

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Pépins. Balk.	59	1	203-223	Београд, децембар 1995 Belgrade, Decembre 1995
--	----	---	---------	---

УДК 551.7.022.2:551.781.13(497.11)

Оригинални научни рад

МИКРОФАУНА БАДЕНА И САРМАТА ИЗ БУШОТИНА Б-1 И Б-2 (ОКОЛИНА БЕОГРАДА)

ОД

Љупка М. Рундића* и Саше М. Митровића*

У раду је приказана микрофауна (фораминифере и остракоде) баденског и сарматског ката из бушотина Б-1 и Б-2. Идентификовано је укупно 26 фораминиферских и 45 остракодских врста. Баденски кат је представљен биостратиграфском зоном *Ammonia beccarii*. Сарматски кат је подељен на три зоне: зону крупних *Elphidium*-а, зону *Elphidium hauerinum* и зону *Porosonion granosum*. Осим биостратиграфских рашчлањавања, изведене су одређене палеогеографске и палеоеколошке реконструкције.

Кључне речи: микрофауна, баден, сармат, биостратиграфија, палеогеографија, палеоекологија.

УВОД

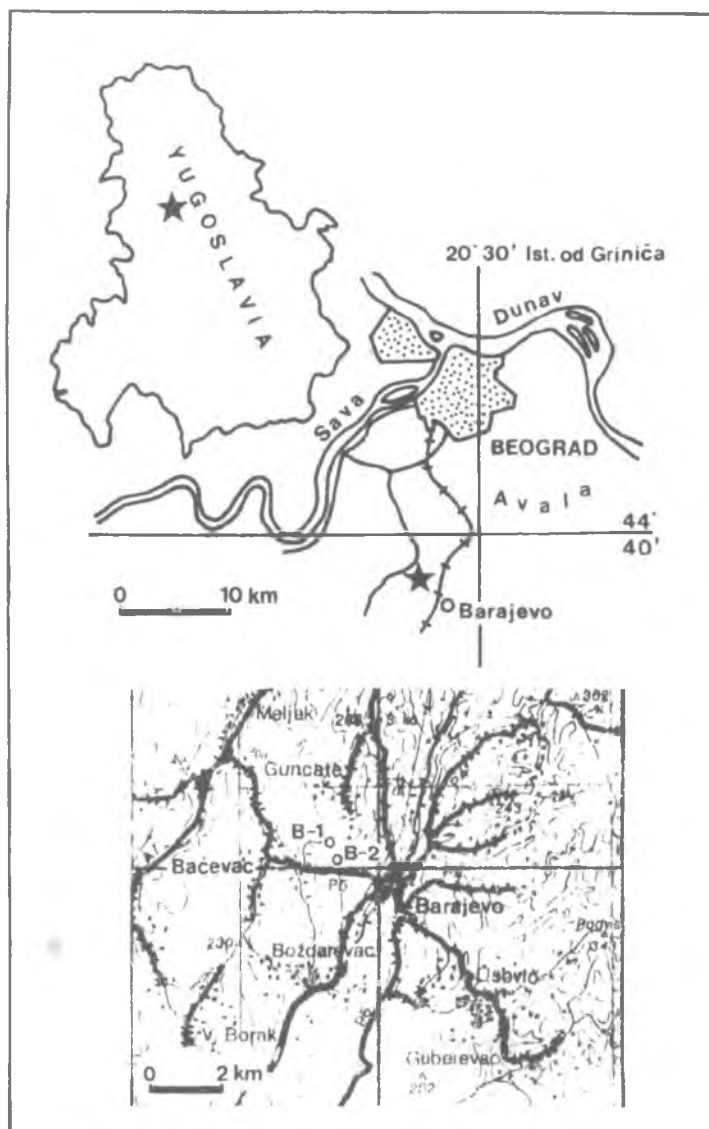
У долини Баћевачке реке, код села Баћевац, за потребе хидрогеолошких истраживања изведене су бушотине Б-1 и Б-2 (сл. 1). Том приликом откривени су седименти баденског и сарматског ката. Коришћене су методе језгровања узорака и методе испирања. Микрофосилна асоцијација приказана је збирно а не за сваку пробу појединачно. На основу тога, изведени су одређени биостратиграфски, палеогеографски и палеоеколошки закључци.

