – 7.16

2016 *Pomatoschistus bunyatovi* Bratishko et al.– Schwarzahns et al.: sl. 10 j – k

Материјал: два отолита са локалитета Раковички поток и један примерак са локалитета Петровац (проба 1063), 1 примерак са локалитета Каменово (проба 1334).

Дијагноза: Отолит има правилну контуру и низак остијални лоб (сл. 53). OL:OH = 0.9–1.5; OH:OT = 2.6–3.2. Сулкус је узак и нагнут под углом од око 15°. Субкаудални иугум није примећен.

Опис: Мали, масиван отолит правоугаоног облика. Дорзални обод таласаст, вентрални обод гладак и прав, антериорни и постериорни ободи нагнути. Унутрашња страна отолита незнатно конвексна. Сулкус постављен централно, продубљен и узак. Остијални лоб слаб, без субкаудалног иугума. Дорзална депресија плитка и широка. Вентрална бразда широка, јасно видљива, простире се на извесној удаљености од вентралног обода. Спољашња страна отолита веома конвексна.



Слика 53. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Pomatoschistus bunyatovi* а) примерак са локалитета Раковички поток; б, с) примерци са локалитета Mangyshlak, Казахстан (Bratishko et al., 2015).

Дискусија: *P. bunyatovi* карактерише се по правилној контури отолита и уским сулкусом са ниским остиалним лобом. Наведене карактеристике су индикативне приликом детерминације. Типичан је представник рода *Pomatoschistu* и појављује се у целом Паратетису. У Источном Медитерану ова врста је замењена врстама *P. quagga* и *P. rueckartae* (Караман басен), (Schwarzahns i dr., 2015).

Стратиграфско распрострањење: Врста први пут описана у горњобаденским седиментима (конкиан, доњи сервалијен) Казахстана (локалитети Karagaily и Mangyshlak; Bratishko et al., 2015). Код нас је постојање ове врсте утврђено у горњем бадену и сармату (средњи волин) Барајева (Schwarzahns et al., 2015). Такође је позната и из горњег сармата (сармат *c.c.*) Podivín, Чешка (Schwarzahns et al., 2016).

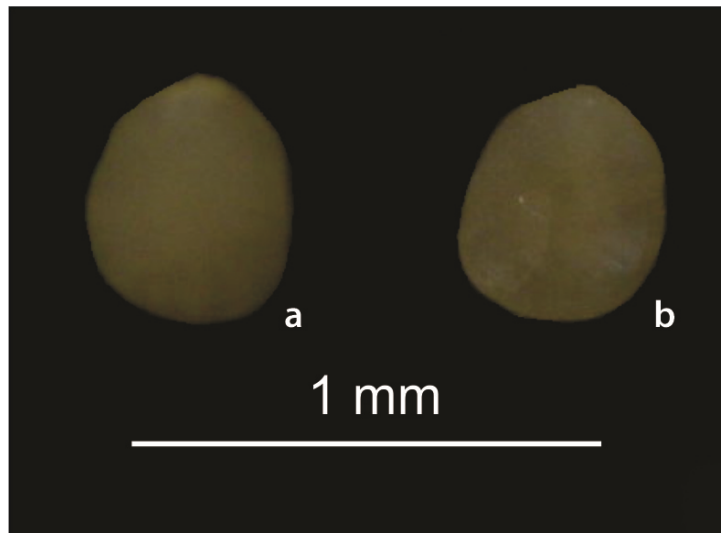
***Pomatoschistus* sp.**

(сл. 54)

Материјал: 1 примерак са локалитета Раковички поток (проба RP-1) и 3 примерка са локалитета Каменово (проба 1334).

Опис: Мали отолит, округлог облика (сл. 54). Сулкус изузетно мали и узак. Низак остијални лоб. У питању су јувенилне форме овог рода.

Дискусија: Примерци су малих димензија са нејасно уочљивим морфолошким карактеристикама, па сходно томе њихова прецизна систематска одредба није била могућа. Уочљиве су само наведене морфолошке карактеристике, које су типичне за све представнике рода *Pomatoschistus*.



Слика 54. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Pomatoschistus* sp. а) спољашња страна отолита; б) унутрашња страна отолита

Род *Ponticola* Пјин 1927

***Ponticola* sp.**

(сл. 55)

Материјал: један отолит са локалитета Лесковац (проба 1315).

Опис: Веома еродован отолит, издужен, велик, са продубљеним сулкусом, али су остале морфолошке карактеристике сулкуса непрепознатљиве (сл. 55). Такође, ободи отолита су искрзани.

Дискусија: Припадност роду *Ponticola* је утврђена на основу карактеристичног издуженог облика отолита у виду паралелограма, са изузетно израженом и оштром превентралном пројекцијом, високим предорзалним углом и без истакнутих углова.



Слика 55. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Ponticola* sp. Са локалитета Лесковац: а) унутрашња страна отолита, б) спољашња страна отолита.

Proterorhinus vasilieva Schwarzhans, Bradić & Rundić 2015

(сл. 56)

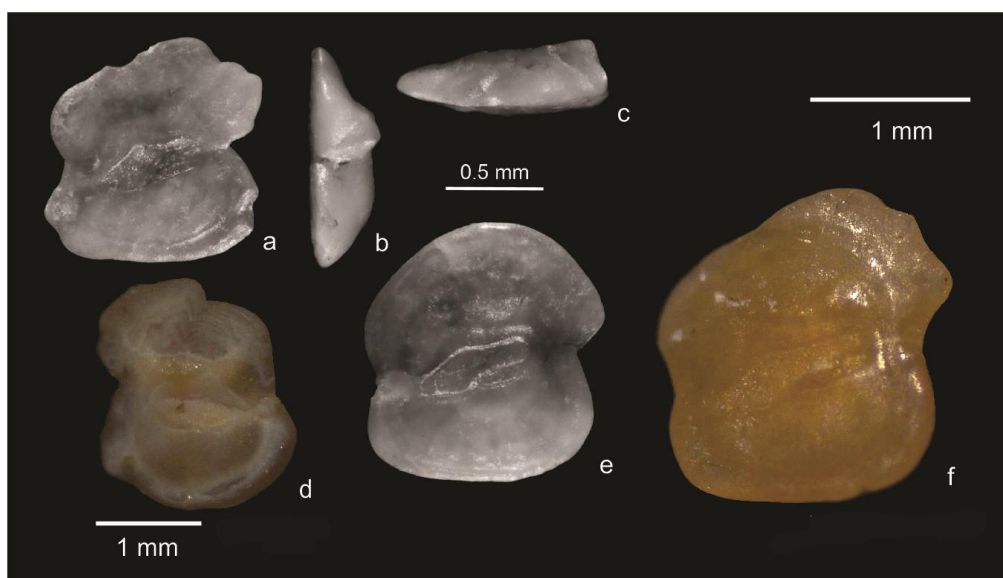
2015 *Proterorhinus vasilieva* n. sp.– Schwarzhans, Bradić & Rundić: sl. 8.2–8.5

2017^c *Proterorhinus vasilieva* Schwarzhans, Bradić & Rundić – Schwarzhans et al.: sl. 5g–i

Материјал: један примерак са локалитета Раковички поток (проба RP–1) и један примерак са локалитета Петровац (проба 1063).

Дијагноза: Отолит има компресован облик (сл. 56): OL:OH = 0.9–0.95; OH:OT = 3.0–3.3. Танак отолит са малим и уским сулкусом, нагнути под углом између 15–20°. Предорзални и превентрални углови су једнако изражени (Schwarzhans et al., 2015).

Опис: Карактеристике га компресован облик отолита. Дорзални обод је благо таласаст, anteriорни и posteriорни ободи су скоро вертикални. Вентрални обод плитак, благо закривљен, гładак. Превентрални угао није истурен; поствентрални угао широко заокружен. Унутрашња страна отолита благо савијена дуж хоризонталне осе. Сулкус мали, кратак, узак, смештен у централном делу отолита. Остијум шири од кауде, са уочљивим остијалним лобом. Дорзална депресија умерено велика, јасно уочљива. Вентрална бразда, уска, пружа се уз и дуж вентралног обода. Спољашња страна отолита глатка и конвексна.



Слика 56. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Proterorhinus vasilieva*: a, b, c) холотип (Schwarzhans et al., 2015), d) примерак са локалитета Петровац, e) паратип (Schwarzhans et al., 2015), f) примерак са локалитета Раковички поток: a, d, e, f) унутрашња страна отолита, b) posteriорни приказ, c) дорзални приказ.

Дискусија: Рецентни представници који показују сличне морфолошке карактеристике су: *P. marmoratus* (насељава морске и бракичне средине), *P. nasalis* и *P. semilunaris* (насељавају бракичне и слатководне средине). Разликује се од наведених врста по оријентацији сулкуса, његовим пропорцијама, карактеристикама субкаудалног иугума, као и орнаментацији дорзалног обода (Schwarzhans et al., 2015).

Стратиграфско распрострањење: Први пут описан у горњобаденским седиментима Сланаца (околина Београда) и у доњем сармату (доњи волин) Барајева (Schwarzhans et al., 2015). Ова врста је такође позната и из сарматских седимената локалитета Персунари,

Румунија (Schwarzahns et al., 2017^c), као и из горњосарматских (сармат *s.str.*) седимената локалитета Styria, Аустрија (Schwarzahns et al., 2017^c).

Род *Rhamphogobius* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzahns, 2019

Порекло имена – етимологија: Од грчке речи *rhampos*, што значи кљун, због облика доње вилице у облику кљуна; а у комбинацији са именом рода *Gobius*.

Дијагноза (Bradić–Milinović et al., 2019): Род припада фамилији *Gobiidae*, субфамилији *Gobiinae*, са следећим карактеристикама. Поседује 26 пршљенова, од којих су 11 абдоминални. Прво дорзално пераје садржи 5 до 6 спина (V–VI). Друго дорзално пераје садржи једну спину и 9 зрака (I+9). Анално пераје садржи једну спину и осам или девет зрака (I+8 или 9). Последња птеригофора првог дорзалног пераја се умеће између шесте и седме неуралне спине; два слободна интернеурална простора су између неуралних спина седам и осам и неуралних спина осам и девет. Прва птеригофора другог дорзалног пераја се умеће између неуралних спина девет и десет. Формула птеригофора првог дорзалног пераја је 3–2211001. Анално пераје почиње незнатно постериорно у односу на друго дорзално пераје са спином која је опозитна другом зраку другог дорзалног пераја. Две птеригофоре аналног пераја претходе првој хемалној спину. База аналног пераја достиже вертикалу кроз шести каудални пршљен и завршава испод завршетка базе другог дорзалног пераја. Крљушти су ктеноидне. Глава масивна, велика, са кратким терминалном њушком, дужине 34,9% од SL, дубином главе 26,8% од SL. Пекторална пераја су дужине 18% од SL. Дентална кост је уска и anteriорно повијена ка доле, зуби на симфизи представљени са неколико каниформних, праћени са бројним правим, витким и густо упакованим цилиндричним зубима. Премаксила са постериорним процесом. Максила је дуга, уска и равна. Отолити са скоро квадратном контуром (OL:OH=0,95). Сулкус са скоро континуирано савијеном дорзалном маргином са почетним остијалним лобом. Субкаудални иугум уочљив, постављен испод предњег дела кауде.

Дискусија (Bradić–Milinović et al., 2019): Род *Rhamphogobius* је препознатљив по необичном облику anteriорног врха денталне кости, који је савијен на доле. Ова уочена закривљеност може бити резултат компресије (барем до неке дужине) необично упадљиве и широке, али кратке њушке која се одражава у краткој пукотини уста. Формула претигофора је 3–2211001. Садржи 26 пршљенова, од којих је 11 абдоминалних, што карактерише *Rhamphogobius* као припадника *Gobiinae* упркос неизвесности у односу на број епурала. Очуваност каудалног скелета узорака није адекватна за одлучивање о томе да ли су остаци препознати као један епурал, што би било више у складу са *Gobionellinae*. Међутим, присуство постмаксиларног процеса на премаксили такође подражава припадност *Gobiinae*. Захваљујући високо специјализираном рилу (лат. *vomer*) и зубнику, не можемо прецизно утврдити никакве детаљније међусобне односе са рецентним гобидама.

Род *Rhamphogobius* се разликује од рода *Klincigobius* по кратком рилу, облику денталне кости, специјализованом зубнику на денталној кости са неколико симфизијалних каниформних зуба у више редова, као и витким и уским бочно постављеним зубима. Такође, његови отолити су много компримованији (OL:OH=0,95; према OL:OH=1,1–1,35) и без истакнутих превентралних или постдорзалних процеса. Са родом *Klincigobius* деле уочљив, иако не проширен субкаудални иугум.

Отолитска врста *Rhamphogobius helvetiae* (Salis, 1967) из карпата западне Швајцарске и *Rhamphogobius gregori* (Reichenbacher, 1993) из отнанга Баварске имају са овом врстом заједнички компримовани облик отолита као и присуство благо истакнутог субкаудалног

иугума (погледати слике Reichenbacher, 1993). *Rhamphogobius helvetiae* се разликује од *R. varidens* по снажно валовитом дорзалном ободу и конзистентној конкавности на предњој ивици, изнад нивоа остијума. Они такође показују више ортогонални поствентрални угао (у односу на заобљен поствентрални угао код *R. varidens*). *Rhamphogobius gregori* је више сличан *R. varidens*-у, али се разликује по плитком дорзалном ободу, који се такође изражава у већем односу OL:OH=1,0–1,1 у односу према OL:OH=0,95 ширем и већем сулкусу и уском субкаудалном иугуму.

Врсте: Једна врста која се заснива на артикулисаном скелету са отолитом *in situ* доњег миоцена (бурдигал) слатководног језера, локалитета Клинци: *Rhamphogobius varidens* n. sp. Отолитска врста је базирана на *Gobius gregori* Reichenbacher, 1993 из отнанга Баварске и *Gobius helvetiae* Salis, 1967 из карпата западне Швајцарске.

***Rhamphogobius varidens* n. sp. Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzhans, 2019**

(сл. 57, 58, 59)

1978 *Smerdis elongatus* H. v. Meyer – Anđelković: сл. 2, сл. 3.

Порекло имена – етимологија: од латинске речи *varius*, што значи разноврстан и *dens*-што значи зуб; односи се на различите врсте зуба, који су запажени код ове врсте.

Материјал: 5 скелета (RGFAJ9, RGFAJ53, RGFAJ70, RGFAJ81 и RGFAJ120) и 8 отолита (RGFAJ9/1, RGFAJ753, RGFAJ70/1, RGFAJ81 и RGFAJ120) са локалитета Клинци (Bradić–Milinović et al., 2019).

Дијагноза: Погледати Табелу 4 и поглавље дијагнозе рода.

Опис (Bradić–Milinović et al., 2019): –Скелет – Приликом описивања морфолошких карактеристика скелета, у обзир су узета два најбоље очувана примерка (RGFAJ70 и RGFAJ9).

Неокранијум. Лобања је дорзо–латерално компресована код оба примерка. Већина костију је непотпуно очувана или фрагментирана и њихов облик је само делимично препознатљив. Окципитална регија је у потпуности здробљена. Фронталне кости, које чине највећи део лобањског крова, делимично су очуване, уске на интерорбиталном делу и проширене на задњем делу до орбите. Мала назална кост је сачувана антериорно од њих. Парасфеноид који чини највећи део лобањске базе је дуг и узак, шири се постериорно и сужава поново према антериорном крају. Велики вомер у облику слова Т је сачуван код једног примерка. Базиокципитална кост је такође препознатљива и означава тачку у којој први пршљен (атлас) је у контакту са лобањом.

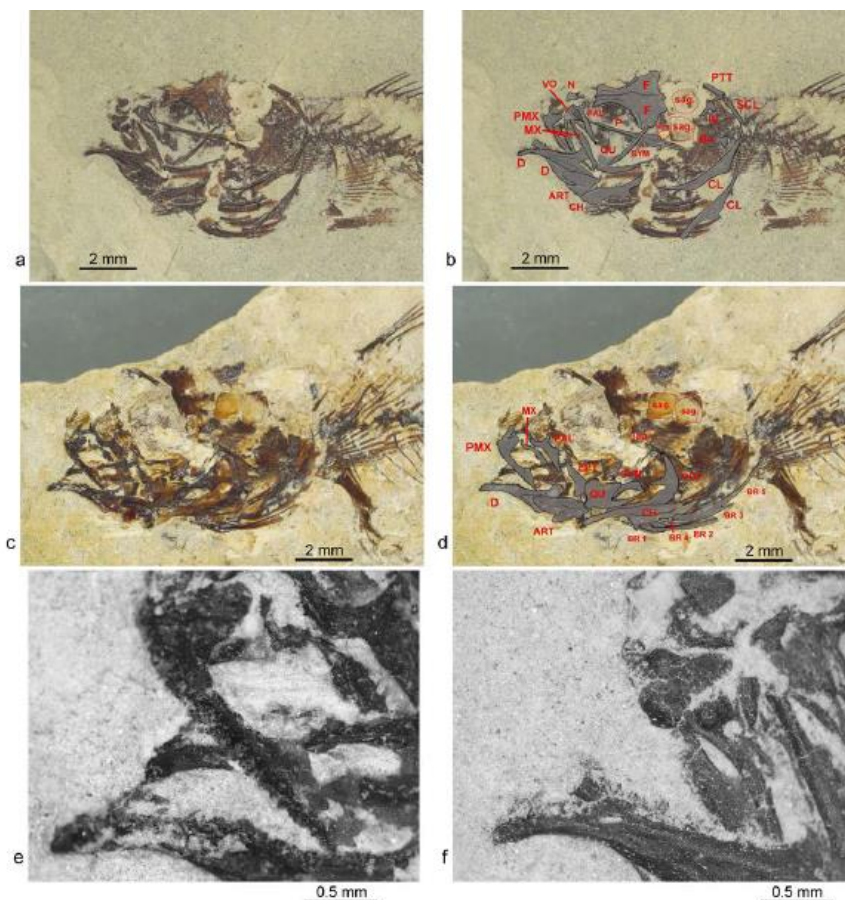
Челюсти. Премаксила је издужена са три процеса: два постављена антериорно, одвојена дубоким зарезом; уски узлазни процес и нешто краћи, али шири максиларни процес. Постмаксиларни процес је низак и кратак, највиши је на последњој трећини, а затим висина рапидно опада. Мали, витки и уско постављени цилиндрични зуби, простиру се дуж целе премаксиле (сл. 57). Они су краћи од спољашњег реда зуба на денталној кости. Максила је дуга, уска и равна са нетипичним проширењем на задњем крају и са кукастим савијањем на предњем крају. Дентална кост је уска и очигледно спуштена антериорно, што је међутим, можда делимично последица дисторзије услед збијања. Постериорни део денталне кости је масиван са посебним, заобљеним короноидним процесом, његова постериорна ивица је урезана медијално на масиван дорзални рамус ангулоартикулара. Вентрални рамус је такође добро добро развијен, али кратак и на тај начин оставља посебан усек у вентралној ивици денталне кости. Дентална кост носи бројне зубе, антериорно, близу близу симфизе са закривљеним и релативно великим конусним зубима, који прелазе бочно у низ витких,

равних и уско спакованих цилиндричних зуба, дуж премаксиле (сл. 57). Изгледа да постоји један додатни бочни ред изнутра са грануларним зубима. Ретроартикулар није препознатљив. Уопштено, уста су кратка, а искривљени антериорни врх денталне кости код оба примерка указује на то да су рибе могле имати широк угриз.

Оперкуларна серија. Сачуван је само преоперкулум у облику полумесеца (сл. 57). Његов дорзални део је релативно узак и носи симплектички процес, његов уски предњи део је у блиском контакту са постериорним процесом квадратне кости.

Суспензиорум. Квадратна кост је велико ламеларно тело са уским, истакнутим процесом, проширеним постеро–дорзално (сл. 57). Дуг, у облику шипке симплектикум носи на дорзалном проширењу преоперкуларни процес. Ектоптеригоид је кратак и масиван са изразито проширеним задњим крајем (сл. 57). Палатинум је кратак и масиван, његов предњи крај носи два процеса: антериорно максиларни процес и постериорно сигмоидални процес. Ова два процеса резултирају обликом ове кости у облику слова Т. Предња ивица палатинума, између ових процеса, је изразито конкавна. Ектоптеригоид и палатинум су приближно једнаке дужине.

Хиоидна шипка и шкржни лукови. Хиоидна шипка је велика и масивна са пет бранхиостегалних зрака, који су постављени вентрално. Први бранхиостегални зрак је у облику ребра, уметнут је на уски предњи део антериорног цератохијала. Затим, следе четири бранхиостегална зрака у облику сечива, који се постепено проширују. Други, трећи и четврти зрак су уметнути на широком задњем делу предњег цератохијала. Пети бранхиостегал се качи на задњем цератохијалу. Сутура између оба цератохијала није јасно уочљива.



Слика 57. *Rhamphogobius varidens* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzzhans: детаљне фотографије глава и зуба: a, b, f– RGFAJ70 (холотип); c, d, e– RGFAJ9 (паратип), (Bradić–Milinović et al.,

2019).

Аксијални скелет. Кичмени стуб се састоји од 26 пршљенова и то од 11 абдоминалних и 15 каудалних (таб. 4; сл. 58). Неуралне и хемалне спине су уске, осим оних које носе други и трећи преурални пршљенови (PRU2, PRU3), они су модификовани. Хемална спина PRU3 је проширена, скоро је дупло веће ширине од претходне неуралне спине. Неурална спина PRU2 је проширена и изразито скраћена. Хемална спина PRU2 је издужена и изразито проширена. Поред модификованих PRU2 и PRU3, PRU4 је такође укључен у каудални скелет, јер се неуралне и хемалне спине ова три пршљена протежу у нешто стрмијем углу од постериорно до претходног. Неуралне и хемалне спине се каче антериорно на средину пршљена, осим код PRU2–5 код којих се каче постериорно. Осам плеуралних ребара се простире бочно од абдоминалних пршљенова (од 3 до 10), на једанаестом абдоминалном пршљену нису уочљива ребра. Парапофизе пршљенова 10 и 11 су усмерене вентрално. Епинеурална ребра су такође присутна.

Табела 4. Приказ меристичких и морфометријских карактеристика врсте *Rhamphogobius varidens* (Bradić–Milinović et al., 2019).

	<i>Rhamphogobius varidens</i>	
	HT – RGFAJ70	PT – RGFAJ9
SL (mm)	23,4	26,0
Отолити <i>in situ</i>	да	да
Меристички подаци		
Прекаудалони пршљенови	11	11
Укупан број пршљенова	26	26
D1	V	VI
D2	I+9	I+9
A		I+8 или 9
Пекторално пераје		15
D1 последњи зрај између NS	NS6–NS7	NS6–NS7
Празан неурални простор	NS7–NS8	NS7–NS8
D2 прва Pt између NS	NS8–NS9	NS8–NS9
Каудално пераје	17	17
Формула дорзалне Pt	(3)2211001	
Анална Pt1 опозитна	D2/2	D2/2
Постмаксилатни процес на PMX	сачуван	сачуван
EPU		1 велики или 2 мала
AP	2	2
SOP антериорно–вентрални облик	Није сачуван	Није сачуван
Тип крљушти	ктеноидне	ктеноидне
Морфометрија (% од SL)		
Дужина главе	31,2	38,5
Висина главе	28,6	25,0
Максимална висина тела	17,9	24,2
Орбитални дијаметар		11,5

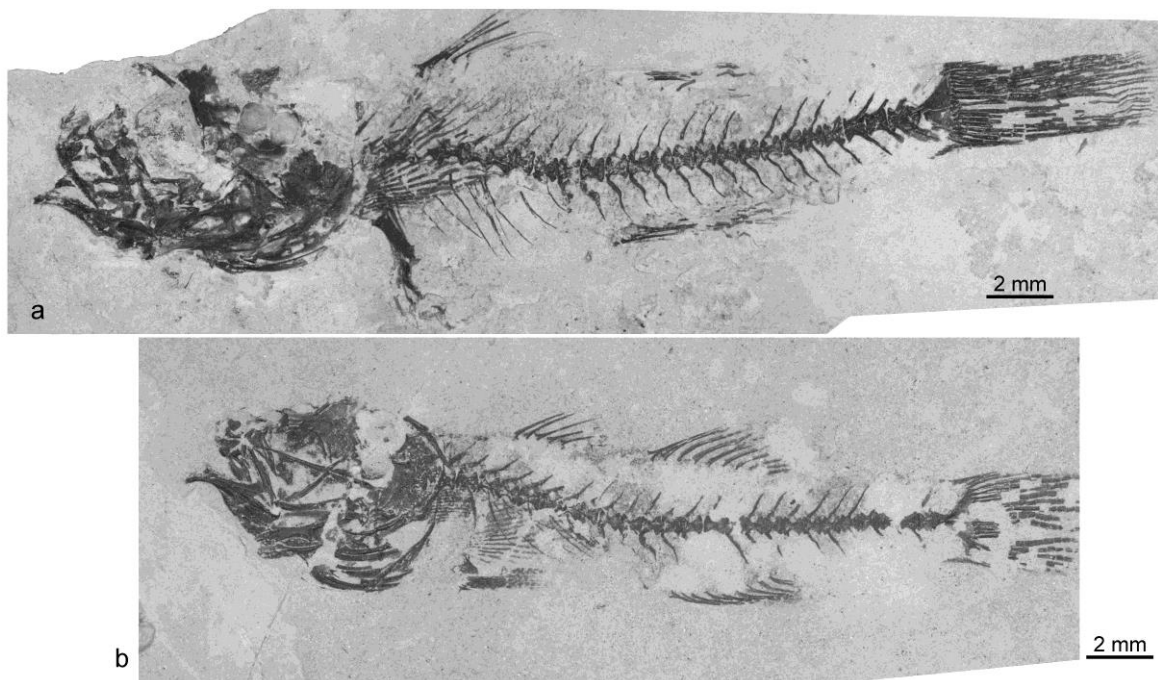
Дужина D1		16,9
Дужина А	20,5	21,2
РL– пекторална дужина		18,8
Предорзал до D1	40,6	44,2
Предорзал до D2	56,4	66,2
Преанал	62,4	63,1
База од D1		11,5
База од D2	17,9	16,2
База од А	14,5	18,5
Дистанца од D1 до D2	11,1	8,9

Каудални скелет. Каудални скелет се састоји од издуженог парахипурала, две хипуралне плоче (хипурал 1+2 и хипурал 3+4), хипурала 5 и епурала (сл. 59). Прва хипурална плоча (хипурал 1+2) је смештена са вентралне стране уростила и мало се померила постериорно приликом фосилизације. Друга хипурална плоча (хипурал 3+4) је спојена са постериорном страном уростила. Хипурал 5 је мали и узак. Могу се идентификовати два уска епурална елемента, али они могу представљати и један велики. Између епурала и хемалне спине PRU2 прикачено је 17 зрака репног пераја, од којих су 14 главни зраци и простиру се од парахипурала до хипурала 5. Видљиво је и неколико прокурентних спина, 2 дорзалне и 4 вентралне.

Непарна пераја. Прво дорзално пераје садржи 6 (VI) спина, чије птериогиофоре нису уочљиве, али положај спина указује на следећи образац птериогиофора 3–2211001 (таб. 4). Прве две птериогиофоре су смештене у интернеурални простор 3 (IS3), трећа и четврта у IS4, пета у IS5 и шеста у IS6. Седми (IS7) и осми (IS8) су слободни интернеурални простори између првог и другог дорзалног пераја. Размак између првог и другог дорзалног пераја је уочљив и широк. Друго дорзално пераје садржи једну спину и девет зрака (I+9). Анално пераје садржи једну спину и осам зрака (I+8). Анално пераје почиње благо постериорно у односу на друго дорзално пераје са спином која је опозитна другом зраку другог дорзалног пераја. Изгледа да се две птериогиофоре аналног пераја налазе испред прве хемалне спине. База аналног пераја достиже вертикалу кроз десети каудални пршљен и завршава се испод завршетка базе другог дорзалног пераја.

Парна пераја. Откривена су три елемента: 1. дугачак клеитрум који се дорзално бифуркује, 2. узак и издужен супраклеитрум и 3. посттемпорал са оба рамена дела. Ламеларно тело посттемпорала је уско и носи жлеб за посттемпорални канал система бочне линије. Његов дорзални раменик је широк и дуг, а његов вентрални раменик је ужи и у контакту је са интеркаларом. Пекторална пераја носе по 15 зрака. Карлични појас и тачан број зрака у карличном перају нису уочљиви.

Крљушти. Крљушти препознате код примерка AJ9, преко су већег дела тела. Ктеноидне су и мале (сл. 59). Посебно су мале величине у anteriорном делу, испод првог дорзалног пераја и размака између првог и другог дорзалног пераја, где су пречника око 0,5 mm. У постериорном делу тела, испод другог дорзалног пераја и изнад аналног пераја, су мало већих димензија са пречником око 0,65 mm. Носе један ред, оштрих, снажних и широко постављених ктенија дуж дисталног обода.