ИСТОРИЈАТ ИСТРАЖИВАЊА

У околини Београда баденске и сарматске седименте проучавали су бројни аутори, како са површинских изданака тако и из истражних бушотина. Том приликом анализирали су стратиграфске и биостратиграфске карактеристике на основу макро и микрофауне. Нарочито су значајни радови у којима се врше детаљна биостратиграфска зонирања баденских и сарматских наслага на основу микрофауне фораминифера и остракода (Томић–

* Институт за регионалну геологију и палеонтологију Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду, Каменичка 6, Београд.

–Џоџо, 1953; Џоџо–Томић, 1958; Петровић, 1962, 1970, 1971, 1985, 1987;



Сл. 1. Географска скица истраживаног терена и локације истражних бушотина.

Fig. 1. Physical setting of the study area and exploratory borehole sites.

Џоџо–Томић, 1973; Спајић и Џоџо–Томић, 1973; Крстић, 1977, 1978, 1989; Петровић и Шумар, 1990; Митровић и Рундић, 1991; Крстић и Митровић, 1993). Због свог географског положаја, испитивање бушотине

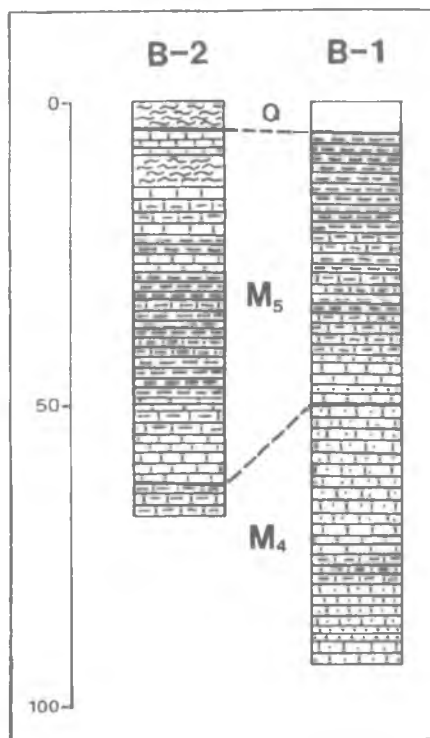
могу се везати и за Колубарски басен. Из тог разлога су занимљиви и радови, који се одиоше на поменуте стратиграфске нивое, а односе се на шире просторе Колубарског басена (Гагић, 1967, 1968, 1973/74, 1974, 1990; Спајић и др., 1986; Петровић и др., 1987; Петровић и Митровић, 1990). У радовима Спајић и др. (1986) и Петровић и др. (1987) помињу се и бушотине Б-1 и Б-2, али ису детаљно биостратиграфски обрађене.

СТРАТИГРАФСКИ ПРИКАЗ

У бушотини Б-1 творевине баденског ката утврђене су на дубини 93,00–55,00 m. Ови седименти леже преко горњекредног палеорељефа, а у подини доњосарматских наслага. Баден је представљен ланоровито–песковитим кречњацима и пешчарима (сл. 2). У овим седиментима нађена је макрофауна мекушаца: *Pecten* sp., *Venus* sp., *Arca* sp., *Cardium* sp., *Hydrobia* sp.; и бризоа (одредба Стевановић П.). Заједница микрофауне представљена је фораминиферама: *Ammonia beccarii* (Linné), *A. tepida* (Cushman), *A. inflata* (Seguenza), *Elphidium crispum* (Linné), *El. macellum* (Fichtel & Moll), *El. rugosum* (d'Orbigny), *El. flexosum* (d'Orbigny), *El. aculeatum* (d'Orbigny), *El. obtusum* (d'Orbigny), *El. cf. reginum* (d'Orbigny), *Borelis mello* (Fichtel & Moll), *B. rotella* (d'Orbigny), *Dendritina haueri* (Linné), *Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll), *Quinqueloculina akneriana* d'Orbigny, *Porosonion granosum* (d'Orbigny), *Astigerinata planorbis* (d'Orbigny), *Globulina gibba* d'Orbigny, *Pararotalia cf. stellata* (Reuss), *Discorbis obtusum* (d'Orbigny), *Dendritina* sp., *Peneroplis* sp., *Spirolina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp., *Textularia* sp.; остракодама: *Bairdia subdeltoidea* (Münster), *Bairdia* sp., *Cytherella* sp., *Senesia cinctella* (Reuss), *Senesia* sp., *Tenedocythere sulcatopunctata* (Reuss), *Phlyctenophora* sp., *P. cf. farkasi* (Zalanyi), *Urocythereis kostelensis* (Reuss), *U. seminulum* (Seguenza), *Aurila haueri* (Reuss), *A. cicatricosa* (Reuss), *Aurila* sp., *Eocythero- pteron inflatum* Schneider, *Pokornyiella deformis* (Reuss), *Cytheridea cf. arcuata* Jiriček, *C. cf. zahorica* Jiriček, *Cytheretta punctata* Brestenska, *Cytheretta* sp., *Parakrithe crystallina* (Reuss), *Parakrithe* sp., *Xestoleberis* sp., *Callistocythere canaliculata* (Reuss). Појединачно се налазе и представници отолита: *Gadus* sp., *Symbolophorus* sp., *Gobius* sp. i *Clupea* sp..

Седименти сарматског ката откривени су на дубини 50,00–5,00 m. У ланорцима и ланоровитим кречњацима са прослојцима пешчара (сл. 2) нађена је богата фораминиферска микрофауна: *Elphidium hauerinum* (d'Orbigny), *El. macellum* (Fichtel & Moll), *El. flexosum* (d'Orbigny), *El. aculeatum* (d'Orbigny), *El. fichtelianum* (d'Orbigny), *El. obtusum* (d'Orbigny), *El. advenum* (Cushman), *El. cf. reginum* (d'Orbigny), *El. cf. minutum* (Reuss), *Porosonion granosum* (d'Orbigny), *Florilus bogdanowiczi* (Voloshinova), *Dendritina hauerii* (Linné), *Borelis mello* (Fichtel & Moll), *Ammonia beccarii* (Linné), *A. cf. tepida* (Cushman), *A. cf. inflata* (Seguenza), *Fursenkoina acuta* (d'Orbigny), *Nonion* sp., *Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp. Од остракода присутни су следећи облици: *Aurila notata* (Reuss), *A. cf. notata* (Reuss), *A. merita* (Zalanyi), *Hemicytheria*

lorentheyi sarmatica Jiriček, *H. omphalodes* (Reuss), *Loxoconcha* cf. *fragilis* (Stancheva), *L. kochi* (Mehes), *Heterocythereis mehesi* (Zalanyi), *Leptocythere tenuis* (Reuss), *Xestoleberis glaberescense* (Reuss), *X. sera* (Zalanyi), *Bythocypris* sp., *Cytheridea hungarica* (Zalanyi), *Cyamocytheridea leptostigma leptostigma* (Reuss), *Cyprideis* ? sp., *Senesia vadaszi* (Zalanyi). Ретко се срећу представници отолита тина *Gobius telleri* Schubert, *Gobius* sp. 1., *Gobius* sp. 2., и *Prolebias* sp.



Сл. 2. Упоредни литостратиграфски профили истражних бушотина.

Fig. 2. Comparative lithostratigraphic sections of boreholes.

У бушотини Б-2 у долини Баћевачке реке, лапоровити кречњаци и кречњаци бадена (сл. 2) утврђени су на дубини 68,00–62,00 m. Конкордантно преко творевина бадена, као и у бушотини Б-1, леже кречњаци доњег сармата. Из ових седимената одређена је фораминиферска микрофауна представљена врстама: *Ammonia beccarii* (Linné), *A. inflata* (Seguenza), *Elphidium crispum* (Linné), *El. macellum* (Fichtel & Moll), *El. aculeatum* (d'Orbigny), *El. flexosum* (d'Orbigny), *El. cf. haurinum* (d'Orbigny), *Borelis mello* (Fichtel & Moll), *B. rotella* (d'Orbigny), *Quinqueloculina akneriana* d'Orbigny, *Dendritina haueri* (Linné), *Spirolina austriaca* d'Orbigny, *Porosononion granosum* (d'Orbigny), *Florilus bogdanowiczii* (Voloshinova), *Globulina gibba* d'Orbigny, *Dendritina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp., *Nodobaculariella* sp. Од остракода од-

ређени су: *Cytherella* sp., *Loxoconcha punctatella* (Reuss), *Leptocythere* cf. *tenuis* (Reuss), *Quadricythere* sp., *Aurila haueri* (Reuss), *Tenedocythere sulcatopunctata* (Reuss), *Pokornyiella deformis* (Reuss), *Xestoleberis* sp..