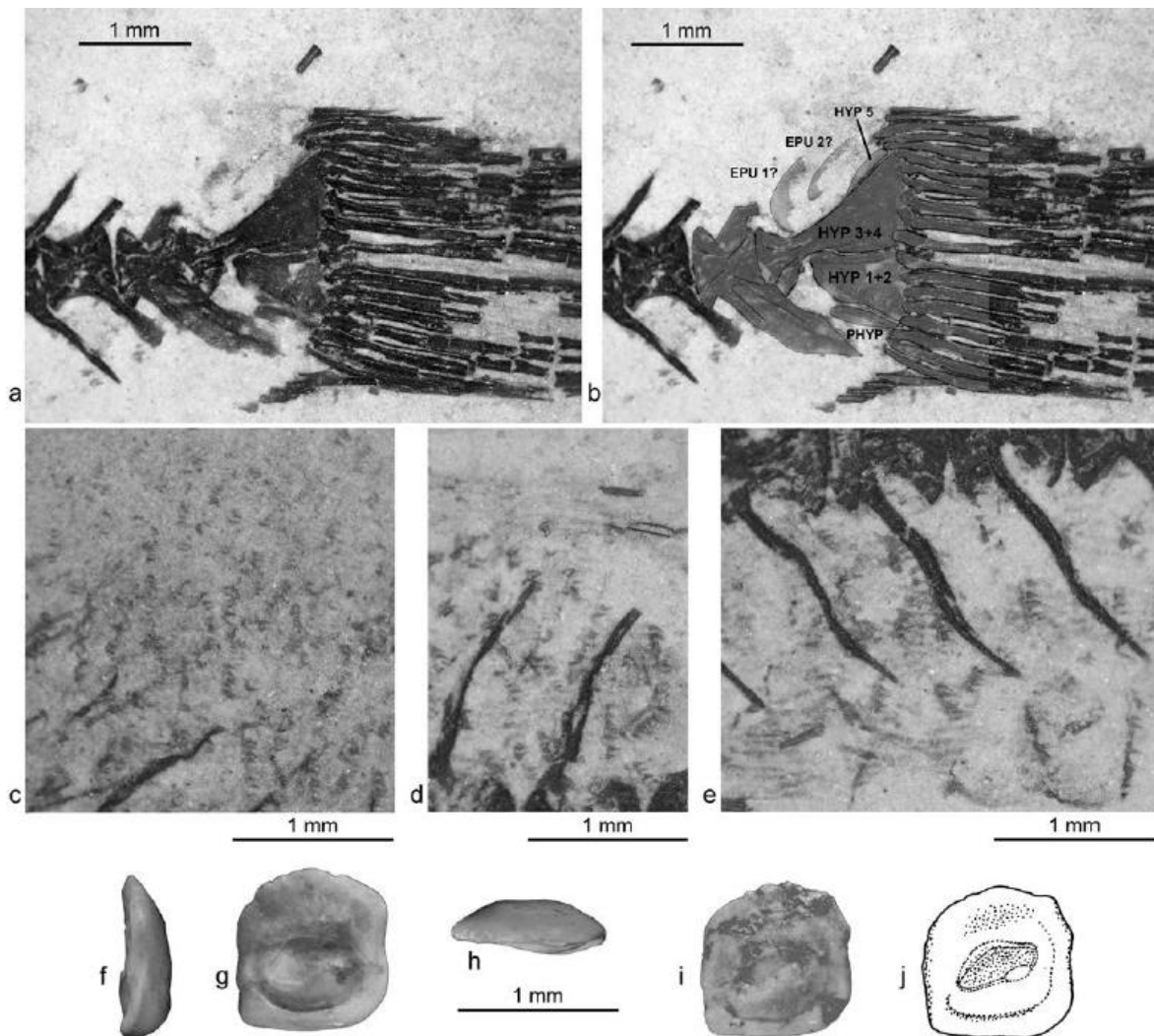


Слика 58. *Rhamphogobius varidens* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzahns: артикулисани скелети: a– RGFAJ9, b– RGFAJ70, (Bradić–Milinović et al., 2019).

–**Отолити (Bradić–Milinović et al., 2019)**– Отолити су скоро квадратне контуре. Оба посматрана примерка (AJ9 и AJ70) су једнаке дужине 0,95 mm. OL:OH=0,95; OH:OT=3,0 (сл. 59). Дорзални обод је нежно закривљен и незнатно неправилно валовит. Предорзални и постдорзални углови су заобљени и нису нарочито истакнути, такође нису савијени према споља. Вентрални обод је плитак, готово раван, хоризонталан и гладак. Уочљив је правоугаони превентрални угао и широко заобљен поствентрални угао. Антериорни обод је раван и вертикалан, без конкавности. Постериорни обод је приближно исте висине као и антериорни обод, вертикалан и са малом конкавношћу приближно на нивоу кауде.

Унутрашња страна отолита је скоро равна. Сулкус је умерено велики, умерено широк, донекле продубљен и нагнут под углом од 14 до 20°. OL:SuL=1,85–1,9. Дорзална маргина сулкуса формира готово континуиран лук са само суштински развијеним, остијалним лобом. Мали до средње величине, овални субкаудални иугум се налази испод предњег и средњег дела кауде. На дорзалном пољу је препозната широка, али слабо назначена дорзална депресија. Вентрално поље показује јасну, дубоку, релативно уску у облику полумесеца вентралну бразду, која се пружа на знатној удаљености од вентралног обода отолита, почевши од антериорног врха остијума, настављајући као слаба линија иза дорзалне депресије. Спољашња страна отолита је изразито конвексна и глатка.

Стратиграфско распрострањење: први пут издвојена и описана из слатководних седимената горњег дела доњег миоцена до рањог средњег миоцена Ваљевско–мионичког басена, локалитет Клинци (Bradić–Milinović et al., 2019).



Слика 59. *Rhamphogobius varidens* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzzhans: фотографије детаља и цртежи: а, б– каудални скелет RGFAJ9; с–е– крљушти; ф–ј– отолити, (Bradić–Milinović et al., 2019).

***Rhamphogobius doppleri* (Reichenbacher, 1993)**

(сл. 60)

1993 *Gobius doppleri* n.sp. – Reichenbacher: tab.9, sl. 132–137.

2004 *Gobius doppleri* Reichenbacher – Reichenbacher et al.: tab. 2, pl.2, sl. 31–32.

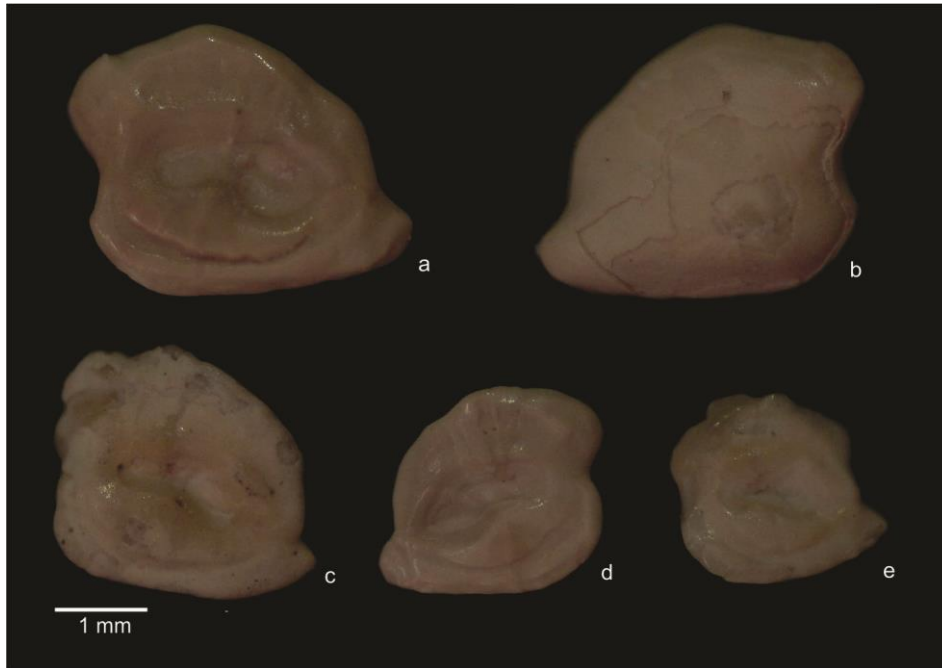
2006 *Gobius doppleri* Reichenbacher – Jost et al.: sl. 12 A–E.

Материјал: 41 примерак из глина са локалитета поток Грабовац, Врачевић (проба 107/15).

Дијагноза: Масиван отолит, правоугаоног облика (сл. 60). Поседује добро развијен постдорзални процес и мали и узак субкаудални иугум.

Опис: Унутрашња страна отолита умерено конвексна. Вентрални обод гладак, хоризонталан, краћи од дорзалног обода. Постериорни и антериорни ободи вертикални и глатки. На постериорном ободу приметан засек у висини сулкуса. Постдорзална пројекција веома истакнута, преддорзални угао слабо развијен и заобљен. Сулкус добро развијен и постављен у

централном делу отолита, широк, продубљен са ниским остијалним лобом. Испод кауде уочљив истакнут субкаудални иугум. На дорзалном пољу уочљива изражена велика и дубока дорзална депресија. Вентрално уочљива снажна вентрална бразда. Спољашња страна отолита глатка и конвексна.



Слика 60. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Rhamphogobius doppleri* са локалитета Врачевић, поток Грабовац: а, с, d, е) унутрашња страна отолита, b) спољашња страна отолита.

Дискусија: Овој врсти су сличне врсте *R. varidens* и *R. gregori*. *R. varidens* има нижи дорзални обод, шири и већи сулкус и мали или одсутан субкаудални иугум (Bradić–Milinović et al., 2019). *R. gregori* је карактеристичан по дужем вентралном ободу од дорзалног (Reichenbacher, 1993).

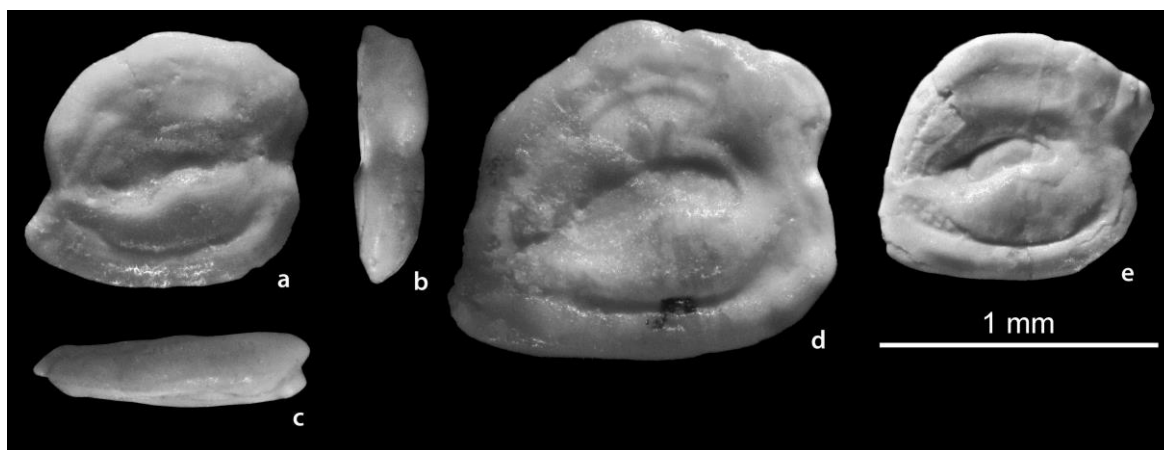
Стратиграфско распрострањење: Ова врста је позната из олигоценско – доњокарпатских седимената најгорњег дела Kichberg формације у Баварској (Reichenbacher, 1993). Такође, и из карпата и доњег бадена горњих слатководних моласа јужне Немачке (Reichenbacher, 2004), као и из седимената западне Швајцарске, исте старости (Jost et al., 2006).

Rhamphogobius sp.

(сл. 61)

Материјал: 5 примерака из Врачевића, поток Грабовац (проба 107/15).

Опис: Компримован отолит, квадратног облика (сл. 61). Дорзални обод, благо таласаст. Преддорзални и поствентрални углови заобљени и слабо истакнути. Антериорни обод раван. Постериорни обод поседује усек у висини сулкуса. Сулкус постављен у средини отолита, добро развијен, релативно дубок и умерено широк. Дорзално уочљива плитка дорзална депресија. Вентрални обод прати снажна вентрална бразда. Спољашња страна отолита конвексна.



Слика 61. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Rhamphogobius* sp. са локалитета Врачевић, поток Грабовац: а, d, е) унутрашња страна отолита; б) бочни приказ; с) дорзални приказ.

Дискусија: Ова врста по свим морфолошким карактеристикама личи на врсту *R. varidens*. Разликује се по степену истакнутости субкаудалног иугума. *R. varidens* поседује јасно истакнут субкаудални иугум (Bradić–Milinović et al., 2019), а код *Rhamphogobius* sp. је он нејасно уочљив. Такође, антериорни и постериорни ободи врсте *R. varidens* су субвертикални скоро равни (Bradić–Milinović et al., 2019). Постериорни обод врсте *Rhamphogobius* sp. поседује усек у висини сулкуса.

Род *Toxopyge* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzhans 2019

Порекло имена – етимологија: Од грчке речи *toxon* што значи лук и *pyge* што значи образ; што се односи на снажно савијену и високо дијагностички облик максиле.

Дијагноза (Bradić–Milinović et al., 2019): Род припада фамилији Gobiidae, субфамилија indet., са следећом комбинацијом карактеристика. Поседују 26 пршљенова од којих су 10 абдоминални пршљенови. Неуралне спине 4–6 пршљена су јасно депресоване, од којих су 5–7 мало депресоване. Прво дорзално пераје садржи 6 (VI) спина; друго дорзално пераје садржи једну спину и 9 зрака (I+9) и анално пераје садржи једну спину и 8 зрака (I+8). Последња птеригофора првог дорзалног пераја се убацује у између шесте и седме неуралне спине; два слободна интернеурална простора су између 7 и 9 неуралне спине; прва птеригофора другог дорзалног пераја се убацује између 9 и 10 неуралне спине. Формула птеригофора првог дорзалног пераја је 3–1121101. Анално пераје је незнатно постериорно померено у односу на друго дорзално пераје и његова спина је опозитна другом зраку другог дорзалног пераја. Једна анална птеригофора претходи првој хемалној спини. База аналног пераја достиже око вертикале кроз седми каудални пршљен завршава испод завршетка базе другог дорзалног пераја. Крљушти су ктеноидне. Глава је масивна, велика, са терминалном њушком, дужина главе је 33,0% од SL, дубина главе је 26,4% од SL. Дужина пекторалног пераја је 12,1% од SL. Дентална кост је уска и издужена, њена дорзална ивица носи 3–4 реда великих, каниформних зуба. Максила је конвексна, правилно савијена, али антериорно са истакнутим кукастим обликом. Контура отолита трапезоидна без постдорзалног процеса. OL:OH=1,05–1,25. Унутрашња страна отолита скоро равна. Сулкус је кратак, његова дорзална маргина правилно закривљена, без остијалног лоба. Субкаудални иугум није уочљив.

Дискусија (Bradić–Milinović et al., 2019): Род *Toxoryge* је лако препознатљив по бројним, јединственим карактеристикама, као и њиховој комбинацији. Пре свих то је број абдоминалних пршљенова, којих има 10, што се сматра плезиоморфном карактеристиком код *Gobioidei*. Са друге стране, депресоване неуралне спине, антериорно од 4 до 6 пршљена, морају се сматрати изведеним карактером и врло је неуобичајен за *Gobioidei*. Још један необичан карактеристика, која није забележен код других гобида је облик максиле са јаким кукастим савијањем на антериорном врху. Отолити такође поседују високо дијагностичке карактеристике. Трапезоидног су облика, без постдорзалне пројекције, сулкусом са редовно савијеном дорзалном маргином, али без остијалног лоба и одсуством субкаудалног иугума. Све ове карактеристике заједно се сматрају плезиоморфним отолитским карактеристикама, које се обично налазе код *Eleotridae*, али не и код *Gobiidae*. Међутим, очигледно спојена карлична пераја јасно смањују било какву везу.

Нема рецентних ни фосилних гобиоидних риба са којима се може упоредити *Toxoryge*, али постоји врста одређена на основу отолита из карпата северо–источне Швајцарске која показује неку сличност: *Toxoryge longus* (Salis, 1967, за фотографије погледати Reichenbacher, 1993). Ови отолити показују регуларнију контуру него *T. campylus* са врло мало скулптуре и релативно ниским дорзалним ободом. Одсуство постдорзалне пројекције и субкаудалног иугума, као и широка вентрална бразда, карактеристичне су за обе врсте. *Toxoryge longus* се разликује по уобичајено уочљивом дубоком уласку вентралне маргине сулкуса на остијално–каудалном споју, који није уочљив код *T. campylus*.

Врсте: Једна врста из доњег миоцена (бурдигал) слатководног језера, локалитета Клинци: *Toxoryge campylus* n. sp. Отолитска врста је базирана на врсти *Gobius longus* Salis, 1967 из карпата североисточне Швајцарске и односи се на *Toxoryge*.

Toxoryge campylus Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzhans 2019

(сл. 62, 63, 64)

Порекло имена – етимологија: Од грчке речи *campylos* што значи закривљен; односи се на закривљен облик максиле.

Материјал: 9 скелета (RGFAJ18, RGFAJ49, RGFAJ57 (холотип), RGFAJ68, RGFAJ75, RGFAJ76, RGFAJ97, RGFAJ101 и RGFAJ135) и 11 отолита (RGFAJ84/1, RGFAJ87/1, RGFAJ103/1 и RGFAJ104/1) са локалитета Клинци. И 22 изолована отолита са локалитета Врачевић (проба 107/15).

Дијагноза: погледати табелу 5 и поглавље дијагнозе рода.

Опис (Bradić–Milinović et al., 2019): –Скелет – Приликом описивања морфолошких карактеристика скелета, у обзир је првенствено узет најбоље очуван примерк (RGFAJ57).

Неокранијум. Лобања је дорзо–латерално компресована код оба описана примерка. Већина костију је непотпуна, фрагментирана и њихов облик је једва препознатљив. Фронталне кости су углавном комплетне са уским интерорбиталним подручјем, а затим се изразито проширују постериорно, чинећи већи део лобањског крова. Интерорбитални део и ивица фронталне кости чине постериорни обод орбиталног отвора (орбите) и показују посебну депресију у облику жлеба за супраорбитални канал бочне линије главе. Парасфеноид је дугачак и узак, проширен постериорно и његов задњи део није видљив.

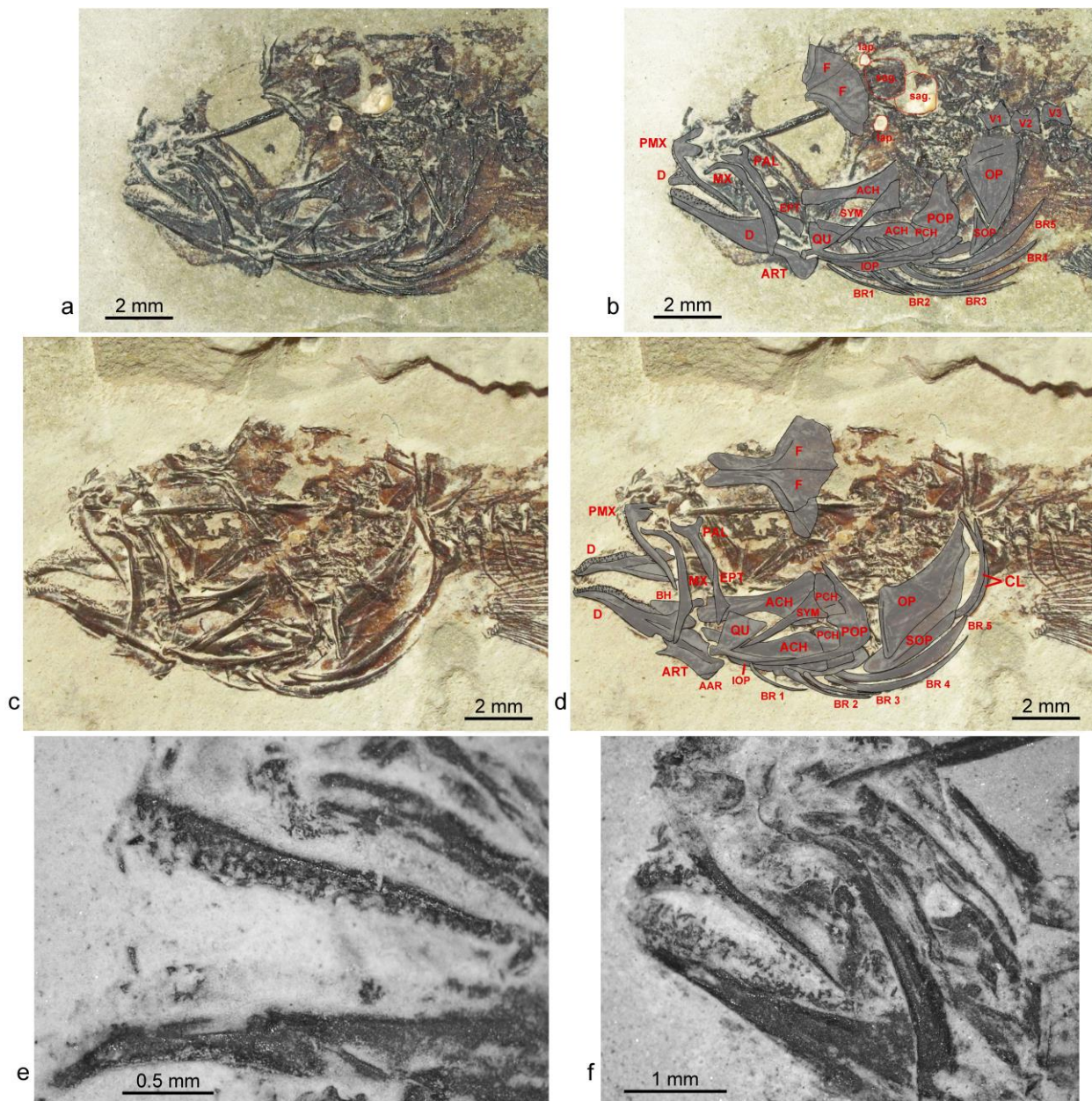
Челюсти. Премаксила је издужена и веома уска са два различита процеса: дугачким и уским узлазним процесом и краћим, али ширим максиларним процесом. Ови процеси су раздвојени један од другог дубоким зарезом. Постмаксиларни процес није развијен. Зуби су велики и конусни, позиционирани близу симфизе, али смањене величине постериорно (сл. 62).

Премаксила је дуга, али краћа од денталне кости. Максила је дуга, конвексна, постепено се проширује ка постериорном крају, док антериорно показује необичан, велики, правилно савијен почетак у облику куке. Дентална кост је уска и издужена; постепено повећава висину према постериорном крају и посебном короноидном процесу; њен задњи крај је засечен. Дорзална ивица денталне кости је широка и носи неколико редова великих каниформних зуба (2–3 реда); постериорно зуби су мањи мање величине (сл. 62). Ангулоартикуларни уметак са својим великим дорзалним продужетком, постављеним медијално у односу на денталну кост; његов вентрални продужетак је слабо развијен и кратак и тиме оставља посебно улегнуће у вентралној ивици доње вилице, док се на постериорном делу развија велика чашица. Ретроартикулар је троугласт и причвршћен на постеро–вентралну ивицу ангулоартикуларна.

Оперкуларна серија. Оперкулум је велики и више или мање троугластог облика (сл. 62). Субоперкулум показује изразиту антериорну куку и дуг сечивастог облика интраоперкулум (сл. 62). Интраоперкулум је углавном покривен од стране хиоида. Преоперкулум је у облику полумесеца и показује јасан симплектични процес на свом ширем дорзалном делу, који у комбинацији са уским вентралним делом формира постеро–вентралну границу добро развијеног форамена суспензиорум.

Суспензиорум. Квадратна кост се састоји антериорно од великог ламеларног тела и дугог и уског процеса. Овај благо закривљени процес се проширује постеро–дорзално и тесно је повезан са вентралним рукавом преоперкулума. Симплектик је дуг, у облику шипке и изразито проширен на дорзалном крају. Постериорна ивица симплектикума у комбинацији са преоперкуларним процесом формира антеро–дорзалну границу добро развијеног форамена суспензиорум. Ектоптеригоид је кратак са проширеним задњим делом, антериорно је причвршћен за палатинум. Предњи део палатинума показује два процеса; антеро–латерални максиларни процес и медио–дорзални етмидални процес који доводе до антериорног краја палатинума у облику слова Т. Граница између ових процеса је дубоко конкавна (у облику полумесеца).

Хиоидна шипка и шкржни лукови. Хиоидна шипка је велика и масивна. За њу је везано пет бранхиостегалних зрака. Први зрак у облику ребра је везан за уски антериорни део, а затим следе три бранхиостегална зрака у облику сечива, позиционирана од широког постериорног дела до антериорног цератохиала. Пети бранхиостегални зрак је најшири и везан је за последњи цератохиал. Треба имати на уму да су бранхиостегали једног примерка одвојени и премештени антеро–дорзално. Базихиал се може видети постериорно између доњих чељусти. Базихиал је кост у облику вентилатора са постериорним крајем у облику дугмета.



Слика 62. *Toxoryge campylus* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzhans: фотографије глава, означених костију главе и детаљне фотографије зуба (Bradić–Milinović et al., 2019).

Аксијални скелет. Кичмени стуб се састоји од 26–27 пршљенова, укључујући и уростил, од тога су 10 и 16 каудални пршљенови (таб. 5; сл. 63). Неуралне и хемалне спине су уске, издужене и оштре, приближно једнаке дужине, осим код другог и трећег преуралног пршљена, код којих су модификоване. Неуралне спине првих шест пршљенова су депресоване (под углом од око 45°) и накнадно подигнуте (под углом од око 80°). Неуралне и хемалне спине PRU3 су дистално продужене. Неурална спина PRU2 је кратка и јасно изражена, а хемална спина је дуга и широка. Поред модификованих PRU2 и PRU3; PRU4 је у неким случајевима укључен у каудални скелет, јер се неуралне и хемалне спине ова три пршљена протежу у стрмијем углу. Неуралне и хемалне спине су углавном прикачене антериорно на центар пршљена, осим код PRU2–5 код којих су прикачене постериорно. Развијено је осам плеуралних ребара, која су постављена латерално од абдоминалних пршљенова, док на једанаестом пршљену нису уочљива. Парапофизе су усмерене вентрално и препознатљиве су од 9 до 11 пршљена. Епинеурална ребра су такође присутна.

Табела 5. Меристичке и морфометријске карактеристике врсте *Toxopyge campylus* (Bradić–Milinović et al., 2019).

	<i>Toxopyge campylus</i>	
	HT – RGFAJ57	6 PT
SL (mm)	31,1	33,5–45,9
Отолити <i>in situ</i>	Да	5
Меристички подаци		
Прекаудалони пршљенови	10	10
Укупан број пршљенова	26	26
D1	VI	VI
D2	I+9	I+9
A	I+8	I+8 (7)
Пекторално пераје	17	
D1 последњи зрај између NS	NS6–NS7	NS6–NS7
Празан неурални простор	NS7–NS8	NS7–NS8
D2 прва Pt између NS	NS8–NS9	NS8–NS9
Каудално пераје	15	15
Формула дорзалне Pt	nm	(3)11211001 (in RGFAJ101)
Анална Pt1 опозитна	D1/1 or 2	D1/1 or 2
Постмаксилатни процес на PMX	He	He
EPU		
AP	2	2
SOP антериорно– вентрални облик	Кукаст	Кукаст
Тип крљушти		Ктеноидне
Морфометрија (% од SL)		
Дужина главе	33,4	30,9–34,6
Висина главе	24,7	26,0–28,5
Максимална висина тела	23,2	17,6–22,0
Орбитални дијаметар	9,6	
Дужина D1	20,2	13,9–19,7
Дужина A	21,5	15,4–17,3
PL– пекторална дужина	12,2	9,6–14,4
Предорзал до D1	41,1	41,5–42,9
Предорзал до D2	63,0	58,8–60,1
Преанал	66,2	63,0–64,7
База од D1	13,2	11,5–14,6
База од D2	16,4	19,1–19,8
База од A	14,1	16,1–17,2
Дистанца од D1 до D2	8,6	6,6–8,6

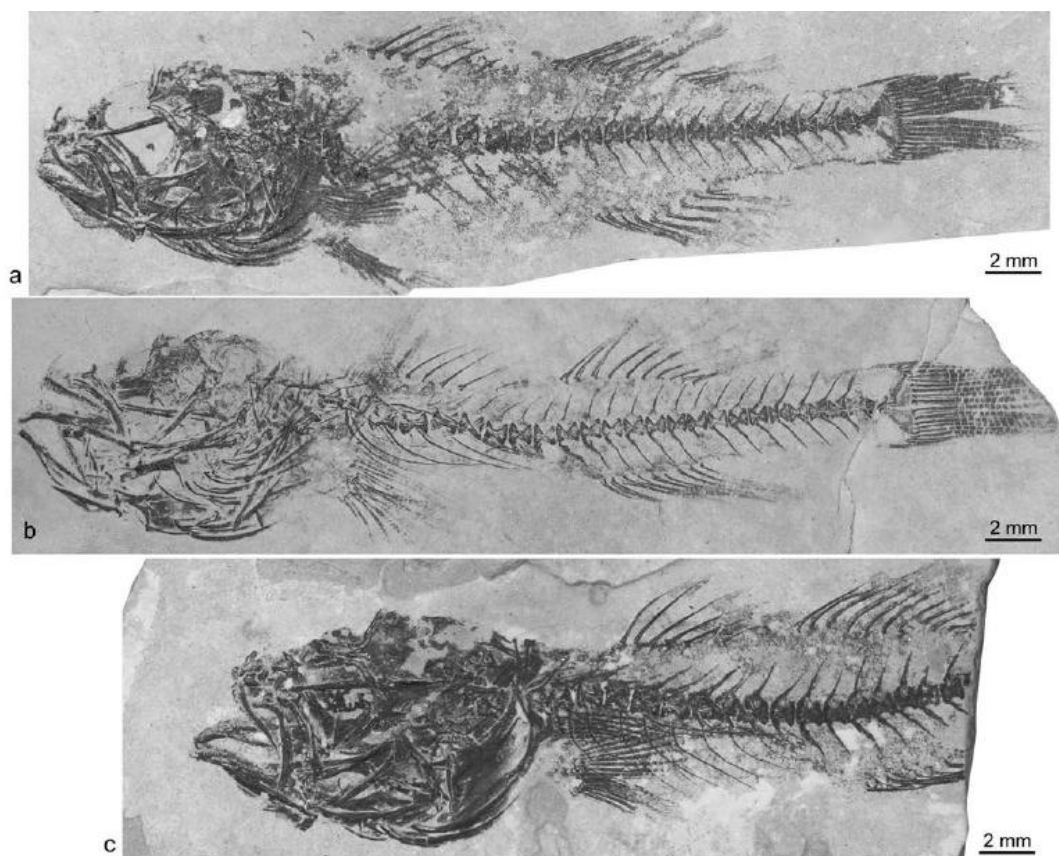
Каудални скелет. Каудални скелет се састоји од продуженог и уског парахипурала, две хипуралне плоче (хипурал 1+2 и хипурал 3+4) и малог и уског хипурала 5 и једне велике

епуралне плоче (сл. 64). Први хипурал (хипурал 1+2) је постављен вентрално у односу на уростил, а други (хипурал 3+4) је спојен са постериорним крајем уростила. Између епурала и хемалне спине од PRU2 је причвршћено 15 зрака каудалног пераја.