У интервалу 62,00–4,50 m налазе се лапорци и лапоровити кречњаци доњег сармата (сл. 2). Заједница фораминифера представљена је врстама: *Elphidium hauerinum* (d'Orbigny), *El. macellum* (Fichtel & Moll), *El. flexosum* (d'Orbigny), *El. aculeatum* (d'Orbigny), *El. fichtelianum* (d'Orbigny), *El. obtusum* (d'Orbigny), *El. cf. reginum* (d'Orbigny), *El. cf. advenum* (Cushman), *Porosononion granosum* (d'Orbigny), *Florilus bogdanowiczi* (Voloshinova), *Ammonia* ex. gr. *beccarii* (Linné), *A. tepida* (Cushman), *Quinqueloculina* sp. и *Triloculina* sp. Остракоде су бројне и релативно разноврсне: *Heterocythereis mehesi* (Zalanyi), *Leptocythere* sp. 1., *Leptocythere* sp. 2., *Xestoleberis* cf. *glabrescense* (Reuss), *Miocyprideis* ? sp., *Senesia vadaszi* (Zalanyi), *Loxoconcha porosa* (Mehes), *Aurila* cf. *notata* (Reuss), *Aurila merita* (Zalanyi).

БИОСТРАТИГРАФСКА ЗОИРАЊА

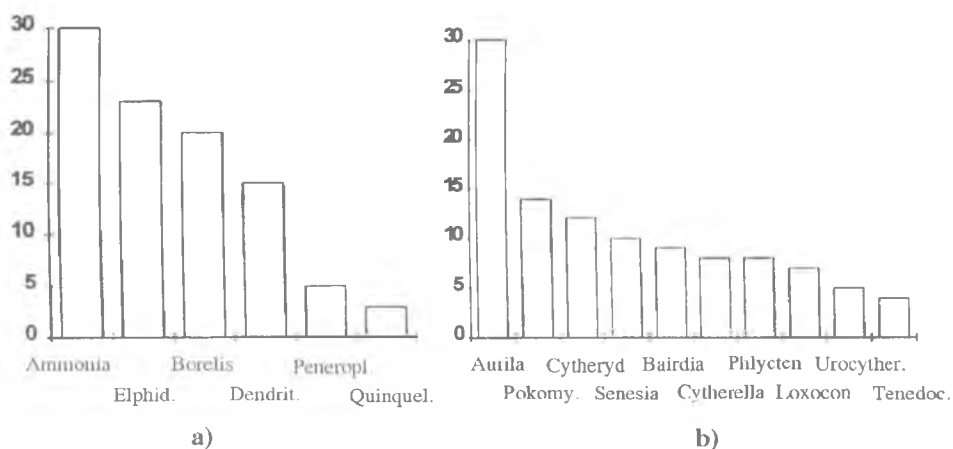
На основу напред утврђеног и обрађеног фосилног материјала, седименти баденског и сарматског ката у проучаваним бушотинама, подељени су у 4 биоzone. У оквиру баденског ката издвојена је зона *Ammonia beccarii* (Papp et al., 1978), а у сармату зона крупних *Elphidium*-а, зона *Elphidium hauerinum* и зона *Porosononion granosum* (Papp et al., 1974).