Непарна пераја. Прво дорзално пераје садржи 6 (VI) спина, сваку од њих подржава по једна птеригиофора, прве две су уметнуте у интернеурални простор три (IS3), трећа и четврта и IS4, пета у IS5 и шеста у IS6. Формула птеригиофора првог дорзалног пераја је 3–2211001. Иако птеригиофоре другог дорзалног пераја нису препознатљиве, може се утврдити да је прва спина другог дорзалног пераја врло вероватно уметнута у IS9. Друго дорзално пераје је изразито више од првог дорзалног пераја. Простор између првог и другог дорзалног пераја умерено је широк. Друго дорзално пераје се састоји од 10 елемената (једна спина и девет зрака, I+9). Анално пераје се састоји од једне спине и осам зрака (I+8). Анално пераје позиционирано незнатно постериорно у односу на положај другог дорзалног пераја, анална спина је опозитна првом или другом зраку другог дорзалног пераја. Једна птеригиофора претходи првој хемалној спини. База аналног пераја достиже вертикалу кроз седми каудални пршљен и у равни је са базом другог дорзалног пераја.

Парна пераја. Пекторални и карлични појас нису препознатљиви. Код примерка AJ57 се може уочити 17 зрака у пекторалном перају. Карлична пераја поседују по једну кратку спину и пет зрака.

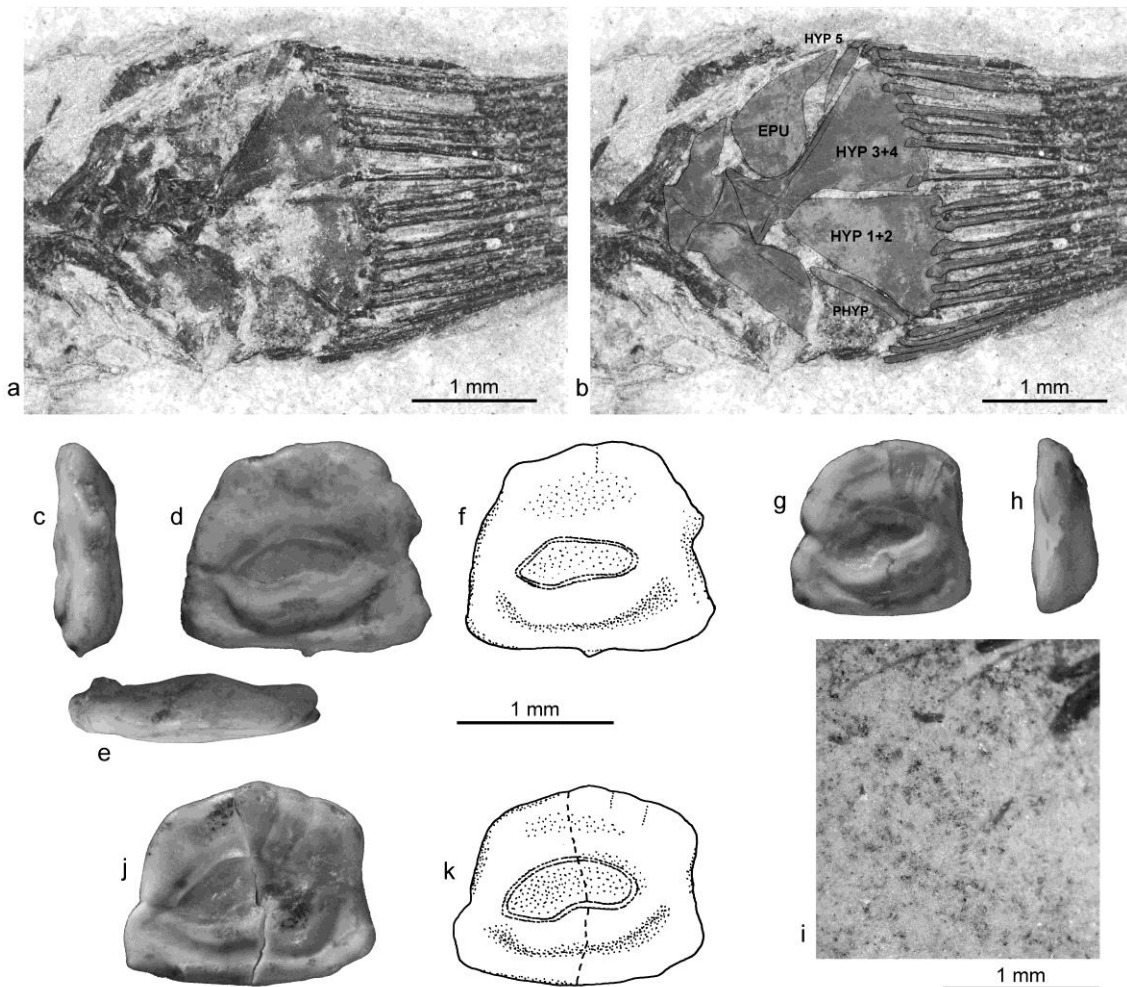
Крљушти. Крљушти су уочљиве код примерака AJ49 и AJ75 у близини базе другог дорзалног пераја. Ктеноидне су, прилично велике са пречником око 1,1 mm и очигледно танке, судећи по њиховој слабој истакнутости (сл. 64). Имају један ред густо постављених и танких ктенија дуж дисталног обода.



Слика 63. *Toxoryge campylus* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzzhans: артикулисани скелети а–RGFAJ57 (холотип), б–RGFAJ18, с–RGFAJ101, (Bradić–Milinović et al., 2019).

–**Отолити (Bradić–Milinović et al., 2019):** – Отолити су трапезоидног облика (сл. 64). Највећи примерак је 1,6 mm дуг и потиче од узорка AJ49 са $SL=45,9$ mm. $OL:OH=1,05-1,25$; $OH:OT=2,5-3,0$. Дорзална ивица је кратка, плитка и највиша у средњем делу, понекад са тупим медиодорзалним углом. Преддорзални и постдорзални углови су заобљени, постдорзални угао је смањен и није истакнут. Вентрални обод је плитак, готово раван, хоризонталан, гладак и очигледно дужи од дорзалног обода. Показује благу истакнутост превентралног и поствентралног угла. Антериорни обод је нагнут ка уназад под углом од око $75-80^\circ$, без уочљивих конкавности, али понекад са уским и плитким резом. Постериорни обод је отприлике исте висине као и антериорни, нагнут је на горе и напред под углом од око $75-85^\circ$, са врло малом конкавношћу приближно на нивоу кауде.

Унутрашња страна отолита је скоро равна. Сулкус је прилично мали, релативно узак, донекле продубљен и нагнут под углом од $8-15^\circ$. $OL:SuL=2,0$. Дорзална маргина сулкуса формира равномерно закривљен, континуиран лук, без остијалног лоба. Субкаудални иугум није развијен. На дорзалном пољу приметна широка, али слабо означена дорзална депресија. На вентралном пољу уочљива јасна, дубока, у облику полумесеца вентрална бразда која се шири према свом завршетку, који не досеже антериорне и постериорне врхове сулкуса. Ова бразда се простире на знатној удаљености од вентралног обода отолита. Спољашња страна отолита је мало конвексна и глатка.



Слика 64. *Toxopyge campylus* Bradić–Milinović, Ahnelt, Schwarzzhans: фотографије детаља a, b– каудални скелет; c–h, j–k– отолити; i– крљушт, (Bradić–Milinović et al., 2019).

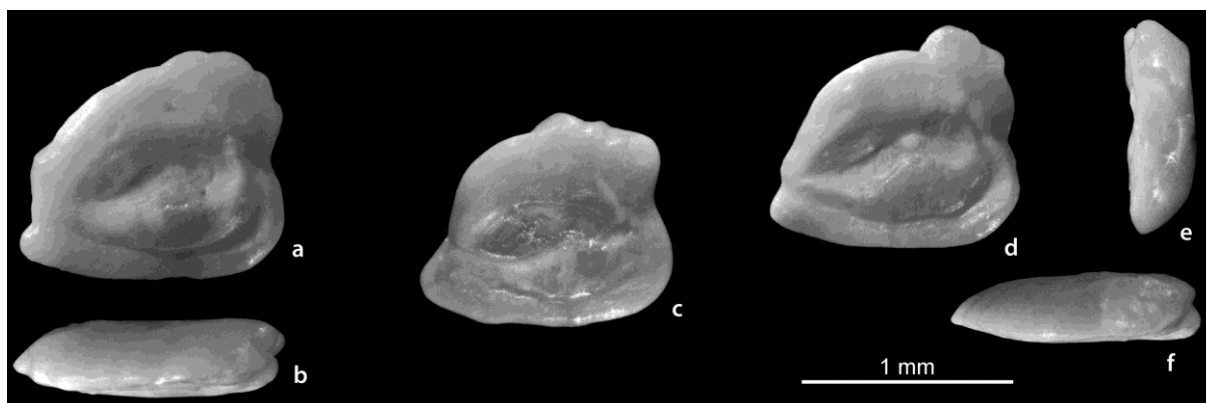
Стратиграфско распрострањење: први пут издвојена и описана из слатководних седимената горњег дела доњег миоцена до рањог средњег миоцена Ваљевско–мионичког басена, локалитет Клинци (Bradić–Milinović et al., 2019).

Toxoryge sp. 1

(сл. 65)

Материјал: 13 отолита са локалитета Врчевић, поток Грабовац (проба 107/15).

Опис: Отолит правоугаоног облика (сл. 65). Унутрашња страна отолита равна. Вентрални обод скоро раван, незнатно дужи од дорзалног обода. Дорзални обод таласаст, највиши у средњем делу. Превентрална пројекција истакнута и оштра. Предорзални угао низак. Предорзални и поствентрални углови широко заобљени. Сулкус велики, добро развијен и постављен централно. Остијум проширен. Између остијума и кауде уочљиво сужење. Остијални лоб висок. Дорзално је уочљива плитка дорзална депресија. Вентрално се пружа дубока вентрална бразда, која је савијена на горе, а anteriорно излази ван anteriорног обода тик изнад оштре превентралне пројекције. Спољашња страна отолита је глатка и благо конвексна.



Слика 65. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Toxoryge* n.sp. 1 са локалитета Врчевић, поток Грабовац: a, c, d) унутрашња страна отолита; b, f) дорзални приказ; e) бочни приказ

Дискусија: Ове форме се разликују од врсте *Toxoryge campylus* по оштрој и истакнутој превентралној пројекцији, широком остијуму и сужењу између остијума и кауде. Наведене карактеристике су уочене код свих примерака описане врсте. Ове морфолошке карактеристике нису узроковане процесом фосилизације, као ни онтогенетском алометријом. Уочљиве су и код јувенилних и код адултних форми. Дефинисање ових форми као нове врсте и њихова сигурна одредба, захтева додатна истраживања, која ће бити обављена у оквиру рада о слатководним средњомиоценовским отолитима локалитета Врчевић (рад у припреми).

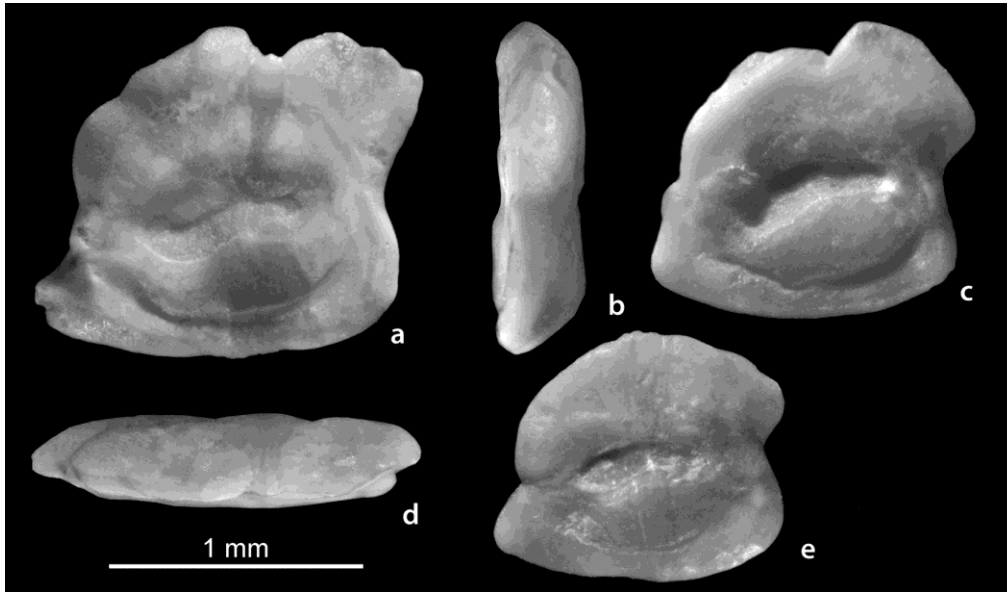
Toxoryge sp. 2

(сл. 66)

Материјал: 15 отолита са локалитета Врчевић, поток Грабовац (проба 107/15).

Опис: Мали, дебео, компресован отолит (сл. 66). Унутрашња страна отолита равна. Дорзални обод висок, таласаст, највиши у постериорном делу. Вентрални обод скоро хоризонталан, на крајевима благо савијен на горе. Сулкус, мали, веома узак и позициониран у центру отолита. Антериорни обод раван са вентралним ободом заклапа угао од 62°. Превентрална пројекција и поствентрални угао широко заобљени. Постдорзална пројекција висока и истакнута. Постдорзални регион проширен. На дорзалном пољу слабо видљива и

плитка дорзална депресија. Вентрално се пружа снажна вентрална бразда. Бразда прати вентрални обод, пружа се дужином сулкуса, не иде до антериорног и постериорног обода. Спољашња страна отолита глатка и благо конвексна.



Слика 66. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Тохоруге* n.sp. 2 са локалитета Врачевић, поток Грабовац: а, с, е) унутрашња страна отолита; д) дорзални приказ; б) бочни приказ

Дискусија: Ови примерци се разликују од врсте *Тохоруге campylus* у највећој мери по облику сулкуса. Сулкус *Тохоруге* sp. 2 је мали и веома узак, а *Тохоруге campylus* широк и добро развијен. Вентрални обод је нешто дужи од дорзалног, док су ова два обода код *Т. campylus* приближно једнаке дужине. Наведене карактеристике су присутне и код јувенилних и код адултних форми, што нам указује да нису настале услед морфолошких варијација током онтогенетског развоја јединки. Сходно томе, може се претпоставити да је реч о новој врсти, а да би се то са сигурношћу утврдило потребно је извршити додатна истраживања. Истраживања ће бити обављена у оквиру рада о слатководним средњомиоценским отолитима локалитета Врачевић (рад у припреми).

Фамилија Sciaenidae Cuvier 1829

Род *Trewasciaena* Schwarzhans 1993

***Trewasciaena kokeni* (Schubert, 1902)**

(сл. 67)

1902 *Otolithus (Sciaenidarum) kokeni* n. sp. – Schubert: tab. 10, sl.18.

1902 *Otolithus (Sciaena?) excissus* Schubert – Schubert: tab. 10, sl.17.

1902 *Sciaena? levis* Schubert – Schubert: tab. 10, sl.9.

1902 *Scaena? telleri* Schubert – Schubert: tab. 10, sl.16.

1906 *Otolithus (Sciaenidarum) loczyi* Schubert – Lörenthey: tab. 2, sl.8.

1906 *Otolithus (Sciaenidarum) aff. loczyi* Schubert – Lörenthey: tab. 3, sl.23, 24.

1981 „genus aff. *Umbrina*“ *kokeni* (Schubert) – Nolf: tab. 3, sl. 8–9.

1993 *Trawasciaena kokeni* (Schubert) – Schwarzhans: sl. 171–75.

2013 *Trewasciaena kokeni* (Schubert) – Schultz: tab. 91, sl. 1–5.

2018 *Trewasciaena kokeni* (Schubert) – Bannikov et al.: sl. 8 F–J.

Материјал: 54 отолита са локалитета Орешац, незаведен материјал из збирке Природњачког музеја у Београду.

Опис: Издужен отолит, правоугаоне контуре (сл. 67). Унутрашња страна отолита незнатно конвексна. Сулкус позициониран медијално. Остијум правилне контуре, отворен постериорно. Кауда права, широка, скоро дупло дужа од остијума са закривљеним врхом који се пружа скоро до вентралног обода отолита. Остијум је исте висине као поља отолита око сулкуса, само са удубљеним ободом. Кауда је удубљена, што је најизраженије у њеном средишњем делу. На дорзалном пољу се уочава велика дорзална депресија, која се пружа од споја кауде са остијумом до савијања кауде. Спој остијума и кауде није назначен, уочљива је само плитка прекаудална депресија. Дистанца од обода остијума до савијеног врха кауде је велика. Дорзални обод сулкуса је снажно истакнут. Антериорно је приметна умерено истакнута постдорзална спина. Спољашња страна отолита је благо конвексна, избраздана, код неких примерака са једном глобулом у централном делу. Целом дужином уз обод отолита се пружа континуирана бразда.



Слика 67. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Trawasciaena kokeni* са локалитета Орешац: а, b, c, d, e) унутрашња страна отолита.

Дискусија: *T. kokeni* је издуженијег облика и има висок индекс закривљености кауде у односу на *T. mogutina*. У односу на *T. irregularis* има јаче изражену постдорзалну пројекцију (Schwarzhans, 1993).

Стратиграфско распрострањење: Ова врста је позната из седимената горњег миоцена (панона), централног Паратетиса (Ванников et al., 2018).

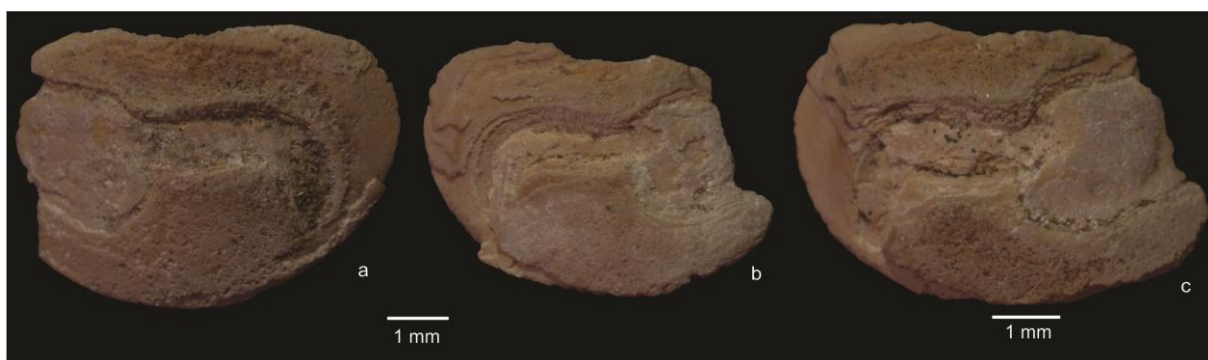
Trewasciaena sp.

(сл. 68)

Материјал: 29 отолита са локалитета Орешац (незаведен материјал из збирке Природњачког музеја у Београду) и један отолит са локалитета Умчански тунел (инвентарски број 477).

Опис: Масиван, велики отолит (сл. 68). Унутрашња страна отолита конвексна. Постериорни обод заобљен. Са спољашње стране није уочљив истакнут постцентрални умбо. Остијум умерено узак, али кратак, краћи од кауде, са малим постостијалним лобом

Дискусија: Наведене карактеристике поседују неколико врста овог рода. Због лоше очуваности ових примерака није било могуће уочити више детаља који би били значајни за ближу одредбу.



Слика 68. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Trawasciaena* sp. са локалитета Орешац: a, b, c) унутрашња страна отолита.

Род *Umbrina* Cuvier 1817

Umbrina cirrhosoides (Schubert 1902)

(сл. 69)

1891 Otoliti Gorjanović–Kramberger, tab. 3, sl. 5.

1902 *Otolithus* (*Corvina?*) *cirrhosoides* n. sp. – Schubert: tab. 10, sl. 4.

1902 *Otolithus* (*Umbrina?*) *plena* n. sp. – Schubert: tab. 10, sl. 6.

1954 *Sciaena angulata* Schubert – Weinfurter: tab. 6, sl. 33, 34.

1981 *Umbrina cirrhosoides* (Schubert) – Nolf: tab. 3, sl. 10.

1993 *Umbrina cirrhosoides* (Schubert) – Schwarzahns: sl. 124–125.

2008 *Umbrina cirrhosoides* (Schubert) – Bosnakoff: tab.1, sl. 1–4, 5–7.

2010 *Umbrina cirrhosoides* (Schubert) – Jovanović et al.: tab. 2, sl. 3.

2012 *Umbrina cirrhosoides* (Schubert) – Bosnakoff & Katona: tab. 1, sl. 4, 6.

2013 *Umbrina cirrhosoides* (Schubert) – Schultz: tab. 90, sl. 3–4.

Материјал: 19 отолита са локалитета Орешац (незаведен материјал из збирке Природњачког музеја у Београду) и 2 примерка са локалитета Умчански тунел (инвентарски број 477).

Опис: Унутрашња страна отолита конвексна, конвексност најизраженија медијално (сл. 69). Сулкус благо померен дорзално. Остијум и кауда добро развијени. Кауда савијена скоро под правим углом на доле, удубљена, пружа се скоро до постериорног обода и пролази постериорни обод остијума. Спој између остијума и кауде једва уочљив. Постостијални лоб веома истакнут. На дорзалном пољу уочљива дорзална депресија. Постероостијални обод представља и постериорни обод отолита, односно остијум је отворен постериорно. Антериорно је препознатљива блага постдорзална спина. Спољашња страна отолита је избраздана и конкавна, што је највише изражено у централном делу отолита.



Слика 69. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Umbrina cirrhosoides* са локалитета Орешац: a, b, c, d) унутрашња страна отолита.

Дискусија: *Umbrina cirrhosoides* је слична врстама рода *Trewasciaena* са наглашеним углом на споју између дорзалног и постериорног обода и релативно широким остијално–каудалним међупростором. Међутим, разликује се по заобљеном остијуму, који се сужава антериорно са истакнутом дорзалном и вентралном маргином сулкуса (Bannikov et al., 2018).

Стратиграфско распрострањење: ова врста је у Централном Паратетису позната из седимената средњо и горњомиоценске старости (Schwarzahns, 1993).

Umbrina subcirrhosa Schubert 1902

(сл. 70)

1902 *Otolithus (Umbrina) subcirrhosa* n. sp. – Schubert: tab. 10, sl. 3.

1906 *Otolithus (Sciaenidarum) schberti* (Schubert) – Lörenthey: tab. 2, sl. 6.

1993 *Umbrina subcirrhosa* Schubert – Schwarzahns: sl. 103–107.

1998 *Umbrina cirrosa* Schubert – Reichenbacher: tab. 3, sl. 2.

2007 *Umbrina* cf. *cirrosa* Schubert – Brzobohaty et al.: tab. 7, sl. 6.

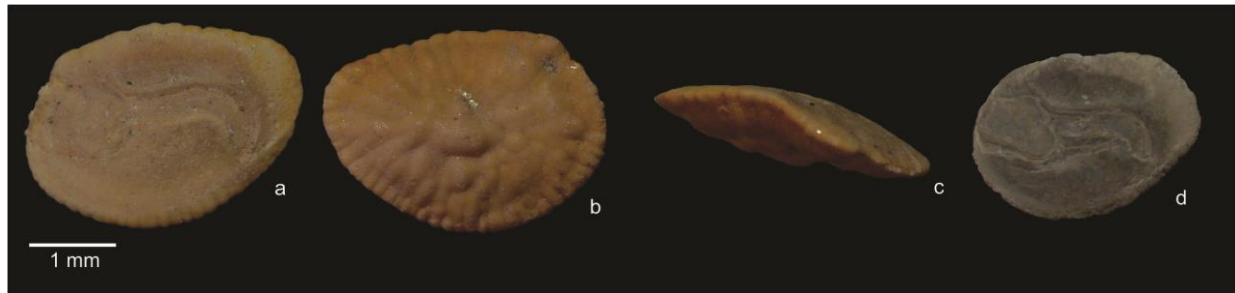
2008 *Umbrina* aff. *cirrosa* Schubert – Cziczter et al.: sl. 12.

2013 *Umbrina subcirrhosa* Schubert – Schultz: tab. 90, sl. 6.

Материјал: 14 отолита са локалитета Орешац (незаведен материјал из збирке Природњачког музеја у Београду) и 1 отолит са локалитета Дрмно, бушотина К 11:111.

Опис: Отолит мале величине, овалног облика (сл. 70). Вентрални обод са израженим таласастим наборима. Дорзални обод благо таласаст. Унутрашња страна отолита је благо конвексна. Сулкус је удубљен, постављен у средишњем делу отолита. Кауда је удубљенија од остијума и дужа од њега, скоро права са закривљеним врхом који је у истој равни са вентралним ободом остијума. Дорзални обод сулкуса је снажно истакнут уз чији обод се

пружа плитка дорзална депресија. Остијум је благо таласасте контуре, што је најизраженије на његовом постериорном ободу, пружа се до самог постериорног обода. Спој остијума и кауде је благ, уочава се само прекаудална депресија. Спољашња страна отолита је благо конкавна, само у централном делу, избраздана са уочљивим глобулама. Такође, целом дужином обода се пружа бразда.



Слика 70. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Umbrina subcirrhosa* са локалитета Орешац: а, d) унутрашња страна отолита, b) спољашња страна отолита, c) латералан приказ

Дискусија: Ова врста је веома слична рецентној врсти *Umbrina cirrosa*, али са малим разликама у пропорцији сулкуса (Schwarzahns, 1993).

Стратиграфско распрострањење: На простору Паратетиса, ова врста је позната из неогених седимената средњег и горњег миоцена (Schwarzahns, 1993).

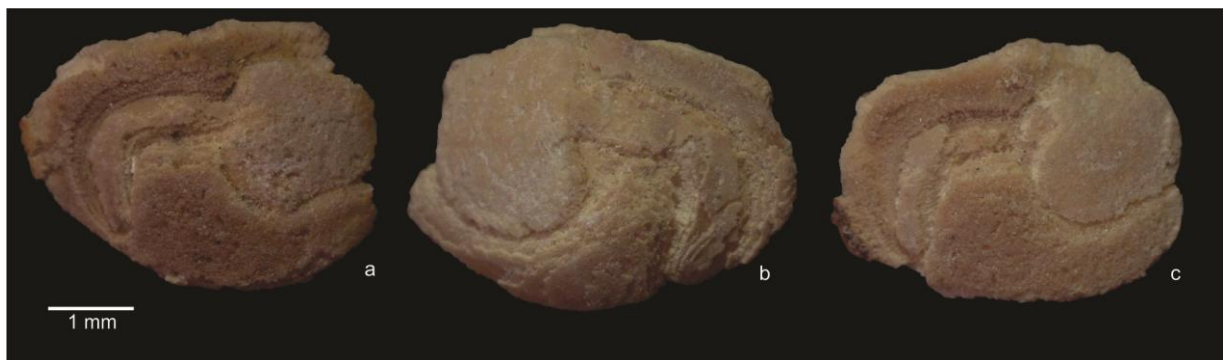
Umbrina sp.

(сл. 71)

Материјал: 22 отолита са локалитета Орешац (незаведен материјал из збирке Природњачког музеја у Београду).

Опис: Иако су ови примерци отолита ниског нивоа очуваности, уочено је довољно морфолошких карактеристика да се одреди њихова припадност одговарајућем роду. Уочено је да имају широк остио–каудални међупростор (сл. 71).

Дискусија: Важна одлика за детерминацију је карактеристичан облик дорзалне и вентралне маргине сулкуса, која се јасно разликује за родове *Umbrina* и *Trewasciaena*. Такође, уочено је и да недостаје умбо на спољашњој страни отолита.



Слика 71. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Umbrina* sp. са локалитета Орешац: а, b, c) унутрашња страна отолита.

Ред Pleuronectiformes Bleeker 1859

Фамилија Soleidae Bonaparte 1835

Род *Parasolea* Schwarzhans, Carnevale, Japundžić & Bradić–Milinović 2017⁵

Дијагноза (Schwarzhans et al., 2017⁶): Следеће морфолошке карактеристике представљају значајне дијагностичке одлике рода *Parasolea*: осам абдоминалних пршљенова; кратка еризма (прва дорзална птеригиофора увећана); 1 или 2 птеригиофоре леже на еразми, 3 или 4 птеригиофоре се умећу у задњи део неокранијума; први абдоминални пршљен са малом неуралном спином или у потпуности без ње, други абдоминални пршљен са проширеном неуралном спином савијеном ка напред; урохијал дуг; отолит са равном унутрашњом страном, осим издигнутог централног дела, сулкус изузетно мали (OL:SuL= 2,2 – 3,0).

Дискусија: Род *Parasolea* је карактеристичан за доњи сармат Централног Паратетиса, док се у Источном Паратетису појављује нешто касније, односно током средњег сармата. Овакво појављивање може указивати на ендемизам (Schwarzhans et al., 2017⁶).

***Parasolea serbica* (Anđelković 1966)**

(сл. 72, 73, 74)

1966 *Rhombus serbicus* n. sp.– Anđelković: tab. 1, sl. 1, 1a

1969 *Rhombus stamardini* Pauca – Anđelković: tab. 5, sl. 3

1970 *Rhombus serbicus* Anđelković – Anđelković: tab. 25, sl. 3

1970 *Rhombus stamardini* Pauca – Anđelković: tab. 25, sl. 4

1989 *Rhombus serbicus* Anđelković – Anđelković: tab. 20, sl. 1

1989 *Rhombus stamardini* Pauca – Anđelković: tab. 20, sl. 5

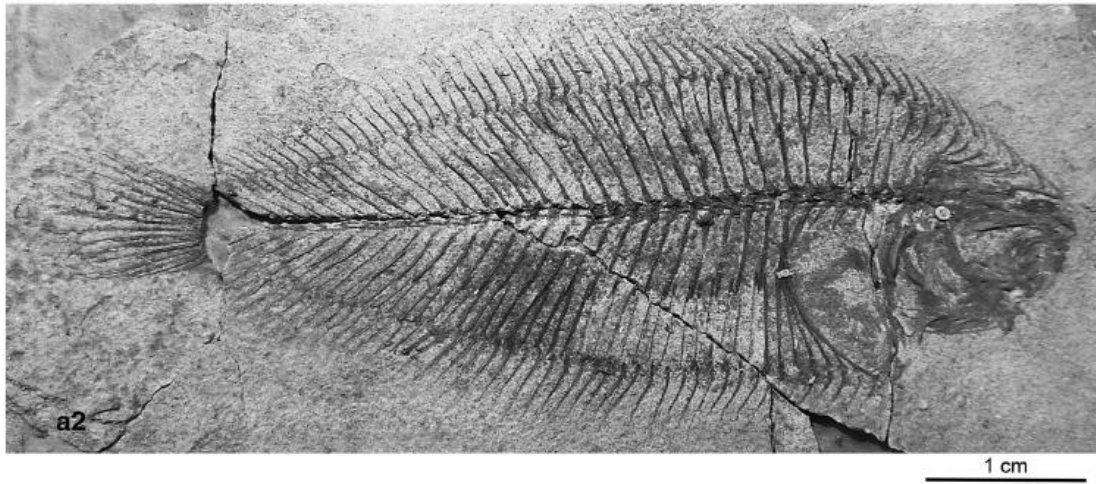
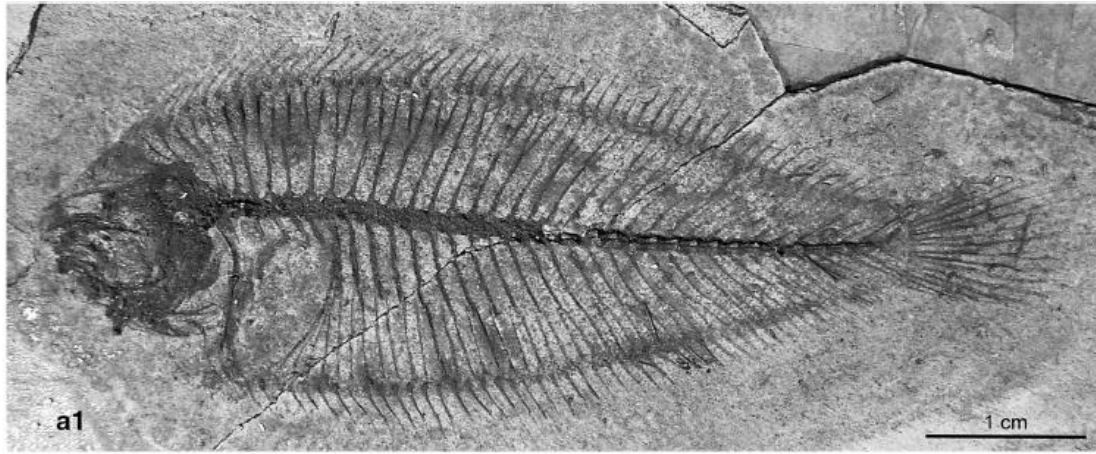
2017⁵ *Parasolea serbica* (Anđelković) – Schwarzhans et al.: sl. 4a, b, 5a–e, 6a–g)

Материјал: један некомплетан примерак са отолитом *in situ* (RGFAJ32) и један добро очуван примерак без отолита (RGFAJ 241).

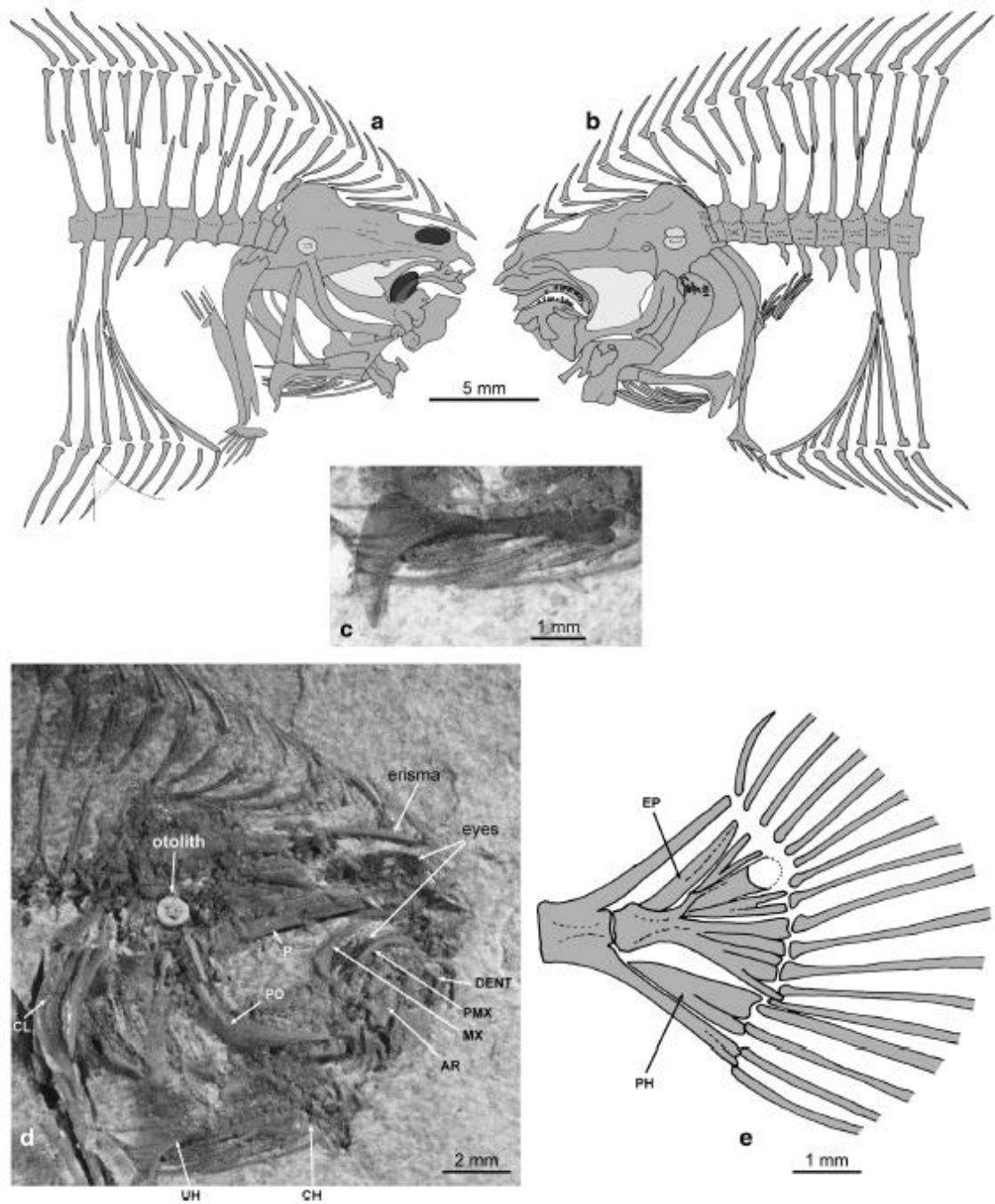
Дијагноза (Schwarzhans et al., 2017⁶): SL= 16 mm (RGFAJ32) и 80 mm (RGFAJ 241). Кичмена мождина садржи 33–35 пршљенова (8+25–27). D= 60–62; A= 45 (таб. 6).

Опис (Schwarzhans et al., 2017⁶): –Скелет– Кости главе су релативно добро очуване, препознатљиве су: максила, премаксила, дентална кост, парасфеноидна, клеитрум, урохиал и преоперкулум. Премаксила и дентална кост носе коничне зубе (сл. 73).

Кичмени стуб је делимично очуван код примерка RGFAJ32 (8+25) и потпуно очуван код примерка RGFAJ 241 (8+27). Неурални лук на другом абдоминалном пршљену (епистрофеусу) је знатно снажнији, у односу на остале неуралне лукове абдоминалних пршљенова. Поседује јединствено дорзално пераје, које се пружа целом дужином тела и садржи од 60 (RGFAJ 241) до 62 (RGFAJ32) зрака (сл. 72). Формула дорзалног пераја је [1] 1 – 3 – 1 и уочава се само код примерка RGFAJ 241. Анално пераје је такође очувано само код овог примерка и садржи 45 зрака, са формулом птеригиофора 1 – 4 – 2. Зраци карличног пераја се не могу јасно пребројати, претпоставља се да имају око 8 зрака (RGFAJ 241).



Слика 72. Морфолошке карактеристике скелета врсте *Parasolea serbica* (Andelković, 1966): a1,2–CNHM 278, (Schwarzahns, 2107°).

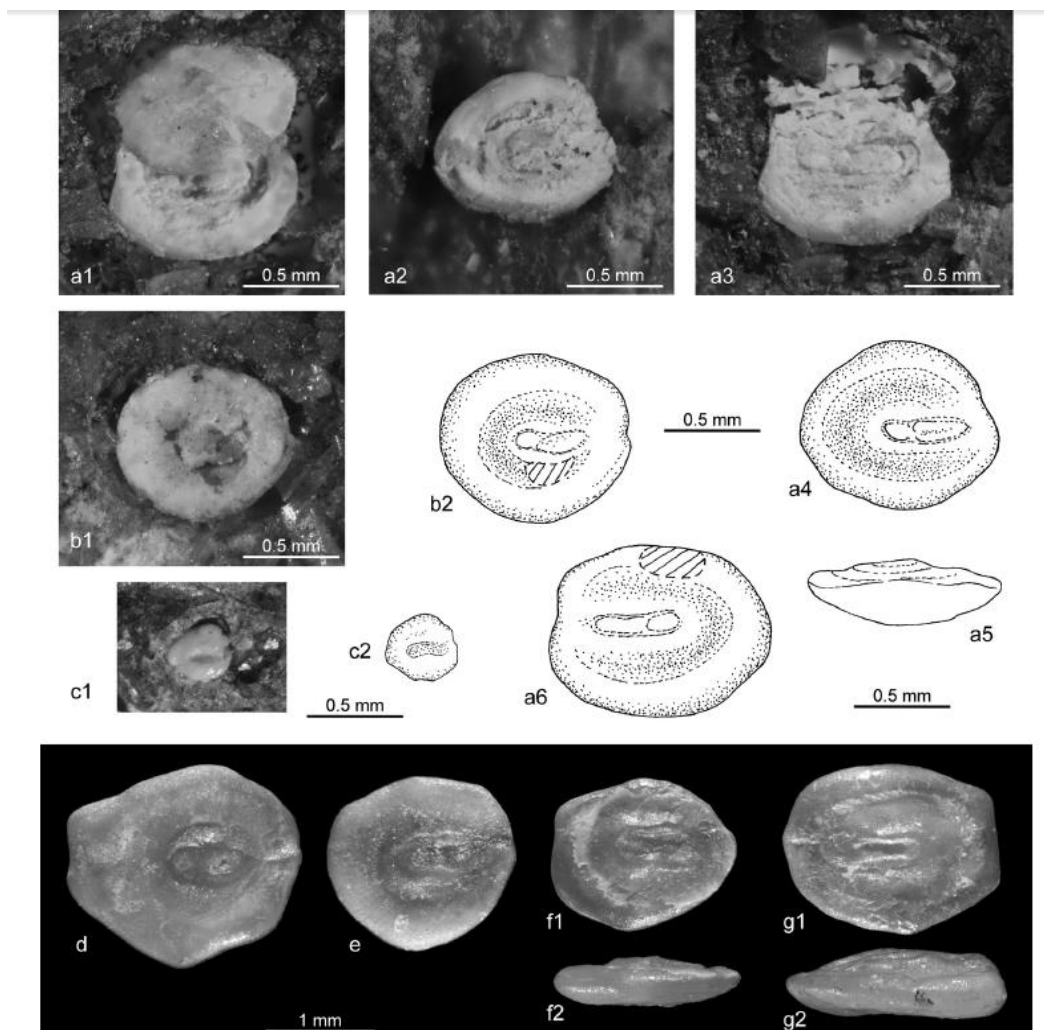


Слика 73. Морфолошке карактеристике врсте *Parasolea serbica* (Andelković, 1966): а– CNHM 278 реконструкција главног и абдоминалног дела, б– CNHM 158 реконструкција главног и абдоминалног дела, с– CNHM 278 детаљна фотографија урохијала, д– CNHM 278 фотографија главе са означеним костима, е– CNHM 278, реконструкција каудалног скелета (Schwarzahns, 2107^с).

Табела 6. Меристичке и морфометријске карактеристике врсте *Parasolea serbica* (Schwarzahans, 2107°).

	<i>Parasolea serbica</i>	
	RGFAJ32	RGFAJ241
SL (mm)	16	80
HL (mm)	4,1	27
Отолити <i>in situ</i>	Да	
Меристички подаци		
Прекаудалони пршљенови	8	8
Укупан број пршљенова	33	35
Абдоминалних пршљенова са парапофизама	3	4
D	62	60
A		45
P		8?
C	17	15+
Формула дорзалне Pt		[1] 1 – 3 – 1
Формула аналне Pt		1 – 4 – 2
Морфометрија (% од SL)		
Дужина главе (HL)	25,6	23,5
Висина главе (HH)		26,6
HL:HH		HL <<HH
Максимална висина тела		29,6
Дужина њушке	2,0	3,5
Преанал	7,0	8,9
Најдужи зрак дорзалног пераја	6,3	11,0
Најдужи зрак аналног пераја		9,1
Дужина P		6,6

–**Отолит**– Веома мали примерак, заобљене контуре, благо неправилних обода (сл. 74). Унутрашња страна отолита је скоро равна, незнатно конвексна у неким својим деловима. Сулкус је изузетно мали, узак, затворен и померен anteriorno. Остијум је незнатно већи од кауде са уочљивим коликулима. Спољашња страна отолита је конвексна (за више детаља, Schwarzahans et al., 2017°) .



Слика 74. Морфолошке карактеристике отолита врсте *Parasolea serbica*: a1–3– CNHM 158 отолити *in situ*, a4–6– реконструкције отолита, b1,2– CNHM 278 фотографија и реконструкција отолита, c1,2– RGFAJ 32 фотографија и реконструкција отолита *in situ*, d–g– сарматски отолити са Крима, (Schwarzahans, 2107^e).

Стратиграфско распрострањење: Осим примерака са стадиона Црвена звезда, сармат *s. str.*, познати су и примерци из истог стратиграфског опсега са локалитета Доље, Хрватска. Из сармата *s. lato* познати су примерци са локалитета Jurkino, Крим (Schwarzahans et al., 2017⁵).

Ред Scorpaeniformes Imamura & Yabe 2002

Фамилија Scorpaenidae Risso 1827

Род *Scorpaena* Linnaeus 1758

"*Scorpaena*" minima Kramberger 1882

(сл. 75)

1882 *Scorpaena minima* n. sp. – Kramberger: tab. 22, sl. 2

1969 *Scorpaena minima* Kramberger – Anđelković 1969: tab. 3, sl. 2

1989 *Scorpaena minima* Kramberger – Anđelković 1989: tab. 19, sl. 5

2017 "*Scorpaena*" *minima* Kramberger – Schwarzahans et al.: sl. 1a–f, 2a–b

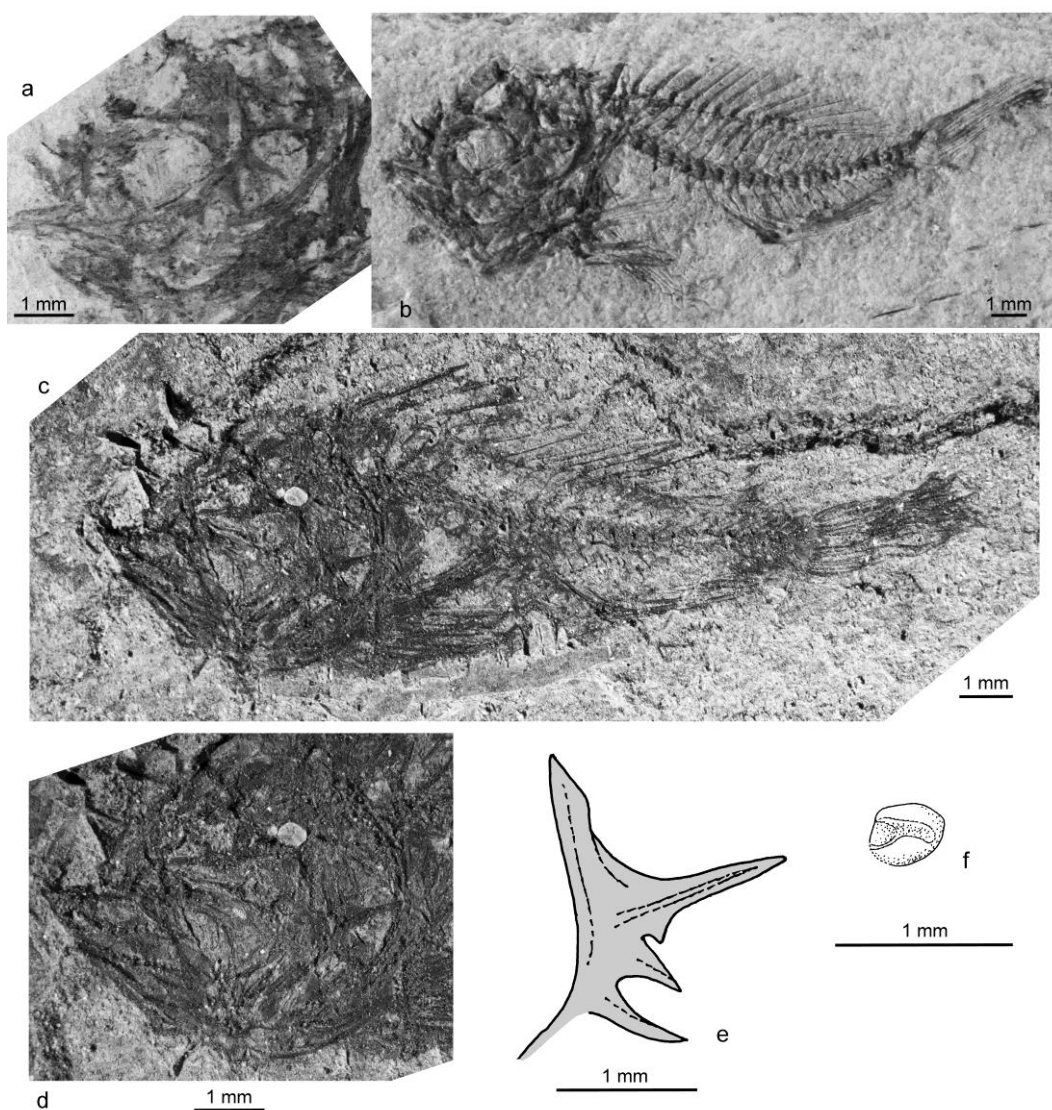
Материјал: Један примерак са отолитом *in situ*, RGFAJ28 са локалитета Стадион Црвена звезда.

Дијагноза (Schwarzahns et al., 2017^d): Кратко тело (SL= 14 mm) са веома великом главом. Кичмени стуб садржи 24 пршљена (10 абдоминалних и 14 каудалних). D1= 18 (XII+6); A= 7 (III+ 4), (таб. 7).

Опис: –Скелет– Од костију оперкуларне серије, једино се може препознати делимично очуван преоперкулум, који носи три спине, од којих је прва (дорзална) најдужа (сл. 75). Остале кости главе нису јасно препознатљиве код овог примерка.

Кичмени стуб је очуван у целости (садржи 24 пршљена), али се елементи каудалног скелета не уочавају (таб. 7).

Ова врста поседује само једно велико дорзално пераје, које садржи 18 елемената (XII спина и 6 зрака). Дужина овог пераја је 16 % од SL. Анално пераје садржи 7 елемената (III спине и 4 зрака), пружа се испод 3–4 каудалног пршљена (више детаља у Schwarzahns et al., 2017^d).



Слика 75. "*Scorpeaena minima*: а, б– холотип CNHM 142: а– глава, б–, скелет; с–f– RGFAJ 28: с– артикулисан скелет са отолитом, d– глава, е– реконструкција преоперкулума, f– отолит, (Schwarzahns et al., 2017^d).

Табела 7. Меристичке и морфометријске карактеристике врсте "*Scorpaena minima*" (Schwarzahns et al., 2017^d).

	" <i>Scorpaena minima</i> "
	RGFAJ28
SL (mm)	14
HL (mm)	5,5
HL % од SL	39,3
Отолити <i>in situ</i>	Да
Прекаудалони пршљенови	10
Укупан број пршљенова	24
D	XII+6+
A	III+4
P	8+
V	I+5 или 6
C	15
Преоперкуралне спине	3 (прва најдужа)

–**Отолит (Schwarzahns et al., 2017^d)**– Отолит ове врсте је веома мале величине (0,4 mm), овалне контуре (сл. 75). Сулкус је померен дорзално, отворен антериорно, са остиумом већим од кауде. Остале карактеристике није било могуће уочити код овог примерка, јер се ради о јувенилној форми.

Дискусија (Schwarzahns et al., 2017^d): Важно је напоменути да описани примерак представља јувенилну форму, што отежава поређење са другим врстама. У великој мери се у том смислу може ослонити на облик преоперкулума и продужене спине. Конфигурација спина код врсте *Scorpaena minima* се разликује од оне код врсте *S. prior*, код нашег примерка је ова конфигурација модификована, што може бити узроковано онтогенетским развојем. Таксономски статус је остављен упитан, односно под наводницима "*Scorpaena*", због ове модификације и недовољно видљивих морфолошких карактеристика, јер је у питању јувенилан облик.

Стратиграфско распрострањење: Ова врста је у Паратетису позната из конкиана Бугарске и Казахстана (Bratishko et al., 2015).

6 БИОСТРАТИГРАФСКИ ПРИКАЗ МИОЦЕНА НА ОСНОВУ ОТОЛИТА

Асоцијације отолита обухваћене истраживањима у овом раду, покривају стратиграфски интервал од млађег доњег миоцена до старијег горњег миоцена. Асоцијација отолита проучаваних локалитета, а и Србије уопште, показује јасне карактеристике провинције централног Паратетиса. У оквиру овог рада дат је приказ фосилних врста, које насељавају слатководну, бракичну и морску водену средину. Већина приказаних врста представља форме које живе у плитководним, литоралним воденим срединама. Очуваност форми варира од веома лоше до релативно добро очуваних примерака. Бројност индивидуа, као и њихова очуваност у појединим асоцијацијама отежава поређење са одговарајућим асоцијацијама отолита других локалитета.

6.1 ПРИКАЗ КАРАКТЕРИСТИЧНЕ МИОЦЕНСКЕ ФАУНЕ ОТОЛИТА НА ПОДРУЧЈУ ПАНОНСКОГ БАСЕНА

Према постојећим подацима из литературе, доњомиоценска слатководна фауна, Панонског басена и југоисточне Европе је изузетно разноврсна и карактерише се представницима ципринида, гобида, атеринида, ханида и елеотрида. Ова фауна је у највећој мери позната на основу отолита или у ретким случајевима на основу скелета са отолитима *in situ* (Reichenbacher, 1993; Reichenbacher et al., 2007; Brzobohaty & Gaudant, 2009; Gierl et al., 2013; Gierl & Reichenbacher, 2015; Schwarzhans et al., 2017^{a,b,c,d,e}; Bradić–Milinović et al., 2019). Доњомиоценска риба фауна има врло мало сличности са данашњом рибањом фауном ових простора, најсличнија јој је фауна југоисточне Азије (Reichenbacher et al., 2007).

Када се говори о морској ранобаденској фауни отолита, најдоминантније су мезопелагичне рибе окарактерисане представницима фамилија Muctophidae и Bregmacerotidae (Schwarzhans et al., 2015). За разлику од доњобаденске фауне, горњобаденска и сарматска фауна је представљена плитководним литоралним формама. У периоду горњи баден – сармат фамилија Gobiidae преузима примат, чије су форме познате и као Понто–каспијске гобиде (Schwarzhans et al., 2015). Понто–каспијске гобиде су у највећој мери представљене родовима: *Economidichthys*, *Hyrnanogobius*, *Knipowitschia*, *Neogobius*, *Ponticola* и *Proterorhinus*. Родови *Economidichthys*, *Hyrnanogobius*, *Knipowitschia* и *Proterorhinus* су представници тзв. пешчаних гобида (енг. „sand–gobies“; Thacker & Roje, 2011). Ниједна од ових гобида није идентификована пре горњег бадена, као ни изван подручја Паратетиса, осим рода *Pomatoschistus* чије су форме познате и из Медитерана и Северног мора (Bratishko et al., 2015). Осим гобида, за овај период су карактеристични и бројни представници фамилије Gadidae (Schwarzhans, 2010).

Фауна риба конкске старости (горњи баден/доњи серавалијен) источног Паратетиса, показује висок степен аутономије у односу на приближно истовремену рибању фауну централног Паратетиса (Bratishko et al., 2015). Тиме се потврђује да је током овог периода постојала размена фауне између источног и централног Паратетиса (Bratishko et al., 2015). Према Bratishko et al., (2015) рибања фауна локалитета Mangyshalk (Казахстан) бележи рани ендемски развој на истоку Паратетиса током средњег миоцена (конкски). Нестанак Bregmacerotidae и Gonostomatidae током претходне фазе (средњи баден) и прва појава *Palimphemus minusculoides* у горњем бадену су важни биостратиграфски маркери (Bratishko et al., 2015). Представници фамилија Muctophidae, Bregmaceratidae и Macrouridae, које су уобичајене у пелашким неогеним седиментима Медитерана су у потпуности одсутне (Bratishko et al., 2015).

Када говоримо о асоцијацији горњомиоценских отолита језера Панон, постоји мали број података за ово подручје. Асоцијација горњомиоценских отолита овог простора је у највећој мери представљена припадницима фамилије Sciaenidae (Jovanović et al., 2010; Schwarzhans, 1993; Bannikov et al., 2018). Промена салинитета водене средине из бракичне у каспибракичну средину током панона, узроковала је и смену фауне. До тада познате бракичне (сарматске) форме су замењене каспибракичним, а касније и слатководним формама риба током плиоцена (Bannikov et al., 2018). Sciaenidae представљају групу, која се веома добро прилагодила овим променама, па отуда и разлог њихове бројности у овом периоду (Schwarzhans, 1993).

6.2 ОТОЛИТИ КАО ЗОНСКИ ФОСИЛИ

За разлику од других микрофосила (фораминифере, кречњачки нанопланктон, остракоде и мекушци) отолити не представљају реперне биостратиграфске фосиле на простору централног Паратетиса. Рашчлањавање миоцена за подручје централног Паратетиса на отолитске биозоне до сада није извршено, што није случај са западним Паратетисом и северноморским басеном.