Зона *Ammonia beccarii*

У бушотици Б-1 седименти горњег дела бадена откривени су на дубини 87,00–50,00 m. Из лапоровито-песковитних кречњака и пешчара одређена је богата и разноврсна заједница фораминифера зоне *Ammonia beccarii* (Таб. 1, сл. 1). У њој је најзаступљенија зонска врста *Ammonia beccarii*, у асоцијацији са елфидиумима (*Elphidium crispum*, *El. macellum*, *El. flexosum*, *El. rugosum*, *El. aculeatum*, *El. fichtelianum*, *El. obtusum*, *El. cf. reginum*), затим борелнсима (*Borelis melo*, *B. rotella*), квнкулелинама (*Quinqueloculina akneriana*, *Qu.* sp.), поросононионима (*Porosononion* cf. *granosum*), дендритинама (*Dendritina haueri*, *Dendritina* sp.), пенероплисима (*Peneroplis planatus*, *Peneroplis* sp.) и амоијама (*Ammonia tepida*, *A. inflata*). Појединачно се јављају облици: *Globulina gibba*, *Astigerinata planorbis*, *Discorbis obtusum*, *Pararotalia* cf. *stellata*, *Spirolina* sp. На дубинама 65,00–60,00 m врсте *Borelis melo*, су нешто бројније од облика *Ammonia beccarii*. У поменутом интервалу остракоде су доста бројне и разноврсне и не би се могло рећи да нека врста доминира. Ипак, више од осталих срећу се представници аурила (*Aurila haueri*, *A. cicatricosa*). Запажа се веће присуство форми са пунктираном и јаком љуштуром (*Tenedocythere*, *Aurila*, *Urocythereis*) него облика са глатком површином (*Parakrithe* sp.).

У бушотици Б-2 лапоровити кречњаци и кречњаци зоне *Ammonia beccarii* утврђени су на дубини 68,00–62,00 m. У асоцијацији ове зоне (Таб. 2, сл. 1)

такође су најбројнији облици зонске врсте *Ammonia beccarii*. Пратећа фораминиферска микрофауна је представљена врстама: *Elphidium crispum*, *El. macellum*, *El. flexosum*, *El. aculeatum*, *El. cf. hauerinum*, *Borelis melo*, *B. rotela*, *Ammonia cf. inflata*, *Quinqueloculina cf. akneriana*, *Quinqueloculina* sp., *Dendritina haueri*, *Florilus bogdanowiczi*, *Porosononion cf. granosum*, *Spirolina austriaca*, *Globulina gibba*, *Triloculina* sp., *Nodobaculariella* sp. Од остракода, овде су више заступљене врсте *Aurila haueri*, *Pokornyiella deformis* и *Tenedocythere sulcatopunctata*.



Сл. 3. Приказ дистрибуције баденске заједнице фораминифера (А) и остракода (Б).

Fig. 3. Distribution of Badenian communities of Foraminifera (A) and Ostracoda (B).

Зона крупних *Elphidium*-а

Бушотина Б-1 је открила лапоровите кречњаке са прослојцима пешчара ове зоне на дубини 50,00–35,00 m. У асоцијацији ове зоне (Таб. 1, сл. 2) су најзаступљенији елфидиуми представљени врстама: *Elphidium aculeatum*, *El. fichtelianum*, *El. flexosum*, *El. macellum*, *El. obtusum*, *El. hauerinum*, *El. advenum*, *El. cf. reginum*, *El. cf. minutum*, затим *Porosononion granosum*, *Ammonia tepida*, *A. cf. inflata*, *Florilus bogdanowiczi*, *Quinqueloculina* sp., *Nonion* sp.

Бушотина Б-2 прошла је кроз лапоровите кречњаке на дубини 62,00–47,00 m, који у биостратиграфском смислу одговарају зони крупних *Elphidium*-а. У микрофосилној асоцијацији (Таб. 2, сл. 2), и овде су најзаступљенији елфидиуми: *Elphidium aculeatum*, *El. fichtelianum*, *El. flexosum*, *El. obtusum*, *El. macellum*, *El. hauerinum*, *El. cf. advenum*, *Porosononion granosum*, *Ammonia beccarii*, *A. tepida*, *Borelis melo*, *Quinqueloculina cf. akneriana*, *Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp. Код остракода доминирају представници локсоконха и аурила (*Loxoconcha porosa*, *Aurila cf. notata*, *Heterocythereis mehesi*) док су значајније присутни и ксестолебериси (*Xestoleberis tumida*, *X. glaberescense*).