У западном Паратетису је на основу отолита издвојено 12 зона за стратиграфски опсег од олигоцен до средњег миоцена (Reichenbacher, 1999). За овај рад су значајне само отолитске зоне издвојене у миоцену. У миоцену је издвојено 6 отолитских зона (од OT–M1 до OT–M6, сл. 76). Миоценске отолитске зоне су корелисане са сисарским зонама (MN зонама), пре свега зато што обухватају лакустричне седименте, па сходно томе корелација са другим организмима није била могућа (Reichenbacher, 1999). Прва отолитска зона (OT–M1; сл. 76) обухвата период доњег дела доњег миоцена (аквитан, односно егер/егенбург). Име је добила по великој заступљености зонске врсте *Prolebias meyeri* и одговара MN1 и MN2a сисарским зонама (Reichenbacher, 1999). Друга отолитска зона (OT–M2; сл. 76) дефинише период доњег миоцена (средњи горњи део аквитана, односно касни егер, доњи егенбург). Име је добила по највећој бројности зонске врсте *Aphanius angulosus* (Reichenbacher, 1999). У биостратиграфском смислу је искорелисана са сисарским зонама MN2a (најгорњи део), MN2b и MN3a. Трећа отолитска зона (OT–M3; сл. 76) обухвата стратиграфски интервал од егенбурга до доњег отнанга. Носи име *Gobius интервал зона*, које је добила по бројним представницима фамилије Gobiidae (Reichenbacher, 1999). Представници ове фамилије се први пут појављују у овом периоду. Ова интервал зона одговара сисарским зонама MN3 и MN4a. Четврта отолитска зона (OT–M4; сл. 76) је везана за горњи део доњег миоцена (отнанг). Издвојена је на основу најбројније зонске врсте *Dapalis formosus*. Ова зона је искорелисана са сисарском зоном MN4b (Reichenbacher, 1999). Пета отолитска зона (OT–M5; сл. 76) у хроностратиграфском смислу, обухвата период најгорњег дела доњег миоцена (карпат) и доњи део средњег миоцена (доњи баден). Носи назив *Aphanius konradi – Channa elliptica* асемблаж зона по две најзаступљеније врсте. Поред ове две врсте могу бити заступљене и *Gobius latiformis* и *Gobius helvetiae*, али ретко. Ова отолитска зона одговара сисарским зонама MN4b (најгорњем делу) и MN5 (Reichenbacher, 1999). Шеста отолитска зона (OT–M6; сл. 76) или *Gobius latiformis – Gobius altiformis* асемблаж зона, обухвата интервал од средњег – горњег бадена и сармат. Биостратиграфском корелацијом је утврђено да одговара сисарским зонама MN5 (најгорњи део), MN6 и MN7 (Reichenbacher, 1999).

Биостратиграфија			Хроностратиграфија			Старост
Отолитне зоне		Олигоцен зона	Катови		Епохе	
OT-M6	<i>Gobius latiformis</i> - <i>Gobius altiformis</i> Ass. Z.	MN 7	Sarmatian	Serravallian	Middle M I O C E N E	12,0 Ma
		MN 6	Badenian	Langhian		13,0 Ma
OT-M5	<i>Aphanius konradi</i> - <i>Channa elliptica</i> Ass. Z.	MN 5				Karpatian Ottomanian
OT-M4	<i>Davalis formosus</i> T.R.Z.	MN 4	17,0 Ma			
OT-M3	<i>Gobius</i> Interval Zone	MN 3	Eggen- burgian	Burdigalian	Early	19,0 Ma
OT-M2	<i>Aphanius angulosus</i> p.T.R.Z. (Aquit.B.) - Barren Zone (Paratethys)	MN 2	Late	Aquitanian	Early	21,0 Ma
OT-M1	<i>Prolebias meyeri</i> Abund.Z.	MN 1				23,0 Ma
OT-O6	<i>Palaeolebias triangularis</i> T.R.Z.	MP 30	Egerian			

Слика 76. Подела миоцена на отолитске зоне (модификовано према Reichenbacher, 1999)

У миоцену северноморског басена је издвојено 9 отолитских зона (Schwarzahns, 2010): *Gadichthys serratus* – *Paratrisopterus supertruncatus*, *Gadichthys antwerpiensis*, *Colliolus mistensis*, *Colliolus schwarzhansi*, *Micromesistius tenuis*, *Colliolus venustus* – *Diaphus debilis*, *Colliolus cuykensis* – *Diaphus guersi*, *Gadichthys syltensis* и „Нова зона“. Наведене зоне, за разлику од зона у западном Паратетису, обухватају миоценску старост у целости, односно издвојене су и зоне за горњи миоцен. Доњи миоцен је дефинисан зонама: *Gadichthys serratus* – *Paratrisopterus supertruncatus* (егер/егенбург) и *Gadichthys antwerpiensis* (горњи егенбург–доњи отнанг). Средњи миоцен је на основу отолита подељен на следеће биозоне: *Colliolus mistensis* (доњи баден), *Colliolus schwarzhansi* (средњи и горњи баден), *Micromesistius tenuis* (доњи сармат) и *Colliolus venustus* – *Diaphus debilis* (горњи сармат/панон). Горњи миоцен садржи три отолитске зоне: *Colliolus cuykensis* – *Diaphus guersi* (средњи панон), *Gadichthys syltensis* (горњи панон/понт) и „Нова зона“ (горњи понт). Поред наведених зона у овом басену постоји и зонација за олигоцен и плиоцен (Schwarzahns, 2010).

6.3 БИОСТРАТИГРАФСКА АНАЛИЗА ПРОУЧАВАНОГ ПОДРУЧЈА

Када говоримо о отолитима млађег доњег миоцена, највећи значај имају представници фамилије Gobiidae, затим фамилије Cyprinodontidae. Описани представници фамилије Gobiidae млађег доњег миоцена припадају примитивним формама, гледано у односу на Понто–каспијске гобиде. Изумирањем ових примитивних форми, ослобађа се животни простор, који током средњег миоцена заузимају Понто–каспијске гобиде (Bradić–Milinović, 2019^a). Ова смена примитивних са Понто–каспијским формама је важна, јер представља кључан моменат за грубо стратиграфско рашчлањење, у овом случају на доњи и средњи миоцен. За прецизнију стратиграфску одредбу потребно је пратити смене врста у оквиру једног рода. Важно је напоменути да се и након овог праћења не може доћи до прецизног стратиграфског рашчлањења, иако је оно извршено за подручје западног Паратетиса (Reichenbacher, 1999) и северноморског басена (Schwarzahns et al., 2010). Осим промена у фауналном саставу, које су примећене код фамилије Gobiidae, уочавају се и морфолошке варијације, које су примећене код фамилије Cyprinodontidae. Наиме, уочено је да припадници фамилије Cyprinodontidae из бадена имају готово прав сулкус, док је сулкус карпатских форми повијен на доле у постериорном делу (Jost et al., 2006; Jost et al., 2015).

Као индикатор доњобаденске старости у централном Паратетису карактеристични су представници *Bregmacerotia* (Schubert, 1906; Holec, 1975; Brzobohaty, 1995).

Примећено је да током горњег бадена и сармата долази до експанзије гобида, посебно Понто–каспијских форми (Schwarzahns et al., 2015). Из овог периода су идентификовани Понто–каспијски родови гобида као што су: *Hurcanogobius*, *Ponticola*, *Knipowitschia* и *Proterorhinus*. Ниједан од ових родова није идентификован пре горњег бадена (Schwarzahns et al., 2015).

У проучаваним седиментима горњег миоцена у највећој мери су заступљени представници фамилије Sciaenidae. Познато је да су припадници ове фамилије у централном Паратетису заступљени у распону од горњег миоцена до доњег плиоцена (Schwarzahns, 1993).

6.4 КОРЕЛАЦИЈА ФАУНЕ ОТОЛИТА СА ФАУНОМ ДРУГИХ ЛОКАЛИТЕТА СЛИЧНЕ СТАРОСТИ

Поређење овде приказане доњомиоценске фауне Српског језерског система са фауном других подручја Панонског басена и изван њега готово да није могуће. Доњомиоценска фауна је представљена ендемичним врстама чију корелацију је могуће извршити само до неке мере. Наиме ова фауна се може корелисати са фауном језерског система слатководних моласа и фауном Динаридског језерског система, где је примећена подударност родова *Rhamphogobius* и *Toxoryge*, али представљених различитим врстама (Reichenbacher, 1993; Reichenbacher et al., 2007; Gierl & Reichenbacher, 2015; Bradić–Milinović, 2019^{a,b}).

Средњомиоценска асоцијација отолита Медитерана (Schwarzahns, 2014), представљена је углавном дубоководним формама (Mystophidae, Bregmacerotidae итд.), док рибља фауна приказана у овом докторату у највећој мери је плитководна фауна. Изван централног Паратетиса корелација се може вршити са фауном из Каталоније у Шпанији (Hoedemakes & Battlori, 2005); Караман басена у Турској (Schwarzahns, 2014); Аквитанског басена у Француској (Sturbaut, 1984); северноморског басена (Schwarzahns, 2010) и фауном из Казахстана (Bratishko et al., 2015). Отолители из Таркхаринског мора (доњи лангијен = доњи баден), Источног Паратетиса поседују следеће заједничке родове са централним Паратетисом, што је потврђено на основу података из ове докторске дисертације: *Gobius*, *Gobisculus* и *Pomatoschistus* (Pobedina, 1954; Strashimirov, 1972; Djafarova, 2006). Асоцијација отолита из Шпаније обухвата стратиграфски опсег од бурдигала до лангијена (од доњег миоцена до доњег/средњег бадена; Brzobohaty et al., 2007). Фауна која је нађена у овим седиментима је заједничка за читаво подручје Паратетиса и представљена је припадницима родова *Deltentosteus*, *Gobius*, *Lesueurigobius* и *Pomatoschistus* (Brzobohaty et al., 2007). Због Караганске кризе током средњег бадена постоји јако мало података о фосилној асоцијацији отолита из овог периода. Разлог за изузетно ретку фосилну фауну током овог периода је смањење циркулације воде током Караганске кризе, што је имало за последицу успостављање хидро–сулфатне зоне у дубоководним деловима и потискивање фауне у пелашке просторе (Mikerina & Pinchuk, 2014; Baykina & Schwarzahns, 2017^a; Schwarzahns et al., 2017^c). У централном Паратетису Караганска криза одговара горњобаденској кризи салинитета (Kovač et al., 2007).

Када говоримо о фауни горњег бадена, асоцијацију отолита централног Паратетиса је могуће корелисати са Медитераном, док је фауна Индијског океана у потпуности другачија (Schwarzahns, 2014). Медитеранска фауна је богата плитководним формама, описаним из Караман басена (Schwarzahns, 2014). Ова серавалијенска (горњи баден/сармат) фауна је вероватно млађа од горњег бадена и еквивалентна доњем сармату. Фауна из Караман басена не показује сличност са фауном отолита источног Паратетиса из Казахстана (Bratishko et al., 2015), осим присуством једне заједничке врсте *Knipowitschia suavis*.

Током сармата (=серавалијен) у Медитерану и Паратетису егзистује рибља фауна којој су заједнички родови *Knipowitschia* и *Pomatoschistus*, али са само једном заједничком

врстом *Knipowitschia suavis* (Bratishko et al., 2015). Централни и источни Паратетис су са друге стране током сармата били насељени са неколико заједничких родова гобида *Gobius*, *Knipowitschia*, *Pomatoschistus* и *Proterorhinus* (Schwarzahns et al., 2015).

Горњомиоценска каспибракична асоција отолита (језеро Панон) је представљена припадницима фамилија Sciaenidae и Gadidae. Форме Gadidae су углавном заступљене ендемичном фауном, због тога њихова корелација није могућа. Карактеристичне горњомиоценске Sciaenidae су типичне за простор јужне Пољске, Чешке, Словачке, Аустрије, Баварске, Мађарске, Румуније и Азербејџана. На овом подручју су представљене врстама: *Argyrosomus corii*, *Pagonias styriacus*, *Trewasciaena kokeni*, *Umbrina subcirrhosa*, *Umbrina cirrhosoides* и *Umbrina kirchbergensis* (Nolf, 1981; Schwarzahns, 1993; Bosnakoff, 2008; Bannikov et al., 2018).

Ранијих година је обрађивана фауна отолита са подручја Београда и шире околине (Schwarzahns et al., 2015). Том приликом су обрађени отолити бадена и сармата. Ако ставимо у корелацију доњобаденску фауну са локалитета Сланци са доњобаденском фауном Коцелеве, видећемо да се поклапају у само једној заједничкој врсти *Bregmaceros albyi*. Разлог за овако мало сличности између ова два локалитета је у различитој воденој дубини. Наиме, на подручју Сланаца је постојала дубоководна средина на шта нам указују представници Мусторхидае, док је на подручју Коцелеве била плитководна средина литорала, где доминирају представници Гобидае.

Када говоримо о сарматској фауни Барајева (Schwarzahns et al., 2015), Петровац, Малог Лаола и Лесковаца, примећен је велики степен подударности фауне између Барајева, Петроваца и Малог Лаола. Из седимената ова три локалитета издвојене су три заједничке врсте: *Knipowitschia suavis*, *Pomatoschistus bunyatovi* и *Proterorhinus vasilievae*.

7 ПАЛЕОЕКОЛОШКА АНАЛИЗА

Као што је већ познато класа риба (Pisces) представља једну од најбројнијих група организама, односно рибе чине више од половине од 55 000 данас познатих врста кичмењака. Осим што поседују изузетну таксономску разноврсност, насељавају и бројне различите еколошке нише. Рецентне рибе, као и рибе у прошлости су окупирале сва водена станишта, односно прилагодиле су се животу у свим воденим условима, па чак и оним екстремним.

Палеоеколошке реконструкције се заснивају на упоређењу фосилне фауне са сродном рецентном фауном. У новијим радовима се оваква поређења поткрепљују и хемијским анализама отолита на основу којих се прецизније може говорити о хемизму воде, салинитету, температури, количини хранљивих материја и сл. (Такоами et al., 2007; Molina–Keschner et al., 2014; Long et al., 2018).

7.1 ПОДЕЛА ФАУНЕ РИБА НА ЕКОЛОШКЕ ДИВИЗИЈЕ

Када говоримо о рецентној фауни у оквиру морског и слатководног животног окружења риба издвојено је неколико еколошких подела. Важност овакве поделе за палеоеколошку реконструкцију се огледа у томе да олакшава корелисање рецентне и фосилне фауне.

У оквиру морских средина издвојене су четири дивизије (Helfman et al., 2009):

- Дивизија литоралних риба или риба континенталног шелфа. Рибе ове дивизије живе на дубинама мањим од 200 m. Температура је главни ограничавајући фактор за дистрибуцију плитководних, литоралних риба. Део овог биодиверзитета је повезан са коралним гребенима. За изградњу коралних гребена су потребни одређени еколошки услови, односно чиста вода са температуром нешто вишом од 18°C и дубином воде од око 100 m. Може се закључити да сличне услове захтевају и литоралне рибе, чији највећи проценат насељава коралне гребене.
- Дивизија епипелашких риба. Рибе ове дивизије насељавају водене нише дубине до 200 m. Распрострањеност ових риба је у уској вези са температуром воде.
- Дивизија дубоких пелашких риба, настањују воде дубине од 200 до 1000 m.
- Дивизија дубоких бентоских риба.

Осим поделе по еколошким нишама које рибе насељавају, постоји и подела на зоогеографске регионе. Уочено је постојање четири велика зоогеографска региона у оквиру морских средина: 1. Индо–западни Пацифик, 2. Западни Атлантук, 3. Источни Пацифик и 4. Источни Атлантук (Helfman et al., 2009).

Ради бољег разумевања дистрибуције слатководних риба издвојено је шест зоогеографских региона (Helfman et al., 2009), (сл. 77): 1) Неарктик (обухвата простор Северне Америке, без Мексика), 2) Неотропски (обухвата Средњу и Јужну Америку, са Мексиком), 3) Палеарктик (обухвата Европу и Азију; северно до Хималаја; сл. 77), 4) Афрички, 5) Ориентални (обухвата Индијски субконтинент, најјужнију Азију и Филипине) и 6) Аустралијска (обухвата Аустралију, Нову Гвинеју и Нови Зеланд).

- 1) Неарктик насељавају припадници 10 фамилија: Cyprinodontidae, Goodeidae, Poeciliidae, Gasterosteidae, Cottidae, Percichthyidae, Centrarchidae, Percidae, Embiotocidae и Cichlidae. Овај регион је подељен на 10 провинција: 1. Пацифичка приобална провинција, 2. Велико–басенска провинција, 3. Провинција Колорада, 4. Рио Гранде провинција, 5. Провинција Мисисипи, 6. Атлантска приобална провинција, 7. Велико–

- језерска (St. Lawrence) провинција, 8. Провинција залива Хадсон, 9. Арктичка провинција и 10. Мексичка транзициона провинција.
- 2) Неотропски зоогеографски регион насељава велики број фамилија: Doradidae, Auchenipteridae, Aspredinidae, Pimelodontidae, Ageneiosidae, Hypopthalmidae, Helogeneidae, Cetopsidae, Trichomycteridae, Callichthyidae, Loricariidae, Asteroblepidae, Cyprinodontidae, Anablepidae, Jenynsiidae, Poecillidae, Synbranchidae, Percichthyidae, Nandidae, Cichlidae и Borichthyidae. У оквиру овог региона издвојено је 10 провинција: 1. Јужно–Патагонијска провинција, 2. Северно–Патагонијска провинција, 3. Транс–Андеанска (јужна) провинција, 4. Језерска Титикака провинција, 5. Параненска провинција, 6. југоисточна Бразилска провинција, 7. Источна Бразилска провинција, 8. Гвинејско–Амазонска провинција, 9. Себерна Венецуеланска провинција и 10. Транс–Андеанска провинција.
- 3) Палеарктик је настањују представници фамилија: Petromyzontidae, Acipenseridae, Polyodontidae, Salmonidae, Plecoglossidae, Osmeridae, Salangidae, Esocidae, Umbridae, Cyprinidae, Catostomidae, Cobitidae, Bagridae, Siluridae, Sisoridae, Clariidae, Oryziatidae, Cyprinodontidae, Gastroteidae, Channidae, Synbranchidae, Cottidae, Cottocomephoridae, Comephoridae, Percichthyidae, Percidae, Embiotocidae, Belontiidae и Mastacembelidae. Издвојено је седам ихтиолошких провинција: 1. Понто–каспијска провинција (36,7% чини ендемска фауна), 2. Северно–Европска провинција (9,5% чини ендемска фауна), 3. Западно–Европска провинција (са 6,4% ендемске фауне), 4. Централно–Европска провинција (1,8% чини ендемска фауна), 5. Централна Пери–Медитеранска провинција (са 64,5% ендемске фауне), 6. Источна Пери–Медитеранска провинција (31,2% ендемске фауне) и 7. Провинција Иберијске Пенинцуле.



Слика 77. Зоогеографски региони риба (Helfman et al., 2009)

- 4) Рибљи биодиверзитет Афричког региона чине рибе фамилије: Protopteridae, Polypteridae, Denticipitidae, Osteoglossidae, Pantodontidae, Notopteridae, Mornyridae, Gymnarchidae, Galaxiidae, Kneriidae, Phractolaemidae, Characidae, Hepsetidae, Distichodontidae, Citharinidae, Ichthyboridae, Cyprinidae, Cobitidae, Bagridae,

Schilberidae, Amphiliidae, Clariidae, Malapteruridae, Mochokidae, Cyprinodontidae, Channidae, Synbranchidae, Scatophagidae, Nandidae, Cichlidae, Anabartidae и Mastacembelidae. У овом региону је издвојено 10 ихтиолошких провинција: 1. Магхреб провинција, 2. Нило–Суданска провинција, 3. Провинција Горње Гвинеје, 4. Провинција Доње Гвинеје, 5. Провинција Конго, 6. Кванца провинција, 7. Провинција Замбези, 8. Провинција Источне обале, 9. Јужна провинција и 10. Провинција Мадагаскара.

- 5) У оквиру Ориенталног региона су познате рибе фамилије: Acipenseridae, Osteoglossidae, Notopteridae, Salangidae, Cyprinidae, Gyриноcheilidae, Psilorhynchidae, Homalopteridae, Cobitidae, Bagridae, Cranoglanididae, Siluridae, Schilbeidae, Pangasiidae, Amblycipitidae, Akysidae, Sisoridae, Clariidae, Heteropneustidae, Chacidae, Olyridae, Oryziatidae, Adrianichthyidae, Horaichthyidae, Cyprinodontidae, Neostethidae, Phallostethidae, Indostomidae, Channidae, Synbranchidae, Scatophagidae, Taxotidae, Nandidae, Cichlidae, Rhyacichthyidae, Kurtidae, Anabantidae, Belontiidae, Helostomatidae, Osphronemidae, Luciocephalidae, Mastacembelidae и Chaudhuriidae.
- 6) Аустралијски регион насељавају припадници фамилија: Geotriidae, Mordaciidae, Ceratodontidae, Osteoglossidae, Retropinnidae, Prototroctidae, Galaxiidae, Aplochitonidae, Lepidogalaxiidae, Melanotaeniidae, Synbranchidae, Pricichthyidae, Toxotidae, Scatophagidae, Euplosidae, Gadopsidae, Bovichthyidae, Rhyacichthyidae и Kurtidae (Helfman et al., 2009).

7.2 ФИЗИЧКО–ХЕМИЈСКИ ФАКТОРИ ЖИВОТНОГ ОКРУЖЕЊА И УТИЦАЈ ЊИХОВИХ ПРОМЕНА НА ПОПУЛАЦИЈУ РИБА

Прилагодљивост риба променама различитих фактора у животном окружењу је од изузетне важности за палеоеколошку анализу. Ови фактори су углавном физичко–хемијски, као што су температура, салинитет, количина раствореног кисеоника у води, количина хранљивих материја у води и др. Од свих наведених фактора, температура је најважнији фактор, јер врши највећи утицај на палеосредину и њен биодиверзитет (Schulman et al., 1999).

Температура утиче на стопу хемијских реакција. Температурни опсег који толеришу животне форме је релативно широк, али свака врста показује карактеристична ограничења толеранције на температурне промене. Многи ефекти промене температуре се манифестују кроз промене у активности метаболичких ензима (Schulman et al., 1999). Примера ради, ако температура пада, број, запремина и ензимски капацитет митохондрија у мишићним ткивима риба се повећава, величина ћелија јетре и њиховог нуклеуса се смањује. Не само да се повећава активност ензима, већ и њихова каталитичка ефикасност (Schulman et al., 1999).

Када говоримо о утицају **салинитета воде** на функционисање организма риба, важно је напоменути да је механизам којим рибе одржавају жељени ниво соли унутар њиховог тела познат као осморегулација. Морске *Telostei* уносе морску воду, а затим излучују соли, *Elasmobranchi* задржавају релативно високе концентрације уреје, натријума, хлорида, триметиламин–оксида, бетаин и сличне супстанце у крвотоку, чиме повећавају осмотски притисак (Schulman et al., 1999). Ово је карактеристично за примитивне рибе, јер се са еволутивним напретком смањују унутрашње концентрације, односно осморегулација. Такође, осморегулација је другачија код морских риба у односу на слатководне. Наиме, концентрација натријума, калијума, магнезијума и хлорида су обично веће код риба узетих из морске воде, него код оних из слатке (Schulman et al., 1999). Код риба које имају изузетну способност прилагођавања на различите проценте салинитета (еурихалине), укупан натријум у телу се повећава за 30 % преласком из слатководне у морску средину (Schulman et al., 1999). Већина риба може толерисати само мале промене салинитета (стенохалине форме), те

овакве рибе неће преживети прелазак из слатководне у морску средину и обрнуто. Међутим, Hulet et al. (1967) су приметили да овакве форме могу преживети у разређеним животним срединама уз повећану концентрацију калцијума. Бубрези нису једини органи кроз које се елиминише вишак соли из крвотока. Један део соли се може елиминисати и преко шкрга. Ово представља део циклуса уноса воде и њених минерала, као и њихове уградње у кристалну решетку арагонитске минералне материје отолита. Ово је веома важно како би се подаци добијени хемијском анализом отолита што боље разумели и како би се што прецизније интерпретирани (Schulman et al., 1999).

Отолитски арагонит кристалише из флуида у склопу ендолимфатског канала унутрашњег уха (Schulman et al., 1999). CO_2 , Ca, и јони метала у траговима се у ендолимфатском флуиду депонују примарно из околне воде (Schulman et al., 1999). Поменути јони се морају прво оборити из воде, затим улазе у крвну плазму путем шкрга и онда проћи кроз две мембране и ући у ендоплазму. Овде је јасан потенцијал за раздвајање јонске концентрације преко бранхијалне мембране. Свака веза између компонената морске воде и хемизма отолита је детерминисана преко кинетике јонског транспорта из воде до преципитацијске површине, али ће такође бити функција механизма преко којих су трагови елемената инкорпорирани унутар отолитског арагонита (Bath et al., 2000). Карбонатни минерали (арагонит– CaCO_3) прихватају широк спектар метала у траговима у своју структуру укључујући Sr, Mn, Mg, Fe, Cu, Co, Ni, Zn, Pb, Li као и елементе ретких земаља (Schulman et al., 1999).

Ниво кисеоника у амбијенталној води је најважнији фактор који регулише режим метаболизма риба. У којој мери је растворени кисеоник доступан ткивима рибе одређује интензитет аеробног катаболизма протеина, липида и угљених хидрата и њихових поткомпоненти (Wootton, 1996). Недостатак кисеоника у води омета организам рибе да одржи свој енергетски метаболизам. Током хипоксије протеини играју водећу улогу у одржању енергетског метаболизма рибе (Wootton, 1996). Постоји и тзв. функционални или унутрашњи недостатак кисеоника, који игра важну улогу у недостатку анаеробног кисеоника (Wootton, 1996). Овај недостатак је узрокован интензивним узимањем кисеоника током активности мишића. Висока локомоторна активност троши све залихе кисеоника које се чувају у ткивима, тако да се енергија тада не може произвести у довољним количинама. Када мишићна активност има облик снижених налета (покрета) пливања, анаеробна глукоза обезбеђује већину енергије. Услед дуготрајног недостатка кисеоника уочено је да долази до дезинтеграције мишићног ткива риба (Schulman et al., 1999). Такође, важно је имати у виду да се растворљивост кисеоника смањује са повећањем температуре, док се и стопа метаболизма повећава са растом температуре. Опасност од постизања смртоносног нивоа кисеоника је обично већа у топлим него у хладним водама (Wootton, 1996).

Поред нивоа кисеоника и стопе метаболизма и хидростатички притисак делује на морске и слатководне организме тако што врши утицај на метаболичке процесе на сличан начин као и температура (Schulman et al., 1999). Стопа метаболичких реакција се не повећава увек са дубином, већ као резултат контраефекта смањења температуре или недостатка кисеоника (Schulman et al., 1999). Дубокоморски облици се знатно разликују од плиткоморских по структурном облику карактеристика њихових протеина, што се може узети као објашњење прилагођавања дубокоморских облика на веће притиске. Такође је познато да су телесне течности мање густине од морске воде; како би решиле проблем плутајућег механизма на већим дубинама дубоководне рибе су се развиле тако да депонују већу количину воде у ткивима у односу на плитководне рибе (Schulman et al., 1999).

Корелацијом геолошких догађаја у датом временском интервалу, који су могли имати утицаја на промену геолошке средине са подацима о фауни риба (узимајући у обзир горе

наведене параметре), могу се добити подаци значајни за вршење палеоеколошке реконструкције. Такође, на основу наведених података, везаних за промену животне средине, може се извести закључак о разлогу изостанка фауне риба или само одређених форми. Или у случају нагомилања скелета риба на једном месту, може се доћи до разлога масовног помора риба, посебно у случају када се наведени подаци комбинују са подацима хемијске анализе.

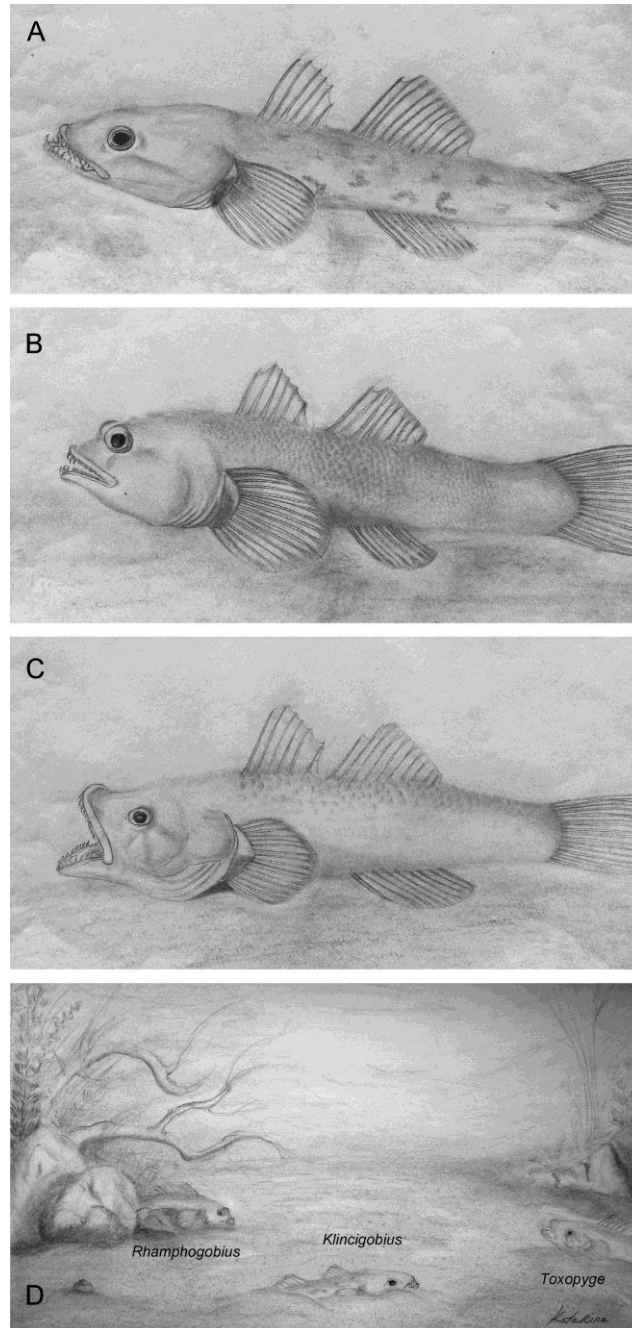
7.3 ПАЛЕОЕКОЛОШКА АНАЛИЗА ПРОУЧАВАНИХ ЛОКАЛИТЕТА

У слатководним седиментима Српског језерског система, односно лапоровитим седиментима млађег доњег миоцена локалитета Клинци и глиновитим седиментима еквивалентима бадена у Врачевићу, присутни су представници фамилије *Gobiidae* и *Syprinodontidae*. Фамилија *Gobiidae* је веће заступљености и представљена је са већим бројем врста. Представници ове фамилије су типични примери бентоских риба, које насељавају сублиторал и литорал (Simonović, 2001; Nelson et al., 2016). Данас гобиде насељавају углавном тропска и суптропска подручја (Nelson, 2006). Као и гобиде, припадници фамилије *Syprinodontidae*, такође насељавају плитководне средине топлог климатског подручја. На основу наведених карактеристика може се закључити да је на овом простору егзистовала плитководна језерска средина, топлог климата. Овакве закључке потврђује и фауна мекушаца, која указује на исте услове еколошке средине (Neubauer et al., 2016).

У оквиру Српског језерског система се налази Ваљевско–мионички басен и истраживани локалитет Клинци. Ваљевско–мионички басен је мали басен формиран током млађег доњег миоцена и старијег средњег миоцена, пре баденске трансгресије. Према Marović et al. (2007) у њему су издвојене три формације: 1) пиро–битуминозна формација Мионице, 2) лапоровита формација Ваљева и 3) кластична формација Табановићи. **Мионичка формација** је богата налазима фосилних биљака, које припадају флори влажне кишне шуме у суптропској климатској области (Lazarević et al., 2013). Такође, из пиро–битуминозних седимената ове формације позната је и фауна риба, која припада фамилијама *Gobiidae* и *Syprinidae* (Gaudant, 1998). Ове групе су вероватно пливале одмах испод површине у горњем слоју воденог стуба, где је било највише раствореног кисеоника у води. У раној фази је језеро било мало и затворено са густом вегетацијом у приобалним деловима. Било је карактеристично по слабој хоризонталној циркулацији, slabим снабдевањем свежеом водом и анаеробним окружењем у дубоком језеру (Jovanović i dr., 1994). Вероватно је током ране фазе формирања Српског језерског система постојало неколико малих изолованих језера са сличним анаеробним условима, што је довело до таложења нафтних шкриљаца (Šajnović et al., 2009).

Током ране фазе настанка **формације Ваљева**, престаје депоновање пиро–битуминозних шкриљаца што указује на бољу циркулацију воде и већу количину раствореног кисеоника у води (Bradić–Milinović et al., 2019). Промена у животној околини је довела до промене у саставу фауне риба, односно повећаног броја бентоских риба. Артикулисани скелети риба са отолитима *in situ* из Клинца нам указују на стање животне средине Ваљевског језера, које није било стабилно, са повременим појавама токсичне фазе, током којих је долазило до прекида у снабдевању кисеоником, а као последица тога и масовног помора рибе. Детерминисана три рода са овог локалитета показују јасне морфолошке карактеристике које указују на високу специјализацију као вид адаптације на околиш (сл. 78). Род *Klincigobius* (сл. 78а) се карактерише широким отвором уста и великим коничним зубима постављеним дуж денталне кости и премаксиле. Глава је доста широка, са слабо савијеним вентралним профилем и депресованим дорзалним профилем. Ове карактеристике су типичне за ловца из заседе, вероватно делимично укопаног у песак (сл. 78d). Рибе рода *Toxopyge* (сл. 78с) имају правилнији облик главе од риба рода *Klincigobius* (Bradić–Milinović et al., 2019). Рибе овог рода поседују конусне зубе спреда и мање зубе

бочно. Најзначајнија карактеристика је снажно савијена максила, која нам указује на могућност да су ове рибе могле снажно да отворе уста. Ово је могло бити корисно за храњење при хватању мекушаца. Рибе рода *Rhamphogobius* (сл. 78b) поседује висок облик тела, широку главу, са кратком и широком њушком. Карактерише их још и чудно савијена предња страна денталне кости. Зуби ових риба се састоје од два типа зуба; коничних, који се налазе напред и цилиндричних, позади. *Rhamphogobius* су рибе које су се вероватно специјализовале за храњење малим бескичмењацима. Облик њиховог тела указује на то да су могле добро да маневришу у уском простору или између вегетације (сл. 78d).



Слика 78. Палеоеколошке реконструкције претпостављеног изгледа сваког од родова приказаног појединачно: а) *Klincigobius*, б) *Rhamphogobius* и с) *Toxopryge*; д) приказ животног станишта ових риба (Bradić–Milinović et al., 2019).

Током неогена су се десиле брзе промене салинитета воде Паратетиса. Liverovskaya (1960) и Пуџина (2006) су окарактерисале палеоеколошке услове горњег миоцена Источног Паратетиса по благом смањењу салинитета. Према Пуџина (2006) ово смањење је морало бити незнатно, због налазака ризоидних гастропода (*Mohrensterina*, *Rissoa*), значајно смањење салинитета би било штетно (погубно) за ове форме, па су из тог разлога добри показатељи незнатно смањеног салинитета. Рибе које представљају отолити, конкретно *Gobiidae*, *Atherinidae*, *Mugilidae*, *Gaidropsaridae*, *Moronidae* и *Clupeidae*, припадници свих наведених фамилија би вероватно толерисале умерено смањење салинитета. Друге групе укључују облике за које се зна да повремено мигрирају у бракичне, па чак и у слатководне воде, као што су на пример: *Scienidae*, *Polynemidae*, *Blenniidae* (ретко) или *Pleuronectiformes*, чак неки рецентни таксони садрже врсте које су прилагођене немаринским срединама (Nelson, 2006). *Pterothrissidae*, *Mullidae* и *Callionymidae* су искључиво или готово искључиво еврихалине. Присуство наведених форми у горњем бадену указује да је салинитет био незнатно смањен, што је познато и као баденска криза салинитета (Grunert et al., 2016).

Фауна доњег бадена садржи и мезопелашке форме карактеристичне за дубоководну средину. Поред представника фамилије *Gobiidae*, присутни су и представници фамилије *Bregmacerotidae*. Из ових седимената је позната и фауна планктонских фораминифера: *Globigerinoides trilobus*, *Orbulina suturalis* и *Orbulina bilobata* (Stefanović et al., 2019). Као и асоцијација отолита, ове форме пелашких фораминифера нам такође указују на дубоководну средину.

На основу флоре из периода доњег бадена, утврђено је да је у том периоду постојала делимично субхумидна, суптропска клима, која се настављала из претходног периода (Kvaček et al., 2006, Utescher et al., 2007). Kvaček et al., (2006) тврде да је на основу диференцијације вегетације у горњем бадену очигледно да се климатски градијент повећао између северних и јужних делова Паратетиса.

У горњобаденским седиментима Раковичког потока и Каменова идентификоване су следеће врсте отолита: *Deltentosteus telleri*, *Proterorhinus vasilievae*, *Pomatoschistus bunyatovi*, *Knipowitschia suavis*, *Aphia djafarovae*, *Gobius mustus*, *Gobius reichenbacherae* и *Hyrceanogobius hesperis*. На основу фауне риба представљене отолитима закључено је да је у горњем бадену егзистовала плитководна средина, вероватно дубине до 50 m, где није било естуарског утицаја и утицаја отвореног пелагика. Овакви закључци су изведени на основу плитководних бентоских форми, које су једине присутне, док пелашке рибе у потпуности недостају. Током горњег бадена на подручју централног Паратетиса је егзистовало унутарконтинентално море, нормалног салинитета. О морској средини сведоче горе наведене врсте отолита, као и бројна фауна мекушаца, фораминифера и остракода, пронађена заједно са асоцијацијом отолита. С обзиром да је описана горњобаденска фауна слична на оба локалитета те старости (Раковички поток и Каменово) може се закључити да је на оба простора у том периоду постојала идентична плитководна морска средина.

Током сармата примат преузимају плитководне форме гобида (Понто–каспијске гобиде), које представљају бентоске форме литорала и сублиторала. Осим гобида у овим седиментима је присутна и фауна *Gadidae*, која је карактеристична за епипелашка плитка мора (Schwarzahns et al., 2017^b).

Из горњомиоценских седимената је углавном издвојена фауна изузетно крупних отолита, који припадају фамилији *Scienidae*. Рибе које припадају *Scienidae*–ма су неритске рибе, које насељавају топловодна плитка мора или естуаре. Само неколико родова ове фамилије насељава дубоководне средине (Carnevale et al., 2006). Schwarzahns (1993) наводи да су припадници ове фамилије на простору јужне Пољске, Чешке, Словачке, Аустрије, Баварске, Мађарске, Румуније и Азербејџана. Према његовом мишљењу и мишљењу Nolf

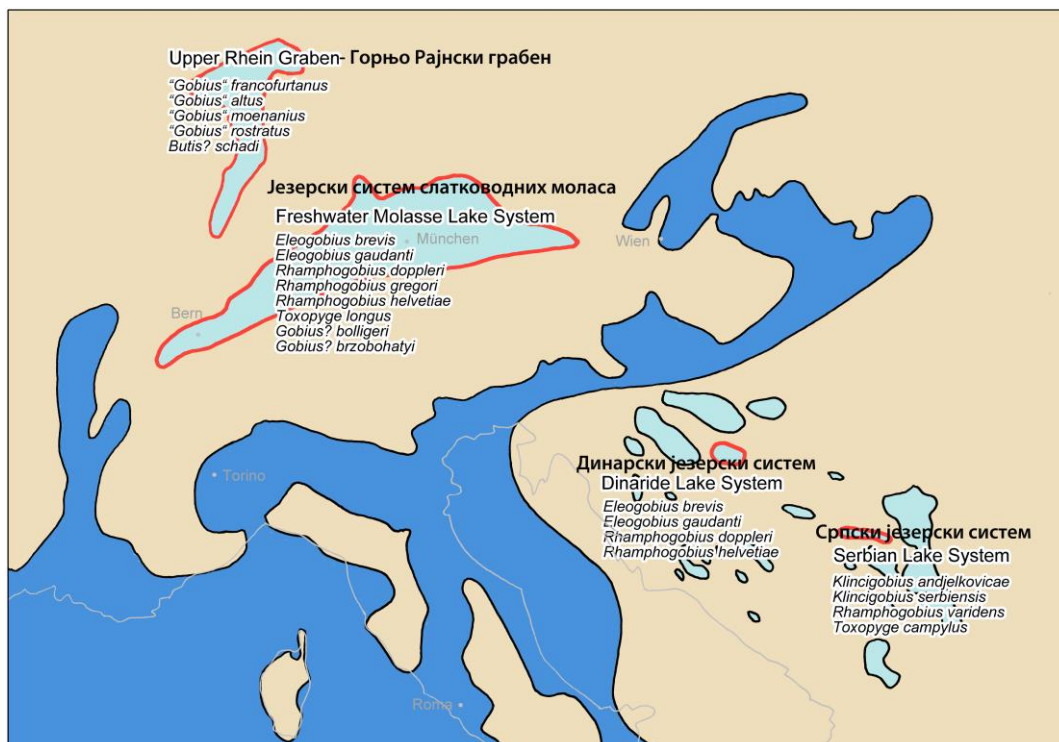
(1981) ревидирана листа врста са овог простора из периода од средњег миоцена до доњег плиоцена садржи следеће врсте: *Argyrosomus corii*, *Pagonias styriacus*, *Trewasciaena kokeni*, *Umbrina subcirrhosa*, *Umbrina cirrhosoides* и *Umbrina kirchbergensis*. Scienidae показују изузетну адаптацију на живот у пешчаном приобаљу бракичне средине. Одсутне су из дубоководних седимената бадена, али и из потпуно слатководних депоната (Schwarzahns, 1993). Такође је у горњомиоценским седиментима је често присутна и фауна Gadidae (локалитет Умчански тунел), која показује знаке ендемизма и указује на топловодну средину редукованог салинитета.

8 ПАЛЕОГЕОГРАФСКА ИНТЕРПРЕТАЦИЈА И РЕКОНСТРУКЦИЈА

На основу података који се односе на еколошке, стратиграфске и систематске карактеристике риба, могу се вршити палеогеографске интерпретације. Због своје мигративности и прилагодљивости различитим еколошким нишама, рибе могу дати, у односу на било коју другу групу организама, прецизније и потпуније податке значајне за израду палеогеографске реконструкције. Насељавају све водене средине и читав батиметријски стуб, што представља већу и потпунију количину података у односу на податке добијене на основу осталих група организама .

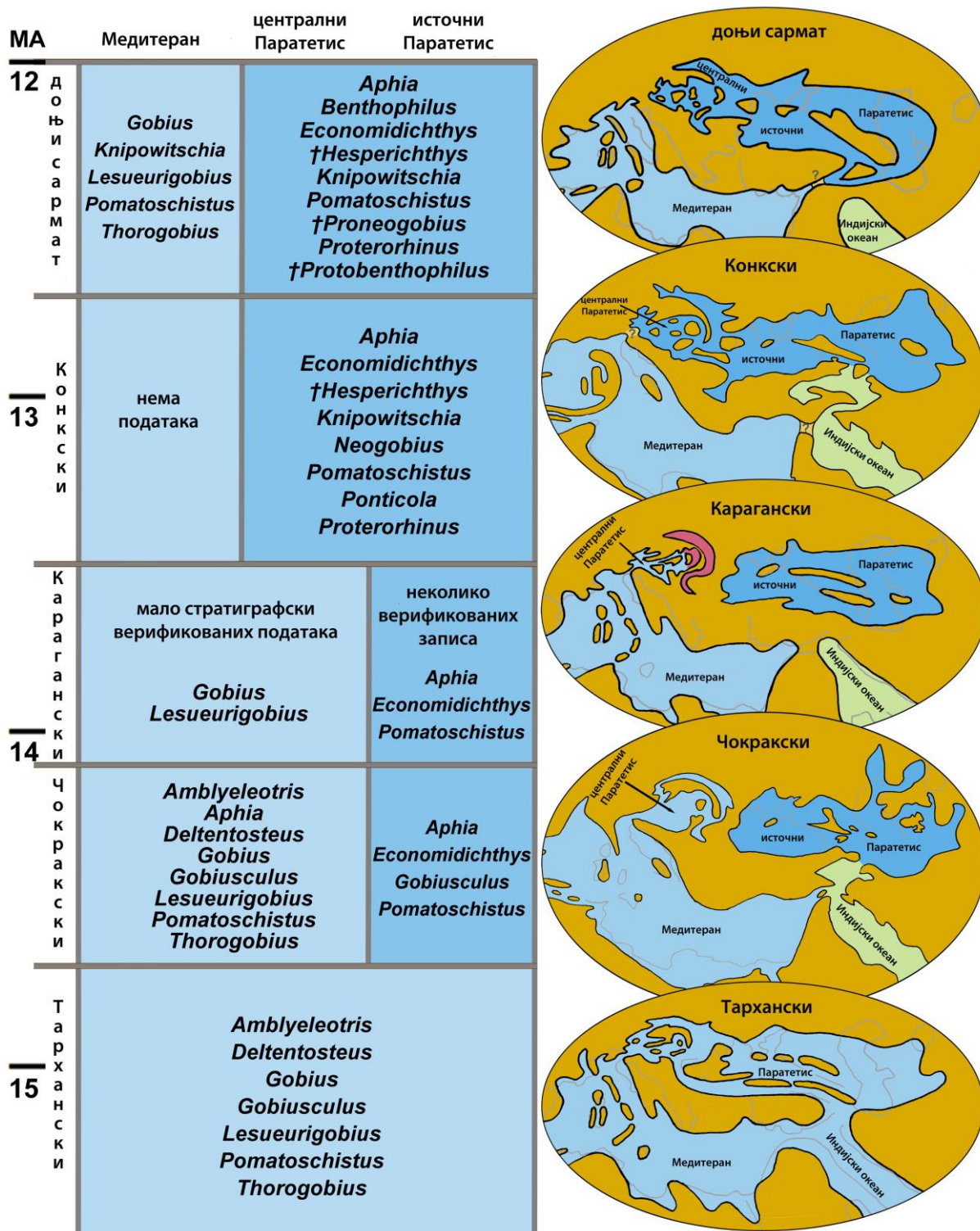
Када говоримо о палеогеографској реконструкцији морских средина, важно је напоменути да постоји много фактора који се морају узети у обзир, као што су: географски гранични услови, литолошки састав подлоге басена, температурне зоне, интензитет и карактер водених струја, седиментација и утицаји депозиционог материјала са копна, дистрибуција и еволуција биолошких заједница и порекло и еволуција присутних таксона риба. Палеогеографска реконструкција је захтеван и тежак посао, јер је многе од ових фактора тешко сагледати и сместити у геолошку прошлост. Израда ових реконструкција је тешка, услед малог броја података о наведеним параметрима (Bradić–Milinović et al., 2019).

Током доњег миоцена на подручју Европе према Neubauer et al. (2015) је постојало неколико језерских система. Аутори су идентификовали три европске биопровинције у доњем миоцену и шест у средњем миоцену. Издвајање ових биопровинција је извршено на основу фауне мекушаца. На основу представника фамилије Gobiidae из доњомиоценских седимената на овом подручју су до сада издвојене три биопровинције (сл. 79): 1) централноевропска асоцијација гобида доњег миоцена (аквитана) Mainz, Hanau–Wetteran и у Upper Rhein басенима; ове басене карактерише група „Gobius“ francofurnatus, 2) асоцијација слатководних моласа Швајцарске, јужне Немачке и Чешке Републике отнанга и карпата и 3) Српски систем језера са ендемском асоцијацијом гобида из Ваљевско–мионичког басена.



Слика 79. Слатководни језерски системи централне и југоисточне Европе током доњег миоцена (Bradić–Milinović et al., 2019, модификовано).

Након доњег миоцена, у старијем средњем миоцену, ове форме гобида нестају и уступају место тако званим Понто–каспијским гобидама (Bradić–Milinović et al., 2019). У овом периоду, услед баденске трансгресије имамо промену палеоеколошких средина, која је резултовала променама у асоцијацији риба. Пратећи ове промене у еколошкој ниши, као и смену фауне могу се извући закључци значајни за вршење палеогеографске анализе. Schwarzahns et al. (2015) истичу да су рибе посебно значајне за истраживање морских веза, због брзе прилагодљивости, као и због њихове специјализације на одређене услове у животном окружењу (температура воде, салинитет, дубина воденог стуба и многи други). Одређене групе су посебно значајне у овом погледу: Clupeidae (углавном познате на основу скелета), Gadidae (на основу скелета и отолита) и Gobiidae (углавном на основу отолита). У литератури су овакви аспекти углавном разматрани на основу представника фамилије Gobiidae, због богате ендемске фауне Понто–каспијских гобида, као и рецентне фауне (Pobedina, 1954; Strashimirov, 1972, 1980; Djafarova, 2006; Bratishko et al., 2015). Почетком бадена је егзистовала у великој мери равномерна, рибља фауна отвореног мора, широм Паратетиса и Тетиса. Ова фаза је праћена драматичним прекидом постојања фауне између доњег и горњег бадена у Централном Паратетису и слично у Источном Паратетису између чокаркски/караганског и конског ката. Елементи рибље фауне отвореног мора нестају и ендемска еволуција риба цвета унутар ове три фамилије (Clupeidae, Gadidae и Gobiidae). Период између старијег и млађег бадена је време када су многи ендемски Понто–каспијски родови Gobiidae први пут примећени, како је и наведено. Овакве смене фауне се дешавају истовремено са изменама у трансгресивно–регресивним циклусима у Паратетису (Kovač et al., 2007), који су очигледно фаворизовали еволуцију гобида и њихову диверзификацију. Састав фауне сарматских отолита Караманског басена (Турска), открио је богату плиткоморску рибљу фауну са пуно припадника фамилије Gobiidae, чији представници поседују сличне афинитете, као старија рибља фауна Централног Паратетиса (Schwarzahns, 2014). Овакви афинитети су такође компатибилни са горњобаденском и сарматском рибљом фауном из Барајева и Сланаца у околини Београда (Schwarzahns et al., 2015). Стога се закључује да рибља фауна не поткрепљује тврдњу за повезаност Паратетиса са Медитераном током серавалиана, нити у северозападном делу као што је приметио Bartol et al., (2014), нити у југоисточном делу где би се Карамански басен идеално налазио на пола пута везе између ова два басена. Једина заједничка врста за Медитеран и Паратетис током серавалиана је *Knipowitschia suavis*. Сматра се да је била толерантна за широк опсег салинитета, јер је пронађена и у потпуно морским и у бракичним фаацијама, што може објаснити и њену широку географску дистрибуцију (Schwarzahns et al., 2015). Горњобаденска и сарматска заједница отолита Централног и Источног Паратетиса показује бројне заједничке врсте, нарочито код фамилија Gadidae и Gobiidae. Код фамилија Gadidae су то следеће врсте: *Palimphemus minusculoides* и *Paratrisopterus insectus*; а код Gobiidae: *Economidichthys triangularis*, *Knipowitschia suavis* и *Pomatoschistus bunyatovi* (сл. 80).



Слика 80. Дистрибуција врста гобида од централног до источног Паратетиса у периоду касног бадена/сармата, (према Schwarzhans et al., 2017^c модификовано).

Одступања у оквиру састава фауне риба су учили и Vratishko et al., (2015). Они наводе да је рибља фауна базирана на основу отолита из Панонског басена веома разнолика и богата, и да садржи неритске асоцијације које указују на континуиран наставак доњобаденске фауне. Карпатско предгорје и Трансилванијски басен поседују неколико елемената фауне, који су аутохтони и потенцијално представљају примаран ендемизам

(*Diphus obliquus*, *Paratrisopterus rumanus*, Микулов, Чешка). На основу ових запажања може се закључити да је конкски (горњи баден) био на ограничено време период размене фауне између централног и источног Паратетиса, као и да је постојала могућност повезаности Панонског басена и Медитерана. Конкијска рибља фауна источног Паратетиса је богата у погледу елемената који указују на рани почетак ендемског развоја. Поред Callinymidae, Gadidae, бележи се први налазак упорних ендемских гобијских родова *Neogobius* и *Ponticola*. Рибља фауна конкског ката источног Паратетиса не показује ни мало или само врло мало сличности са фауном Медитерана или централног Паратетиса. За сада нема података о сличности са фауном Индијског океана током ове фазе, али се сличност појављује из опсервација одређених група које су могле емигрирати одатле. Континуирани ендемски развој током конкског и недостатак заједничке фауне Караманског басена у југоисточној Турској (осим *Knipowitschia suavis*) супротставља се палеогеографској реконструкцији Rögl (1999) и Kovač et al., (2007), који претпостављају да постоји веза између југоисточног Медитерана у близини Караманског басена и јужног дела источног Паратетиса (Bratishko et al., 2015).

На основу проучавања риба фамилије Sciaenidae са подручја источног Паратетиса (Bannikov et al., 2018) утврђено је да не постоји сличност између ове фауне риба са фауном централног Паратетиса током горњег миоцена. Bratishko et al., (2015) су утврдили да је током истог периода између источног и централног Паратетиса долазило до размене фауне. Објашњење за различите врсте Sciaenidae у ова два дела Паратетиса је у различитим еколошким условима, бракичним у Панонском језеру и морско–бракичним у источном Паратетису, као и могућност недовољне географске повезаности. Присуство врста *Trewasciaena dobrogiaca* и *Chaoia moguntiniformis* у језеру Панон и источном Паратетису указује на кратку фазу повезаности током панона (Bannikov et al., 2018).

9 ЗАКЉУЧАК

Проучена је бројна фауна изолованих отолита и артикулисаних скелета са отолитима *in situ* са подручја централног Паратетиса миоценске старости (од млађег доњег миоцена до горњег миоцена). Интерпретацијом добијених резултата извучени су бројни закључци:

- Заједница слатководних гобида млађег доњег миоцена централне и југоисточне Европе даје доказе о присуству ишчезле доњомиоценске фауне слатководних риба, која у случају проучаваних гобида није у вези са данашњим Понто–каспијским гобидама.
- Асоцијација доњомиоценских гобида нестала је пре око 14 Ма, после миоценског климатског оптимума (МСО) и уступила животно станиште раним Понто–каспијским гобидама.
- На прелазу између бадена и сармата долази до велике промене у односу на горњи баден од потпуно морске до бракичне (сармат) средине. Промене у воденој средини су се одразиле и на тип фауне риба. Ове промене су за резултат имале преживљавање форми које су се прилагодиле промени салинитета. Разлика фауне на прелазу горњи баден/сармат се огледа и у проученим седиментима, па у горњобаденској фауни Раковичких пескова имамо заступљеност Понто-каспијских гобида, као што су: *D. telleri*, *P. bunyatovi*, *L. vicinalis*; док је у сарматским седиментима Петровца и Малог Лаола уочено присуство врста: *P. bunyatovi*, *K. suavis* и *P. vasilievae*.
- Брза фаунална промена гобида са простора Паратетиса уочен је на подручја Атланта–Медитерана у временском периоду од горњег бадена до горњег сармата (серавалијен). Ова промена фауне се подудара са реорганизацијом Понто–каспијског басена, који се трансформисао у маргинално интраконтинентално море са slabим везама са светским океаном и који је био подложен брзим и драматичним променама животне средине. Ове геолошке и еколошке промене су биле повољне за настанак великог броја ендемских Понто–каспијских гобида.
- Промене салинитета из бракичне у каспибракичну средину на прелазу из сармата у панон су резултирале сменом рибље фауне. До тада доминантне Понто–каспијске гобиде су уступиле место припадницима фамилије Sciaenidae, које су се добро прилагодиле овим променама у животној средини. Ова смена фауне се може пратити у сарматским седиментима Петровца, Малог Лаола и Лесковца где доминирају Понто-каспијске гобиде, док је на локалитетима Колубарски угљени басен и Умчански тунел панонске старости утврђена доминација фамилије Sciaenidae.
- Посебно треба истаћи важност налаза отолита *in situ*. Налази отолита *in situ* су веома важни јер нам дају информације за детаљну систематску класификацију. Отолити *in situ* нам дају боље информације за разумевање дистрибуције риба кроз време и простор. Важност ових налаза се огледа на приказаној фауни са локалитета Клинци. Осим систематског усаглашавања утврђено је да је овај тип фауне гобида егзистовао и током слатководног еквивалента бадена, односно пре појаве Понто-каспијских гобида. Налази истих врста отолита на локалитетима Клинци и Врачевић нам дају потврду да су ове ендемске врсте претходиле Понто-каспијским гобидама.

10 ЛИТЕРАТУРА

- Arambourg, C. (1925). Révision de poissons fossils des Licata (Sicile). *Annales de Paléontologie*, 14, 39–132.
- Alcock, A., W. (1889). Natural history notes from H. M. Indian marine survey steamer „Investigator“, Commander Alfred Carpenter, R. N., D. S. O., commanding. No. 12. Descriptions of some new and rare species of fishes from the Bay of Bengal, obtained during the season of 1888–89. *Journal of the Asiatic Society of Bengal*, 58, 296–305.
- Anđelković, J. (1962). Prilog poznavanju donjosarmatskih riba sa teritorije Beograda. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 29, 115–128.
- Anđelković, J. (1964). Rod Clupea iz donjeg sarmata Beograda. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 31, 161–168.
- Anđelković, J. (1966). *Rhombus serbicus* n. sp. iz donjeg sarmata Srbije. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 32, 179–184.
- Anđelković, J. (1969). Fosilne ribe iz donjeg sarmata teritorije Beograda. *Glasnik Prirodnjačkog Muzeja A*, 24, 127–154.
- Anđelković, J. (1970). Tercijarne ribe Srbije. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 35, 281–365.
- Anđelković, J. (1978). Prilog poznavanju fosilnih riba iz slatkovodnih sedimenata Valjevsko–mioničkog basena. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 42, 393–399.
- Anđelković, J. (1981). Rekonstrukcija životne sredine na osnovu morfoloških karakteristika ihtiofaune obrađene iz sarmatskih sedimenata teritorije Beograda. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 45, 203–206.
- Anđelković, J. (1982). Odnos donjesarmatskih riba sa teritorije Beograda prema recentnoj ihtiofauni. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 46, 253–257.
- Anđelković, J. (1989). Tertiary fishes of Yugoslavia. Stratigraphic–paleontologic–paleoecological study. *Palaeontologia Yugoslavica*, 38, 1–121.
- Anđelković, M. (1986). Geodinamički procesi i stratigrafsko–paleogeografski razvoj oligocenskih i miocenskih slatkovodnih basena središnje i zapadne Srbije. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 50, 1–66.
- Anđelković, M. & Anđelković, J. (1985). Starost belostenske serije u Valjevsko–mioničkog basena. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 49, 1–8.
- Arambourg, C. (1925). Révision de poissons fossiles des Licata (Sicile). *Annales de Paléontologie*, 14, 39–132.
- Bachmayer, F. & Weinfurter, E. (1965). *Bregmaceros* – Skelette (Pisces) mit in situ gehaltenen Otolithen aus den tortonischen Ablagerungen von Walbersdorf, Oesterreich. *Senckenbergiana lethaea*, 46a, 19–33.
- Bannikov, A., Schwarzahans, W. & Carnevale, G. (2018). Neogene Paratethyan croakers (Teleostei, Scienidae). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 124/3, 535–571.
- Bath, E., G., Thorrold, R., S., Jones, M., C., Campana, E., S., McLaren, W., J. & Lam, H., W., J. (2000). Strontium and barium uptake in aragonitic otoliths of marine fish. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 64, 1705–1714.
- Bartol, M., Mikuz, V. & Horvat, A. (2014). Palaeontological evidence of communication between the Central Paratethys and the Mediterranean in the late Badenian/early Serravalian. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 394, 144–157.
- Bassoli, G., G. (1906). Otoliti fossili dell’Emilia. *Rivista italiana di Paleontologia*, 12, 36–57.
- Baykina, E., M. (2013). A revision of *Clupea doljeana* Kramberger and *Sarmatella vukotinovici* (Kramberger) (Pisces, Clupeidae) from the Sarmatian of Croatia. *Paleontological Journal*. 47(5), 523–532.

- Baykina, E., M. & Schwarzahns, W. (2017^a). Description of *Karaganops* n. gen. *perratus* (Daniltshenko 1970) with otoliths in situ, an endemic Karaganian (Middle Miocene) herring (Clupeidae) in the Eastern Paratethys. *Swiss J. Palaeontol.*, 136, 129–140.
- Baykina, E., M. & Schwarzahns, W. (2017^b). Review of “*Clupea humilis*“ from the Sarmatian of Moldova and description of *Moldavichthys switshenskae* gen. et sp. nov. *Swiss J. Palaeontol.*, 136, 141–149.
- Blagojević, D. (2017). Godišnji izveštaj za GK Srbije, 1:50 000, list Lapovo 2. *Fond stručne dokumentacije Geološkog Zavoda Srbije, Beograd.*
- Bleeker, P. (1859). Negende bijdrage tot de kennis der vischfauna van Banka. *Natuurkunde Tijdschrift voor Nederlandsche–Indië*, 18, 359–378.
- Bonaparte, C., L. (1835). Iconografia della fauna italica per le quattro classi degli animali vertebrati. Tomo III. *Pesci. Roma. Fasc.*, 12–14, 59–79.
- Bogatshov, V. V. (1929). Whale and fish remains in diatom deposits of Apsheronki Peninsula. *Azerbaidjanski neftyanoe khozyaistvo*, 77, 33–39.
- Bogatshov, V. V. (1933). Materials on the study of Tertiary ichthyofauna of Caucasus. *Trudi Azerbaidjanski Neftyanoe Issledovanyie in–ta (AzNII), Geologicheski Otdel*, 15, 1–62.
- Borgh, M., Vasiliev, I., Stoica, M., Knežević, S., Matenco, L., Krigsman, W., Rundić, Lj. & Cloetingh, S. (2013). The isolation of the Pannonian basin (Central Paratethys): New constraints from magnetostratigraphy and biostratigraphy. *Global and Planetary Change*, 103, 99–118.
- Bosnakoff, M. (2008). Late Miocene (Pannonian) scienid fish otoliths from Hungary – preliminary studies. In: Galacz, A. (ed.). *125th Anniversary of the Department of Palaeontology at Budapest University – A Jubilee Volume Hantkeniana* 6, 219–228.
- Bosnakoff, M. (2011). Checklist of the fossil fish otoliths in the Department of Palaeontology and Geology, *Hungarian Natural History Museum – Fragmenta Palaeontologica Hungarica*, 29, 49–69.
- Bosnakoff, M. & Katona, T., L. (2012). A fish otolith assemblage from the Late Miocene (Pannonian) deposits of Lake Pannon (Doba, NW Hungary). *Central European Geology*, 55/2, 135–146.
- Bradić, K., Rundić, Lj. & Ganić, M. (2015). Badenian–Sarmatian otoliths from the Rakovica stream (Miocene of Belgrade city area). *Zbornik radova I kongres geologa Bosne i Hercegovine 21–23 oktobar 2015 god.*, 41–42.
- Bradić–Milinović, K., Rundić, Lj. & Bojić, Z. (2018). A contribution for stratigraphy of the Miocene of Vračević (Valjevo–Mionica Basin). *Proceedings of XVII Congress of the geologists of Serbia, 1*, 110–114.
- Bradić–Milinović, K., Ahnelt, H., Rundić, Lj. & Schwarzahns, W. (2019^a). The lost fresh water goby fish fauna (Teleostei, Gobiidae) from the early Miocene of Klinci (Serbia). *Swiss Journal of Palaeontology*, 138, 285–315.
- Bradić–Milinović, K., Ahnelt, H., Rundić, Lj. & Schwarzahns, W. (2019^b). Freshwater gobies (Teleostei, Gobiidae) from the early Miocene of Klinci (Serbia), with otoliths *in situ*. *NCSEE 2019, 8th International Workshop on Neogene of Central and South–Eastern Europe, 27th–31th May 2019, Checiny, Poland*, 29–31.
- Bratishko, A., Schwarzahns, W., Reichenbacher, B., Venihorova, Y. & Ćorić, S. (2015). Fish otoliths from the Konkian (Miocene, early Servallian) of Mangy shalk (Kazakhstan) – testimony of an early endemic evolution in the Eastern Paratethys. *Paläontologische Zeitschrift*, 89, 839 – 889.
- Brusina, S. (1894). Odlomci Srpske tercijarne malakologije. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 5 (1), 173–202.
- Brzobohaty, R. (1994). Die Fischotolithen des Badenian von Gainfarn, Niederösterreich (Mittelmiozän, Wiener Becken). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, serija A 96, 67–93.

- Brzobohaty, R. (1995). Macrouridae (Teleostei, Otolithen) im Oligozän und Miozän der Zentralen Paratethys and ihre paläogeographische Bedeutung. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* 138 (4), 615–637.
- Brzobohaty, R. & Gaudant, J. (2009). *Gobius brevis* (AGASSIZ, 1839), a gobiid fish with otoliths in situ (Pisces, Teleostei) in the Karpatian (Lower Miocene) of the Vienna Basin. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien–Serie A (Mineralogie und Petrographie, Geologie und Paläontologie, Archäozoologie, Anthropologie und Prähistorie)*, 111, 245–256.
- Brzobohaty, R., Nolf, D. & Kroupa O. (2007). Fish otoliths from the Middle Miocene of Kienberg at Mikulov, Czech Republic, Vienna Basin: their paleoenvironmental and paleogeographic significance. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 77, 167–196.
- Brzobohaty, R. & Nolf, D. (2018). Revision of the Middle Badenian fish otoliths from the Carpathian Foredeep in Moravia (Middle Miocene, Czech Republic). *International journal of Ichthyology* 42 (2), 143–167.
- Brzobohaty, R., Reichenbacher, B. & Gregorova, R. (2003). Teleostei (Otoliths, Skeletons with Otoliths in situ) from the Karpatien of the Central Paratethys. – Ed: Melichar R. & Vanderziel J. In: *The Karpatian, A Lower Miocene stage of the Central Paratethys*. – Masaryk University, Brno, 265 – 280.
- Brzobohaty, R. & Schultz, O. (1978). Die Fischfauna des Badeniens. In: Papp A., Chicha I., Senes, J. & Steininger F. (Eds.), M4. Badenien (Moranien, Wielicien, Kosovien). *Chronostratigraphie und Neostatotypen*, 441–465.
- Veselinović, P. & Maksimović, B. (1952). Geološka proučavanja u oblasti Despotovca. *Zbornik radova SAN* 22, 69–90.
- Vujisić, T., Navala, M., Lončarević, Č., Kalenić, M., & Hadživuković, M. (1977). Tumač Osnovne geološke karte za list Lapovo, 1:100 000. *Savezni geološki zavod Beograd*, 5–62.
- Carnevale, G., Caputo, D. & Landini W. (2006). Late Miocene fish otoliths from the Colombacci Formation (Northern Apennines, Italy): Implications for the Messinian „Lago Mare“ event. *Geol. J.*, 41, 537–555.
- Gaemers, P., A., M. (1973). New otoliths from the Tertiary of the North Sea Basin. *Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie*, 10, 58–75.
- Ganić, M., Radović, P., Rundić, Lj., Bradić, K. & Knežević, S. (2016). Traces of drilling predation in the Upper Badenian (Middle Miocene) molluscs from the Rakovica stream (Belgrade). *Geologia Carpatica*, 69 (2), 205–212.
- Gaudant, J. (1998). L'ichthyofaune des eaux continentales miocènes de Serbie (Yugoslavie): une révision (The fish-fauna of Miocene continental waters from Serbia (Yugoslavia): a revision). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 207 (1), 107–123.
- Gierl, C., Reichenbacher, B., Gaudant, J., Erpenbeck, D. & Pharisat, A. (2013). An extraordinary gobioid fish fossil from southern France. *Plos one*, 8/5, e64117.
- Gierl, C. & Reichenbacher, B. (2015). A New Fossil Genus of Gobiiformes from the Miocene Characterized by a Mosaic Set of Characters. *Copeia*, 103 (4), 792–805.
- Gill, T., N. (1864). Descriptions of new genera and species of eastern American pleuronectoids. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 16, 220–224.
- Goodrich, S., E. (1909). Vertebrata craniata (First fascicle: cyclostomes and fishes). *London: Adam and Charles Black*, 1–518.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1883). Die jungtertiäre Fischfauna Croatiens. *Beiträge zur Paläontologie Österreich–Ungarns und des Orients*, 3, 65–85.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1891). Palaeoichthyologische prilozhi. *Rad jugoslav. Akad. znan. umjetn.*, 106, 59–129.

- Grunert, P., Harzhauser, M., Rosenthal, Y. & Carnevale, G. (2016). Estuarine Lago Mare fauna from the Tertiary Piedmont Basin indicates episodic Atlantic/Mediterranean exchange during the final stage of the Mediterranean Salinity Crisis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 457, 70–79.
- Dimitrijević, M., D. (2001). Dinarides and the Vardar Zone: a short review of the geology. *Acta Volcanologica* 13, 1–8.
- Dimitrijević, V., Gál, E. & Kessler, E. (2002). A new genus and new species of grebe (Podicipediformes, Aves) from the Early Miocene lake deposits of Valjevo Basin (Serbia). *Fragmenta Palaeontologica Hungarica* 20, 3–7.
- Djafarova, J. D. (2006). Otolity neogena Azerbaidžana (Neogene otoliths of Azerbaijan). *Baku: Nafta*, 1–167.
- Dolić, D. (1963). Miocenske naslage rudnika „Manasija“. *Glasnik prirodnjačkog muzeja srpske zemlje, ser. A*, 18, 135.
- Dolić, D. (1966). Opšti stratigrafski profil miocena u severnom delu Moravske potoline. *Referati VI savetovanja, deo I*, 204–219.
- Dolić, D. (1983). Prikaz fosilnih mekušaca iz slatkovodnog miocena Mioničko–valjevskog basena (Srbija). *Zapisi SGD za 1982*, 117–121.
- Dolić, D. & Lončarević, Č. (1977). Prinove o brakičnom sarmatu Pomoravlja (Ćuprija–Paraćin). *Saopštenje u SGD od 25.1.1977.*, 458–459.
- Duffin, C., J. (2007). Fish otoliths and folklore: a survey. *Folklore* 118, 78–90.
- Đurić, D. (2016). *Latonia gigantea* (Anura, Alytidae) from the Middle Miocene of Lake Vračević (Serbia). Program & Abstracts 25. RCMS Interim Colloquium 2016 LAKE–BASIN–EVOLUTION Stratigraphy of Past and Recent Lacustrine Systems, 20–24 may 2016, Zagreb/Croatia, 25–26.
- Đurić, D. (2019). Neogena i kvartarna herpetofauna (Anura i Squamata) Srbije. Doktorska disertacija, 1–193.
- Eikamp, H. & König, W. (1981). neue Skelettfunde von *Gobius francofurtanus* Koken (Fam. Gobiidae, Grundeln) aus den oberen Hydrobienschichten von Großkrotzenburg am Main (Hess.). *Graphischer Betrieb Dieter Steiner, Haupstr. 6, 8756 Kahl/Main.*, 1–24.
- Eremija, M. (1977). Miocen u oblasti ekshumiranog mezozojsko–serpentinskog paleoreljefa od Rakovice do Ripnja. Ed: Kosta Petković; *Geologija Srbije, II–3, Stratigrafija–kenozoik*, 145–154.
- Esin, V., N., Yanko–Hombach, V., V. & Esin, I., N. (2016). Evolutionary mechanisms of the Paratethys Sea and its separation into the Black Sea and Caspian Sea. *Quaternary International*, 1–8.
- Žujović, J. (1889). Osnovi za geologiju Kraljevine Srbije. *Geološki anali Balkanskog poluostrva, I*, 1–130.
- Žujović, J. (1893). Geologija Srbije I. *Posebno izdanje SKA*.
- Ilyina, L., B. (2006). Morphogenesis of rissoidae in the Inland Basins of the Eastern Paratethys. *Paleontological Journal* 4, 54–63.
- Jordan, D., S. & Evermann, B., W. (1896). The fishes of North and Middle America: a descriptive catalogue of the species of fish–like vertebrates found in the waters of North America, north of the isthmus of Panama. Part I. *Bull. U. S. Nat. Mus.*, 47, 1–1240.
- Jost, J., Kälin, D., Schulz–Mirbach, T. & Reichenbacher, B. (2006). Late early Miocene lake deposits near Mauensee, central Switzerland: fish fauna (otoliths, teeth), accompanying biota and palaeoecology. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 99, 309–326.
- Jovanović, G. (1988). Korelacija gornjopontske faune basena Krela (Bukinje) sa faunom Smederevskog Podunavlja (Orešac). In: *Zbornik referata naučnog skupa „Minerali, stijene, izumrli i živi svijet BiH“*, 187–192.
- Jovanović, G. & Jovanović, J. (1998). Contribution to the knowledge on Meotian and Pontian of the locality of Kusjak near Negotin (East Serbia). *Glasnik Prirodnjačkog muzeja, A* 47–50, 205–216.
- Jovanović, G. & Paunović, G. (2005). Sediments of Orešac–geoheritage of Serbia. In: *14th Congress of Geologists of Serbian and Montenegro*, 18–20.

- Jovanović, G., Knežević, S., Đurić, D., Bosnakoff, M. & Paunović, G. (2010). Upper Miocene fauna of Orešac near Smederevo (Serbia). *Bulletin of Natural History Museum*, 3, 67–93.
- Jovanović, G., Ćorić, S. & Vrabac, S. (2018). Prvi dokazi morske donjobadenske transgresije kod Koceljeve (Zapadna Srbija). *Knjiga apstrakata, 17. Kongres geologa Srbije, Vrnjačka Banja, 17–20, 2018*, 139–143.
- Jovanović, G., Ćorić, S. & Vrabac, S. (2019). The First evidence of marine Badenian transgression near Koceljeva (Central Paratethys, western Serbia). *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 80 (1), 1–15.
- Jovanović, G. & Đurić, D. (2016). Molusks and ectothermic vertebrates from the Middle Miocene (Sarmatian) Lake Vračević (Serbia). Program & Abstracts 25. RCMS Interim Colloquium 2016 LAKE–BASIN–EVOLUTION Stratigraphy of Past and Recent Lacustrine Systems, 20–24 may 2016, Zagreb/Croatia, 28–30.
- Jovanović, D. (1958). Stratigrafsko–paleontološki prikaz miocena Mlavskog basena na osnovu bušotina. *Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja*, 15, 121–146.
- Jovanović, O., Grgurović, D. & Zupančić, N. (1994). Neogeni sedimenti Valjevsko–mioničkog basena. *Vesnik, serija A, B*, 46, 207–226.
- Koken, E. (1891). Neue Untersuchungen an tertiären Fisch–Otolithen II. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 43, 77–170.
- Kovač, M., Nagymarosy, A., Oszczytko, N., Slaczka, A., Csontos, L., Marunteanu, M., Matenco & Marton, E. (1999). Palinspastic reconstruction of the Carpathian – Pannonian region during the Miocene. In: Rakus, M. (Ed.), *Geodynamic Development of the Western Carpatians*. Dionyz Stur, 189–218.
- Kovač, M., Andreyeva–Grigorovich, A., Bajraktarević, Z., Brzobohaty, R., Filipescu, S., Fodor, L., Harzhauser, M., Nagymarosy, A., Oszczytko, N., Pavelić, D., Rögl, F., Saftić, B., Sliva, L. & Studencka, B. (2007). Badenian evolution of the Central Paratethys Sea: paleogeography, climate and eustatic sea–level changes. *Geol. Carpath.* 58(6), 579–606.
- Kovač, M., Hudáčková, N., Halássová, E., Kováčová, M., Holcová, K., Oszczytko–Clowes, M., Báldi, K., Less, G., Nagymarosy, A., Ruman, A., Klučiar, Z. & Jamrich, M. (2017). The Central Paratethys palaeoceanography: a water circulation model based on microfossil proxies, climate, and changes of depositional environment. *Acta Geologica Slovaca* 9 (2), 75–114.
- Kvaček, Z., Kovač, M., Kovar–Eder, J., Dolakova, N., Jechorek, H., Parashiv, V., Kovačova, M. & Sliva, L. (2006). Miocene evolution of landscape and vegetation in the Central Paratethys. *Geologica Carpatica*, 57(4), 295–310.
- Kramberger (Gorjanović–Kramberger), D. (1882). Die jungtertiäre Fischfauna Croatiens I. *Beiträge zur Paläontologie Österreich–Ungarns und des Orients*, 1, 86–135.
- Kramberger (Gorjanović–Kramberger), D. (1883). Die jungtertiäre Fischfauna Croatiens II. *Beiträge zur Paläontologie Österreich–Ungarns und des Orients*, 3, 65–85.
- Krstić, N., Jovanović, O., Knežević, S. & Mihelčić, V. (1992). Prilog formacionoj analizi neogenih naslaga Posavine i Podunavlja (Srbija). *Radovi Geoinstituta* 27, 27–61.
- Krstić, N., Jovanović, G., Savić, Lj. & Bodor, E. (2002). Lower Miocene lakes of the Balkan Land. *Acta Geologica Hungarica*, 46(3), 291–299.
- Krstić, N., Savić, Lj. & Jovanović, G. (2012). The Neogene Lakes on the Balkan Land. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 73, 37–60.
- Laskarev, V. (1924). Sur les équivalents du Sarmatien Supérieur en Serbie. U Vujević P. (ed.): *Recueil de travaux offert à M. Jovan Cvijić par ses Amis et Collaborateurs*, 73–85.
- Laskarev, V. (1949). O novim nalascima fosilnih sisara kod Despotovca sa kratkim pregledom tercijarne faune sisara u Srbiji. *Glas SAN*, 192, 45–62.
- Laskarev, V. (1950). O ekvivalentima gornjeg sarmata u Srbiji. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, XVIII, 1–17.

- Lazarević, Z., Milivojević, J., Bogićević, K. & Nenadić, D. (2013). Early Miocene flora from the Valjevo–Mionica Basin (Western Serbia). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 267(3), 297–307.
- Liverovskaya, E., V. (1960). Tretichnye otlozheniia Mangyshlaka (Tertiary deposits of Mangyshlak). *Trudy Vsesouznogo neftianogo nauchno–issledovatel'skogo geologazvedochnogo instituta 151*, 1–144.
- Long, K., Wood, R., Williams, S., I., Kalish, J., Shawcross, W., Stern, N. & Grün, R. (2018). Fish otolith microchemistry: Snapshots of lake conditions during early human occupation of Lake Mungo, Australia. *Quaternary International*, 463, 29–43.
- Lörenthey, J. (1906). Beiträge zur Fauna und stratigraphischen Lage der pannonischen Schichten in der Umgebung des Balatonsees. *Res. Wiss. Erforsch. Balatonsees 1*, 1–216.
- Луковић, М. (1922). Фације другог медитеранског ката у околини Београда. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 7 (1), 22–41.
- Magyar, I., Krezsek, C. & Tari, G. (2019). Clinoforms as palaeogeographic tools: Development of the Danube catchment above the deep Paratethyan basins in Central and Southeast Europe. *Basin Research*, DOI: 10.1111/bre.12401.
- Mandić, O., Sant, K., Andrić, N., Horvatinčić, N., Ilijanić, N., Miko, S., Marković, N., Novosel, A., Matenco, L. & Hrvatović, H. (2016). Dinarides lakes and basins-from 18 Ma to Present. In: Mandić, O., Pavelić, D., Kovačić, M., Sant, K., Andrić, N. & Hrvatović, H. (Eds.) Field Trip Guidebook. Lake-Basin-Evolution. RCMNS Interim Colloquium 2016 and Croatian Geological Society Limnogeology Workshop, Croatian Geological Society, Zagreb, 33-80.
- Marinescu, F. (1978). Stratigrafia Neogenului superior din sectorul vestic al Bazinului Dacic. Ed. Acad. RSR, 1–155.
- Marović M., Toljić M., Rundić Lj. & Milivojević J. (2007). Nealpine tectonics of Serbia. *Serbian Geological Society*, 1–82.
- Marković, B., Veselinović, M., Anđelković, J., Stevanović, P., Roglić, Č. & Obradinović, Z. (1984). Tumač Osnovne geološke karte za list Beograd, 1:100 000. *Savezni geološki zavod Beograd*, 5–52.
- Marković, Z. (2003). The Miocene small mammals of Serbia, a review. In: Reumer, J. W. F. & Wessels, W. (ed.) – *Distribution and migration of Tertiary mammals in Eurasia. A volume in honour of Hans de Bruijn – DEINSEA 10*, 393–398.
- Marković, Z. & Milivojević, M. (2010). The Neogene small mammals from Serbia – collection methods and results. *Bulletin of the Natural History Museum*, 3, 105–114.
- Marković, Z. & Pavić, S. (2004). Miocenski sisari Brajkovca. *Zaštita prirode*, 56(1), 11–22.
- Malz, H. (1978). Vergleichend–morphologische Untersuchungen an aquitanen Fisch–Otolithen aus dem Untergrund von Frankfurt am Main. *Senckenbergiana lethaea*, 59, 441–481.
- Malešević, M., Kalenić, M., Karajišić, Lj. & Serdar, R. (1978). Tumač Osnovne geološke karte za list Požarevac, 1:100 000. *Savezni geološki zavod Beograd*, 5–37.
- Massari, F. (1990). The fordeep of the northern Adriatic margin evidence of diachroneity in deformation of the Southern Alps. *Riv. Ital. Paleont. Stratigr.* 96(2–3), 351–380.
- Mikerina, T., B. & Pinchuk, T., N. (2014). Distribution and source of dispersed organic matter in the Karaganian – Konkian – Sarmatian deposits of the Eastern Paratethys. *Geology, Geography and global Energy*, 4(55), 20–33.
- Milaković, B. (1955). Izveštaj o obilasku pojava uglja u potoku Smrđetić kod Koceljeve (Posavo–Tamnava). *Fond stručne dokumentacije Zavoda za geološka i geofizička istraživanja Beograd*.
- Milaković, B. (1963). O nekim problemima neogena širih oblasti južnih Karpata. *Glasnik Prirodnjačkog muzeja, serija A*, 18, 117–133.
- Milaković, B. (1964). O rezultatima proučavanja panonskih naslaga Kostolačke ugljonosne oblasti. *Zapisnici SGD*, 39–45.
- Molina–Kescher, M., Frank, M. & Hathorne, C., E. (2014). Nd and Sr isotope compositions of different phases of surface sediments in the South Pacific: Extraction of seawater signatures, boundary exchange, and detrital/dust provenance. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 15, 1–19.

- Neubauer, T., A., Harzhauser, M., Kroh, A., Georgopoulou, E. & Mandić, O. (2015). A gastropod-based biogeographic scheme for the European Neogene freshwater systems. *Earth–Science Reviews*, 143, 98–116.
- Neubauer, T., A., Harzhauser, M., Mandić, O. & Jovanović, G. (2016). The late middle Miocene non–marine mollusk fauna of Vračević (Serbia): filling a gap in Miocene land snail biogeography. *Bulletin of Geosciences*, 91(4), 731–778.
- Nelson, J., S. (2006). *Fishes of World. 4th ed. Hoboken (New Jersey, USA): John Wiley & Sons*, 1–601.
- Nelson, J., S., Grande, C., T. & Wilson, H., V., M. (2016). *Fishes of the World, fifth edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken (New Jersey, USA)*, 1–707.
- Nolf, D. (1981). Révision des Types d’Otolithes de Poissons Fossiles décrits par R. Schubert. *Verhandl. geol. Bundesanstalt*, 2, 133–183.
- Nolf, D. & Brzobohaty, R. (2009). Lower Badenian fish otoliths of the Styrian and Lavanttal basins, with a revision of Weinfurter’s type material. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 111A, 323–356.
- Norman, R. J. (1935). Coast Fishes. *Discovery Reports*, 16, 1–150.
- Obradović, J. & Vasić, N. (2007). Neogene lacustrine basins from Serbia. *Serbian Academy of Science and Arts, Monographs, vol. DCLXII, Department of Mathematics, Physics and Geosciences*, 3, 1–312.
- Pantić, N. (1953). Ispitivanje tercijarne fosilne flore Srbije i susednih oblasti s naročitim obzirom na njen stratigrafski značaj. *Glasnik SAN*, 5(2), 90–289.
- Pantić, N. (1963). Paleoflorističke facije i njihov značaj za fitostratigrafska proučavanja ugljonosnih sedimenata. *Simpozijum o uglju SGD, Povr. izd. Zavoda za geol. i geof. istraž.*, 166–179
- Pavlović, P. (1890). Mediteranska fauna u Rakovici. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 2, 9–60.
- Pavlović, P. (1922). Prilozi za poznavanja tercijara u Srbiji (sarmatski kat u selu Lapovo). *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 7 (1), 1–13.
- Pavlović, P. (1931). Prilozi za poznavanje tercijara u Srbiji. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 7(2), 104–113.
- Petković, K. & Novković, M. (1975). Bituminozni (uljni) škriljci SR Srbije. Ed: Kosta Petković; *Geologija Srbije, VII, Kaustobioliti*, 197–218.
- Petrović, D. (1964). Elaborat o rezervama i kvalitetu glina Damjanovića brada u široj okolini Koceljeve. *Fond stručne dokumentacije Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, Beograd*.
- Petrović, D. (1966). Elaborat o rezervama i kvalitetu glina Jovanovića brda u široj okolini Koceljeve. *Fond stručne dokumentacije Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, Beograd*.
- Petrović, M. (1985). Foraminiferske zone i loze badenskog kata okoline Beograda. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 49, 271–291.
- Petrović, M. & Šumar M. (1990). Biostratigrafski pregled sarmata okoline Beograda. *12th Congress of the geol. of Yugoslavia, Ohrid, 1*, 162–173.
- Petronijević, Ž. (1953). Ispitivanja fosilnih ostataka „Štajerske“ faune sisara iz Despotovačkog i Rakovačkog basena, *Glas SAN*, 5(2), 9–288.
- Piller, W., E. & Harzhauser, M. (2005). The myth of the brackish Sarmatian Sea. *Terra Nova*, 17(5), 450–455.
- Piller, W., E., Harzhauser, M. & Mandić, O. (2007). Miocene Central Paratethys stratigraphy–current status and future directions. *Stratigraphy* 4(2–3), 151–168.
- Pobedina, V. M. (1954). Iskopaemye otolity ryb miocenovyh otlozheniy Azerbajdžana i ih stratigraficheskoe znachenie. *Izvestia Akademii Nauk Azerbaidžanskoj SSR*, 10, 23–37.
- Pobedina, V., M.(1956). Spravochnik po mikrofaune sredne – i verkhnemiocenovykh otlozhenii Azerbaidžana. In: V. M. Pobedina, A. G. Voroshilova, O. I. Rybina, Z. V. Kuznetsova (eds.) Baku: Azerbaidžanskoe gosudarstvennoe izdatelstvo neftyanoi nauchno – tekhnicheskoy literatury, 1–191.

- Popov, S., V., Rögl, F., Rozanov, A., Y., Steinger, F., F., Shcherba, I., G. & Kovač, M. (2004). Lithological–Paleogeographic maps of Paratethys. 10 Maps Late Eocene to Pliocene. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 250, 1–46.
- Popov, S., V., Shcherba, G., I., Ilyina, B., L., Nevenskaya, A., L., Paramonova, P., N., Khondkarian, O., S. & Magyar, I. (2006). Late Miocene to Pliocene Palaeogeography of the Paratethys and its relation to the Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 238 (1), 91–106.
- Popper, A., N. & Lu, Z. (2000). Structure–function relationship in fish otolith organs. *Fish. Res.* 46, 15–25.
- Přikryl, T., Brzobohaty, R. & Gregorova, R. (2016). Diversity and distribution of fossil codlets (Teleostei, Gadiformes, Bregmacerotidae): review and commentary. *Palaeobio. Palaeoenv.*, 96, 13–39.
- Prochazka, V., J. (1900). Das ostböhmisches Miozän. *Arch. naturwiss. Landesdurchforsch. Böhm.*, 10, 77–86.
- Prokofiev, A. M. (2004). On the attribution of *Paratrisopterus avus* to the genus *Gadiculus* (Gadiformes: Gadidae). *Journal of Ichthyology*, 44, 412–417.
- Rado, G. (1971). Otolite in depozitele miocene din forajele de la Islaz. *Buletin Societatii de Stiinte Geologice din R. S. Romania*, 13, 179–194.
- Rado, G. (1981). Otolite din depozitele langhiene (Badenian inferior) de la Lapugiul de Sus. *Analele Universitatii Bucuresti, Serie Stiintele naturii Geologie–Geografie*, 30, 29–49.
- Radwanska, U. (1992). Fish otoliths in the Middle Miocene (Badenian) deposits of southern Poland. *Acta Geologica Polonica*, 42 (3–4), 141–328.
- Rafinesque, C., S. (1810). Caratteri di alcuni nuovi generi e nuove specie di animali e piante della sicilia, con varie osservazioni spora i medisimi. *Per le stampe di Sanfilippo: Palermo, Italy*, 1–105.
- Reichenbacher, B. (1993). Mikrofaunen, Paläogeographie und Biostratigraphie der miozänen Brack–und Süßwassermolasse in der westlichen Paratethys unter besonderer Berücksichtigung der Fisch–Otolithen. *Senckenbergiana lethaea*, 73 (2), 277–374.
- Reichenbacher, B. (1998). Fisch – Otolithen aus dem Karpat des Korneuburger Beckens. *Beitr. Paläontol.*, 23, 325 – 345.
- Reichenbacher, B. (2000). Das brackisch–lakustrine Oligozän und Unter–Miozän im Mainzer Becken und Hanauer Becken: Fisch–faunen, Paläoökologie, Biostratigraphie, Paläogeographie. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 222, 1–143.
- Reichenbacher, B., Böhme, M., Heissig, K., Prieto, J. & Kossler, A. (2004). New approach to assess biostratigraphy, palaeoecology and past climate in the South German Molasse Basin during the Early Miocene (Ottangian, Karpatian). *Cour. Forschungsinst. Senckenberg*, 249, 71–89.
- Reichenbacher, B. & Cappelletta, H. (1999). First evidence of an Early Miocene marine teleostean fish fauna (otoliths) from La Paillade (Montpellier, France). *Palaeovertebrata*, 28, 1–46.
- Reichenbacher, B., Gaudant, J. & Griessemmer, W. (2007). A late Burdigalian gobiid fish, *Gobius brevis* (AGASSIZ, 1839), in the Upper Hydrobia Beds in the middle Upper Rhine Graben (W–Germany). *Paläontologische Zeitschrift*, 81(4), 365–375.
- Reichenbacher, B., Gaudant, J. & Sienknecht, U. (2003). The new fossil killifish genus *Aphanolebias* Reichenbacher & Gaudant, 2003 (Teleostei, Cyprinodontiformes) and its fossil record. *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.*, 101, 47–54.
- Reichenbacher, B. & Kowalke, T. (2009). Neogene and present–day zoogeography of killifish (*Aphanius* and *Aphanolebias*) in the Mediterranean and Paratethys areas. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281, 43–56.
- Reichenbacher, B. & Weidmann, M. (1992). Fisch–Otolithen aus der oligo–/miozänen Molasse der West–Schweiz und der Haute–Savoie (Frankreich). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie B (Geologie und Paläontologie)*, 184, 1–83.
- Rögl, F. (1999). Mediterranean and Paratethys. Facts and hypothesis of an Oligocene to Miocene Paleogeography (short overview). *Geologica Carpathica*, 59, 339–349.

- Rögl, F. & Steininger, F. (1983). Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und Paratethys. Die Neogene Paläogeographie und Palinspastik des zirkum-mediterranen raumes. *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 85A, 135–163.
- Rundić, Lj. (2006). Paratetis–80 godina od zvaničnog uvođenja termina u geološku nauku. *Zapisnici Srpskog geološkog društva za 2004. i 2005. godinu*, 19–22.
- Rundić, Lj. (2019). O terminu „Paratetis“ (Laskarev, 1924) i značaju istraživanja neogena u Srbiji. *Srpska akademija nauka i umetnosti, Naučni skupovi 185, Odeljenje za matematiku, fiziku i geonauku* 8, 57-69.
- Rundić, Lj., Vasić, N., Banješević, M., Prelević, A., Gajić, V., Kostić, B. & Stefanović, J. (2019^a). Facies analyses, biostratigraphy and radiometric dating of the Lower-Middle Miocene succession near Zaječar (Dacian basin, eastern Serbia). *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 80(2), 13-37.
- Rundić, Lj., Ganić, M., Knežević, S., Radivojević, D. & Radonjić, M. (2019^c). Stratigraphic implications of the Mio–Pliocene geodynamics in the area of Mt. Avala: new evidence from Torlak Hill and Beli Potok (Belgrade, Serbia). *Geologia Croatica*, 72/2, 109–128.
- Rundić, Lj. & Knežević, S. (2017). The Miocene fossiliferous sites of the Avala Mt. (Belgrade area, Serbia) and their importance. *Bulletin of the Natural History Museum*, 10, 29–41.
- Rundić, Lj., Knežević, S., Ganić, M. & Bradić, K. (2015). Novi podatci o stratigrafiji i tektonici Rakovičkog potoka (miocen okoline Beograda). *Zbornik radova I kongres geologa Bosne i Hercegovine 21–23 oktobar 2015 god.*, 48–49.
- Rundić, Lj., Stefanović, J., Batočanin, N., Gajić, V., Vasić, N. & Ćorić, S. (2019^b). Od mora Paratetis do jezera Panon: biostratigrafija, paleoekologija i paleogeografija miocena u bušotini KC-4, Zapadna Srbija. II Kongres geologa BiH, Laktaši, 01-03.10.2019. Zbornik radova i knjiga sažetaka, 88-90.
- Šajnović, A., Simić, V., Jovančićević, B., Cvetković, O., Dimitrijević, R. & Grubin, N. (2008). Sedimentation History of Neogene Lacustrine sediments of Sušeočka Bela Stena Based on Geochemical Parameters (Valjevo–Mionica Basin, Serbia). *Acta Geologica Sinica* 82, 1201–1212.
- Šajnović, A., Stojanović, K., Jovančićević, B. & Golovko, A. (2009). Geochemical investigation and characterisation of Neogene sediments from Valjevo–Mionica Basin (Serbia). *Environmental Geology*, 56, 1629–1641.
- Salis, K. (1967). Geologische und sedimentologische Untersuchungen in Molasse und Quartär südöstlich Wolhusen (Entlebuch, Kt. Luzern). *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern* 21, 1–106.
- Sant, K., Mandić, O., Rundić, Lj., Kuiper, F., K. & Krijgsman, W. (2018). Age and evolution of the Serbian Lake System: integrated results from middle Miocene Lake Popovac, *Newsletters on Stratigraphy*, 51(1), 117–143.
- Sauvage, H., E. (1880). Nouvelles recherches sur les Poissons fossiles découverts par M. Alby á Licata, en Sicile. *Bibliothèque de l'Ecole des Hautes Etudes, section des sciences naturelles*, 20, 1–50.
- Schubert, R., J. (1902). Die Fischotolithen des österreichisch – ungarischen Tertiärs. I. *Jahrbuch der Kaiserlich – Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, 51, 301–316.
- Schubert, R., J. (1905). Die Fischotolithen des österreichisch – ungarischen Tertiärs. III. *Jahrbuch der Kaiserlich – Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, 55, 613–638.
- Schubert, R., J. (1906). Die Fischotolithen des österreichisch – ungarischen Tertiärs. III. *Jahrbuch der Kaiserlich – Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, 56, 623–706.
- Schubert, R., J. (1912). Die Fischotolithen der ungarischen Tertiärablagerungen. *Mitteilungen aus dem Jahrbuch der Königlichen Ungarischen Geologischen Reichsanstalt*, 20, 115–139.
- Schultz, O. (2013). Catalogus Fossilium Austriae. Band 3 Pisces. Verlag der österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 1–411.

- Schulman, E., G. & Love, M., R. (1999). Advances in Marine Biology. The Biochemical Ecology of Marine Fishes. *Academic press, A Harcourt Science and Technology Company*, 1–361.
- Schwarzahans, W. (1993). A comparative morphological treatise of Recent and fossil otoliths of the family Sciaenidae (Perciformes). *Piscum Catalogus: Part Otolithi Piscum, 1*, 1–245.
- Schwarzahans, W. (2010). The otoliths from the Miocene of the North Sea Basin. *Weikersheim/Leiden: Backhuys/Margraf.*, 1–352.
- Schwarzahans, W. (2014). Otoliths from the middle Miocene (Serrvallian) of the Karaman Basin, Turkey. *Cainozoic Research, 14 (1)*, 35–69.
- Schwarzahans, W. (2017). A review of otoliths collected by W. Weiler from the Badenian of Romania and by B. Strashimirov from Badenian equivalents of Bulgaria. *Cainozoic Research, 17(2)*, 167–191.
- Schwarzahans, W., Bradić, K. & Rundić, Lj. (2015). Fish – otoliths from the marine–brackish water transition from the Middle Miocene of the Belgrade area, Serbia. *Paläontologische Zeitschrift, 89(4)*, 815 – 837.
- Schwarzahans, W., Carnevale, G., Bannikov, F., A., Japundžić, S. & Bradić, K. (2017^a). Otoliths in situ from Sarmatian (Middle Miocene) fishes of the Paratethys. Part I: *Atherina suchovi* Switchenska, 1973. *Swiss J. Palaeontol.*, 136, 7–17.
- Schwarzahans, W., Carnevale, G., Bratishko, A., Japundžić, S. & Bradić, K. (2017^b). Otoliths in situ from Sarmatian fishes of the Paratethys. Part II: Gadidae and Lotidae. *Swiss J. Palaeontol.*, 136, 19–43.
- Schwarzahans, W., Anheld, H., Carnevale, G., Japundžić, S., Bradić, K. & Bratishko, A. (2017^c). Otoliths in situ from Sarmatian (Middle Miocene) fishes of the Paratethys. Part III: tales from the cradle of the Ponto–Caspian gobies. *Swiss J. Palaeontol.*, 136, 45–92.
- Schwarzahans, W., Carnevale, G., Japundžić, S. & Bradić–Milinović, K. (2017^d). Otoliths in situ Sarmatian (Middle Miocene) fishes of the Paratethys. Part IV: Scorpenidae, Labridae and Gobiesocidae. *Swiss J. Palaeontol.*, 136, 93–108.
- Schwarzahans, W., Carnevale, G., Japundžić, S. & Bradić–Milinović, K. (2017^e). Otoliths in situ Sarmatian (Middle Miocene) fishes of the Paratethys. Part V: Botidae and Soleidae. *Swiss J. Palaeontol.*, 136, 109–127.
- Schwarzahans, W. & Prokofiev M., A. (2017). Reappraisal of Syngerops Günther, 1887 with rehabilitation and revision of Parascombrops Alcock, 1889 including description of seven new species and two new genera (Perciformes: Acropomatidae). *Zootaxa 4260(1)*, 1–74.
- Simić, V., Životić, D., Andrić, N. & Rundić, Lj. (2017). Evolution of Neogene Intramontane Basins in Serbia – Field Trip Guide. Émile Argand Conference – 13th Workshop on Alpine Geological Studies September 7th – 18th 2017 Zlatibor Mts. (Serbia). University of Belgrade – Faculty of Mining and Geology, str. 58. ISBN 978–86–7352–321–7, COBISS.SR–ID 243632652.
- Simonović, P. (2001). Ribe Srbije (Fishes of Serbia). NNK International Beograd, Biološki fakultet Univerzitet u Beogradu, Zavod za zaštitu prirode Srbije, 1–343.
- Smale, M., J., Watson, G. & Hecht, T. (1995). Otolith atlas of Southern Africa marine fishes. *Ichthyol. Monogr. J. L. B. Smith Inst. Ichthyol.*, 1, 1–253.
- Smigielska, T. (1966). Otolity Ryb z Tortonu Poludniowej Polski. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego – Annales de la Societé geologique de Pologne, 36(3)*, 205–275.
- Smigielska, T. (1973). Fish otoliths from the Lower Tortonian deposits at Niskowa near Nowy Sacz. *Ann. Soc. Géol. Pologne, 43*, 1 – 40.
- Smigielska, T. (1974). Fish otoliths from the Lower Tortonian of Niskowa near Nowy Sacz as paleoecological indicators. *Odbitka ze sprawozdan z posiedzen komisji oddzialu PAN v Krakowie, 17(1)*, 187–188.
- Spajić–Miletić, O. (1953). O geološkim promatranjima u neogenim terenima Moravskog basena. *Glasnik SAN 5(1)*, 9–68.
- Spajić–Miletić, O. (1955). Prilog za poznavanje srednjeg miocena kod sela Leskovac nedaleko od Petrovca na Mlavi. *Zbornik radova Geološkog instituta Jovan Žujović, 8*, 145–148.

- Spajić–Miletić, O. (1959). Sarmat i panon između unutrašnjeg karpatskog pojasa Velike Morave i Resave, *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 26, 55–114.
- Spajić–Miletić, O. (1962). Miocen između Svilajнца i Beograda, *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 29, 19–26.
- Spajić–Miletić, O. (1969). Biostratigrafija gornjeg miocena Srbije. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 34, 11–19.
- Stefanović, J., Batočanin, N., Gajić, V., Vasić, N. & Rundić, Lj. (2019). Biostratigraphy and facial analysis of the Miocene succession from the borehole KC–4 (Koceljeva, western Serbia). *NCSEE 2019, 8th International Workshop on Neogene of Central and South–Eastern Europe, 27th–31th May 2019, Checiny, Poland*, 77–78.
- Steininger, F., F. & Wessely, G. (2000). From the Tethyan Ocean to the Paratethys Sea: Oligocene to Neogene Stratigraphy, Paleogeography and Paleobiogeography of the circum–Mediterranean region and the Oligocene to Neogene Basin evolution in Austria. *Mitt. Osterr. Geol. Ges.* 92, 95–116.
- Steurbaut, F. (1984). Les Otolithes de Téléostéens de l’Oligo–Miocène d’Aquitaine (Sud – Ouest de la France). *Palaeontographica (A)* 186, 1–162.
- Stevanović, P. (1941). Prilog za poznavanje pontskog kata (Gornjo–kongeriskih) slojeva u Srbiji i Sremu. *Muzej Srpske zemlje. Posebna izdanja* 22, 1–30.
- Stevanović, P. (1949). Prilozi za stratigrafiju miocenskih naslaga u zapadnoj Srbiji i Šumadiji. *Glasnik prirodnjačkog muzeja Srpske zemlje, A(2)*, 9–37.
- Stevanović, P. (1951). Donji miocen Srbije i susednih oblasti. *Srpska akademija nauka i umetnosti. Specijalno izdanje* 2, 1–361.
- Stevanović, P. (1953). Tortonsko–sarmatske naslage na prostoru gornje Tamnave i Posavo–Tamnavske vododelnice. *Glasnik SAN*, 5(1), 6–65.
- Stevanović, P. (1955). Prinove za poznavanje kaspibrakične facije portaferskog potkata (gornji pont) u Srbiji. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 23, 45–58.
- Stevanović, P. (1957). Prinove za stratigrafiju i tektoniku neogena na teritoriji Beograda. *Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1957. god.*, 7–19.
- Stevanović, P. (1958). Biostratigrafska analiza tortonske faune tamnavskog kraja u Zapadnoj Srbiji. *Glas SAN*, 235, *Odeljenje prirodno–matematičkih nauka, knjiga 17*, 25–38.
- Stevanović, P. (1959^a). Foslina jaja u miocenu Brajkovca kod Ljiga i bliži stratigrafski položaj nalazišta. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 26, 153–163.
- Stevanović, P. (1959^b). Biostratigrafska analiza tortonske faune tamnavskog kraja u zapadnoj Srbiji. *Glas SAN*, 235, *Odeljenje prirodno–matematičkih nauka, knjiga 17*, 1–17
- Stevanović, P. (1961). Izveštaj o odredbi faune zapadnog dela kolubarskog basena. *Fond stručne dokumentacije, Zavod za geološka i geofizička istraživanja*.
- Stevanović, P. (1967). Geološki pregled Karpato–Balkanida Jugoslavije–Tercijar. *VIII Kongres KBGA*, 1–25.
- Stevanović, P. (1970). Paleogeografsko–ekološke prinove iz tortona okoline Beograda. *Glas SANU*, 278, *odelj. prir. mat. nauka*, 33.
- Stevanović, P. (1977). Valjevski basen. *Geologija Srbije*, II–3, Ed: Kosta Petković; *Stratigrafija–kenozoik*, 261–262.
- Stevanović, P. & Mihajlović, Đ. (1981). Orešac on Danube, near Grocka (old locality). In: *Excursion guide, Marine and Brackish Neogene of Serbia, Field meeting. (Fed. Geol. Surv.), Yugoslav. Working Group IGCP Project 25*, 6–7.
- Strashimirov, B. (1972). Otolity ot tarkhana na severoistochna Bulgaria. *Annuaire del’Ecole Supérieure des Mines et de Geologie, Sofia* 18(2), 301–313.
- Strashimirov, B. (1980). Otolithes du Tchokrakien de la Bulgarie nordorientale. *Geologica Balcanica* 10(2), 61–70.

- Strashimirov, B. (1985). Otolity ot gornia sarmat na Severozapadna Bulgaria. *Ann. Highest Inst. Min. Geol.*, 31, 21–36.
- Suzin, A. V. (1968). Otoliths. In B. Zhizhchenko (Ed.). *Micropaleontologicheskie metody stratigraficheskikh postroeniy v nefteggazonosnyh oblastiah*, Moskow: Nedra Press, 74–77.
- Switchenska, A., A. (1980). Otryad Mugiliformes. In: Novitskaya, L. I. (ed.): *Iskopaemye kostistye ryby SSSR. Trudy Paleontologičeskogo Instituta Akademii Nauk SSSR*, 178C, 104–114.
- Switchenska, A., A. (1973). Fossil mugiliforms of the USSR. *Trudy Paleontologičeskogo Instituta Akademii Nauk SSSR*, 138, 1–64.
- Takaomi, A., Olji, M. & Hirata, T. (2007). Trace Metal Deposition in Teleost Fish Otolith as an Environmental Indicator. *Water Air Soil Pollut*, 179, 255–263.
- Tari, G., Dövényi, P., Dunkl, I., Horváth, F., Lenkey, L., Stefanescu, M., Szafián, P. & Tóth, T. (1999). Lithospheric structure of the Pannonian basin derived from seismic, gravity and geothermal data. In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F., Serrane, M. (Eds.). *The Mediterranean Basins: extension within the Alpine Orogen: Geol. Soc. London Spec. Publ.*, 156, 215–250.
- Thacker, C., E. & Roje, D., M. (2011). Phylogeny of Gobiidae and identification of gobiid lineages. *Systematics and Biodiversity*, 9, 329–347.
- Tuset, M., V., Lombarte, A. & Assis, A., C. (2008). Otolith atlas for the western Mediteranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72 S1, 7–198.
- Utescher, T., Djordjević–Milutinović, D., Bruch, A. & Mosbrugger, V. (2007). Paleoclimate and vegetation change in Serbia during the last 30 Ma. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 253, 141–152.
- Fedotov, V. F. (1971). Novyi iskopaemyi rod semeistva treskovych. *Paleontologicheskii Zhurnal*, 3, 121–124.
- Fedotov, V. F. (1976). Gadidae of the Palaeogene – Neogene from the USSR. *Trudy Paleontologicheskogo Instituta*, 157, 1–84.
- Fodor, L., Csontos, L., Bada, G., Györfi, I. & Benkovics, L. (1999). Tertiary tectonic evolution of the Pannonian basin system and neighbouring orogens: a new synthesis of paleostress data. In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F., Seranne, M., (Eds.). *The Mediterranean basins: tertiary extension within the Alpine orogen: Geol. Soc. of London Spec. Publ.*, 156, The Geological Society London, 295–334.
- Harzhauser, M. & Piller W. (2004). Integrated stratigraphy of the Sarmatian (Upper Middle Miocene) in the western Central Paratethys. *Stratigraphy*, 1(1), 1–22.
- Helfman, S., G., Collette, B., B., Facey, E., D. & Bowen, W., B. (2009). *The Diversity of fishes. Biology, Evolution and Ecology* (second edition). *Wiley–Blackwell, A John Wiley and Sons, Ltd., Publication*, 1–738.
- Hulet, W., H., Masel, S., J., Jodrey, L., H. & Wehr, R., G. (1967). The role of calcium in the survival of marine teleosts in dilute sea water. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean*, 17, 677–688.
- Hoedemakes, K. & Battlori, J. (2005), Fish otoliths from the Early and Middle Miocene of the Penedes (Catalunya, Spain). *Batalleria*, 12, 105–134.
- Holec, P. (1975). Fisch – Otolithen aus dem Baden (Miozän) des nördlichen Teils des Wiener Beckens und der Donau – Tiefebene. *Geologica Carpatica* 26 (2), 253–266.
- Cuvier, G. (1816). Le Règne Animal distribué d’après son organisation pour servis de base á l’histoire naturelle des animaux et d’introduction á l’anatomie comparée. *Les reptiles, les poissons, les mollusques et les annélides*, 1–532.
- Cziczter, I., Magyar, I., Pipik, R., Böhme, M., Čorić, S., Bakrač, K., Sütó–Szentai, M., Lantos, M., Babinszki, E. & Müller, P. (2008). Life in the sublitoral zone of long-lived Lake Pannon: paleontological analysis of the Upper Miocene Szák Formation, Hungary. *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch.)*, 98, 1741–1766.
- Čučilović, M. & Džodžo–Tomić, R. (1960). Neki novi podatci o razviću tercijara u Despotovačkom ugljenom basenu. *Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja*, 18, 95–103.

- Weinfurter, E. (1954). Pisces. In: Papp, A. & E. Thenius: Vösendorfein Lebensbild aus dem Pannon des Wiener Beckens.– Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, 46/1963.
- Weiler, W. (1942). Die Otolithen des rheinischen und nordwestdeutschen Tertiärs. *Abhandlungen des reichsamts für Boden-forschung* 206, 1–140.
- Weiler, W. (1943). Die Otolithen aus dem Jungtertiär Süd–Rumäniens; 1. Buglow und Sarmat. *Senckenbergiana lethaea*, 26, 87–115.
- Weiler, W. (1949). Die Otolithen aus dem Jung–Tertiär Süd–Rumäniens; 1b. Ergänzende Tafeln zu den Otolithen des Buglow und Sarmat. *Senckenbergiana lethaea*, 30, 291–293.
- Weiler, W. (1950). Die Otolithen aus dem Jung–Tertiär Süd–Rumäniens; 2. Mittel–Miozän, Torton, Buglow und Sarmat. *Senckenbergiana lethaea*, 31, 209–258.
- Weiler, W. (1961). Die ersten Skelettfunde von *Gobius francofurtanus* KOKEN (klasse Pisces) in den Corbicula–Schichten bei Hainstadt am Main. *Jahresberichte der Wetterauischen Gesellschaft für die Gesamte Naturkunde zu Hanau*, 113/114, 85–88.
- Weiler, W. (1963). Die Fischfauna des Tertiärs im oberrheinischen Graben, des Mainzer Beckens, des unteren Maintales und des Wetterau, unter besonderer Berücksichtigung des Untermiozäns. *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturschenden Gesellschaft*, 504, 1–75.
- Whitley, G., P. (1950). New fish names. *Proc. R. Zool. Soc. N. S. W. for 1948–49*, 44.
- Wootton, J., R. (1996). Fish Ecology. *Department of Biological Sciences University College of Wales Aberystwyth*, 1–218.

Биографија кандидата

Катарина Брадић Милиновић, рођена 2. новембра 1990. године у Ваљеву. Основну и средњу школу завршила у Ваљеву, где је стекла звање Ветеринарски техничар у средњој „Пољопривредној школи Ваљево“. Основне академске студије на Рударско-геолошком факултету у Београду уписала 2009. године на смеру геологија, дипломирала 2012. године на тему: „*Еволуција риба*“ (ментор: проф. др Катарина Богићевић). Исте године уписује мастер академске студије, мастер рад бранила 2014. на тему „*Средње миоценски отолити шире околине Београда*“ (ментор: проф. др Невенка Ђерић). Докторске академске студије уписује 2014 године.

2011. Учествовала на Фестивалу наука у Београду. У периоду од 2011-2014. волонтирала у Музеју Департмана за палеонтологију. У Природњачком музеју у Београду била волонтер у периоду од 2014. до 2015. године. У децембру 2015. била на размени студената у Брну (Чешка Република) у трајању од месец дана на Masaryk Универзитету. Током боравка проучавала збирку отолита и уско сарађивала са проф. др Rostislav Vrzobohaty. Од новембра 2017. запослена у Геолошком заводу Србије у Сектору за регионалну геологију у Групи за Палеонтологију.

Објављени радови:

Категорија M22:

Schwarzahns, W., **Bradić, K.** & Rundić, Lj. (2015). Fish – otoliths from the marine–brackish water transition from the Middle Miocene of the Belgrade area, Serbia. *Paläontologische Zeitschrift*, 89(4), 815 – 837.

Категорија M23:

Bradić–Milinović, K., Ahnelt, H., Rundić, Lj. & Schwarzahns, W. (2019). The lost fresh water goby fish fauna (Teleostei, Gobiidae) from the early Miocene of Klinči (Serbia). *Swiss Journal of Palaeontology*, 138, 285–315.

Schwarzahns, W., Carnevale, G., Bannikov, F., A., Japundžić, S. & **Bradić, K.** (2017). Otoliths in situ from Sarmatian (Middle Miocene) fishes of the Paratethys. Part I: *Atherina suchovi* Switchenska, 1973. *Swiss J. Palaeontol.*, 136, 7–17.

Schwarzahns, W., Carnevale, G., Bratishko, A., Japundžić, S. & **Bradić, K.** (2017). Otoliths in situ from Sarmatian fishes of the Paratethys. Part II: Gadidae and Lotidae. *Swiss J. Palaeontol.*, 136, 19–43.

Schwarzahns, W., Ahnelt, H., Carnevale, G., Japundžić, S., **Bradić, K.** & Bratishko, A. (2017). Otoliths in situ from Sarmatian (Middle Miocene) fishes of the Paratethys. Part III: tales from the cradle of the Ponto–Caspian gobies. *Swiss J. Palaeontol.*, 136, 45–92.

Schwarzahns, W., Carnevale, G., Japundžić, S. & **Bradić–Milinović, K.** (2017) Otoliths in situ Sarmatian (Middle Miocene) fishes of the Paratethys. Part IV: Scorpenidae, Labridae and Gobioidae. *Swiss J. Palaeontol.*, 136, 93–108.

Schwarzahns, W., Carnevale, G., Japundžić, S. & **Bradić–Milinović, K.** (2017) Otoliths in situ Sarmatian (Middle Miocene) fishes of the Paratethys. Part V: Botidae and Soleidae. *Swiss J. Palaeontol.*, 136, 109–127.

Ganić, M., Radović, P., Rundić, Lj., **Bradić, K.** & Knežević, S. (2016). Traces of drilling predation in the Upper Badenian (Middle Miocene) molluscs from the Rakovica stream (Belgrade). *Geologia Carpatica*, 69 (2), 205–212.

Категорија M24:

Radović, P. & **Bradić–Milinović, K.** (2018). A new elephantoid dental specimen from the Miocene of Kruševac Basin in Central Serbia. *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, 79(2), 1-10.

Категорија M34:

Bradić–Milinović, K., Ahnelt, H., Rundić, Lj. & Schwarzahns, W. (2019). Freshwater gobies (Teleostei, Gobiidae) from the early Miocene of Klinči (Serbia), with otoliths *in situ*. *NCSEE 2019, 8th International Workshop on Neogene of Central and South–Eastern Europe, 27th–31st May 2019, Checiny, Poland*, 29–31.

Bradić, K., Schwarzahns, W., Rundić, Lj., (2015). Middle Miocene otoliths from the Belgrade city area: Taxonomy, systematics and paleoecological significance. Skup povodom 100 godina od rođenja Vande Kochansky/Devide, Zagreb 9-11 April 2015.

Bradić, K., Rundić, Lj. & Ganić, M., (2015). Badenian-Sarmatian otoliths from the Rakovica stream (Miocene of Belgrade city area). I kongres geologa Bosne i Hercegovine 21-23 oktobar 2015 god., 41.

Rundić, Lj., Knežević, S., Ganić, M. & **Bradić, K.** (2015). Novi podaci o stratigrafiji i tektonici rakovičkog potoka (miocen okoline Beograda). I kongres geologa Bosne i Hercegovine 21-23 oktobar 2015 god., 48-50.

Kategorija M64:

Bradić–Milinović, K., Rundić, Lj. & Bojić, Z. (2018). A contribution for stratigraphy of the Miocene of Vračević (Valjevo–Mionica Basin). *Proceedings of XVII Congress of the geologists of Serbia,1*, 110–114.

Bradić, K., Ganić, M. & Rundić, Lj., (2015) Middle Miocene otoliths from the vicinity of Belgrade. Geology at different scales 25-28th August 2015, Belgrade, (poster).

Ganić, M., **Bradić, K.,** Vlastić, S., Knežević, S. & Rundić, Lj. (2014). Badenski mekušci Rakovičkog potoka (Beograd). *Proceedings of XVI Congress of the geologists of Serbia,1*, 192–196.

11 Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: Катарина Брадић-Милиновић

Број индекса г803/14

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

МИОЦЕНСКИ ОТОЛИТИ ЈУЖНОГ ОБОДА ПАНОНСКОГ БАСЕНА

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, _____

12 Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора _____ Катарина Брадић-Миљиновић _____

Број индекса _____ г803/14 _____

Студијски програм _____ Геологија _____

Наслов рада _____ Миоценски отолити јужног обода Панонског басена _____

Ментор _____ Проф. др Невенка Ђерић _____

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

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

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

Потпис аутора

У Београду, _____

13 Изјава о коришћењу

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

Миоценски отолити јужног обода Панонског басена

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

③ Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, _____

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.