З о н а *Elphidium hauerinum*

Зона *Elphidium hauerinum*, у бушотини Б-1 утврђена је у сивим ланорцима и лапоровитим кречњацима са дубине 35,00–15,00 m. У наведеном интервалу такође доминира зонска врста *Elphidium hauerinum* (Таб. 1, сл. 3), у заједници са другим елфидиумима: *Elphidium macellum*, *El. aculeatum*, *El. fichtelianum*, *El. cf. advenum*. У овој асоцијацији јављају се и врло ретко врсте *Porosonion granosum*, *Dendritina haueri*, *Borelis melo*, *Ammonia beccarii*, *Florilus bogdanowiczii*, *Dendritina* sp., *Quinqueloculina* sp. *Triloculina* sp. Од остракода, доминирају представници аурила, локсокоиха и ксестолебериса (*Aurila merita*, *A. cf. notata*, *Loxoconcha kochi*, *L. fragilis*, *Xestoleberis glaberescense*).

Бушотина Б-2 прошла је кроз лапорце и лапоровите кречњаке зоне *Elphidium hauerinum* на дубини 47,00–25,00 m. У заједници фораминифера ове зоне (Таб. 2, сл. 3), најбројније су индивидуе зонске врсте *Elphidium hauerinum*, док су *Elphidium macellum*, *El. aculeatum*, *El. fichtelianum*, *El. obtusum*, *Porosonion granosum* и *Ammonia beccarii*, *A. cf. tepida*, *A. cf. inflata*, *Florilus bogdanowiczii*, знатио ређе. Остракоде су заступљене са једноличном заједницом у којој доминирају представници рода аурила (*Aurila cf. notata*, *A. sp.*) и ксестолеберис (*Xestoleberis cf. glaberescense*).

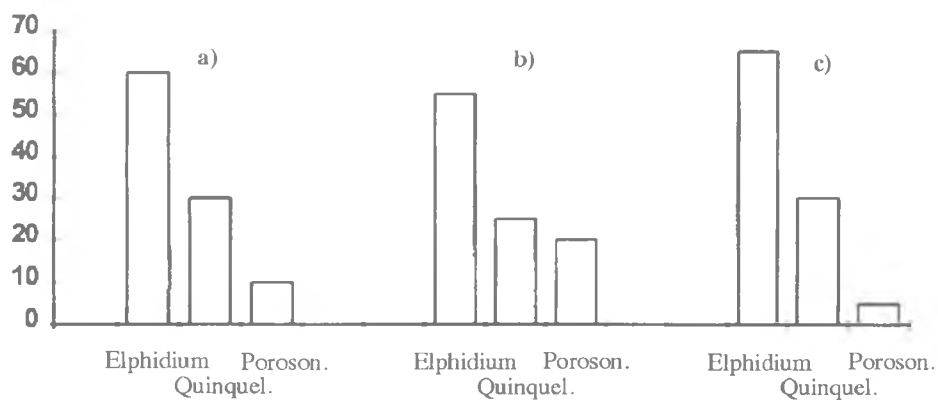
З о н а *Porosonion granosum*

Зона *Porosonion granosum* у бушотини Б-1 констатована је у сивим лапорцима на дубини 15,00–5,00 m. У заједници ове зоне (Таб. 1, сл. 4), по заступљености доминира зонска врста *Porosonion granosum*, у асоцијацији са разноврсним елфидиумима: *Elphidium macellum*, *El. aculeatum*, *El. fichtelianum*, *El. hauerinum* и на крају ретким квинквелокулијама (*Quinqueloculina akneriana*, *Quinqueloculina* sp.). Код остракода, скоро да је једино присутна врста *Aurila notata* али се попегде ретко сретне и *Hemicytheria lörentheyi sarmatica*.

Седименти зоне *Porosonion granosum*, у бушотини Б-2 (Таб. 2, сл. 4) налазе се на дубини 25,00–4,50 m. У литолошком погледу изграђена је од лапораца, лапоровитих кречњака и ланоровитих глина. У микрофаунистичком погледу окарактерисана је доминантношћу зонске врсте *Porosonion granosum*. Пратеће фораминифере су врло ретке: *Elphidium macellum*, *El. aculeatum*, *El. cf. fichtelianum*. Од остракода, који су доста ретки, присутни су појединачни облици врсте *Aurila notata*.

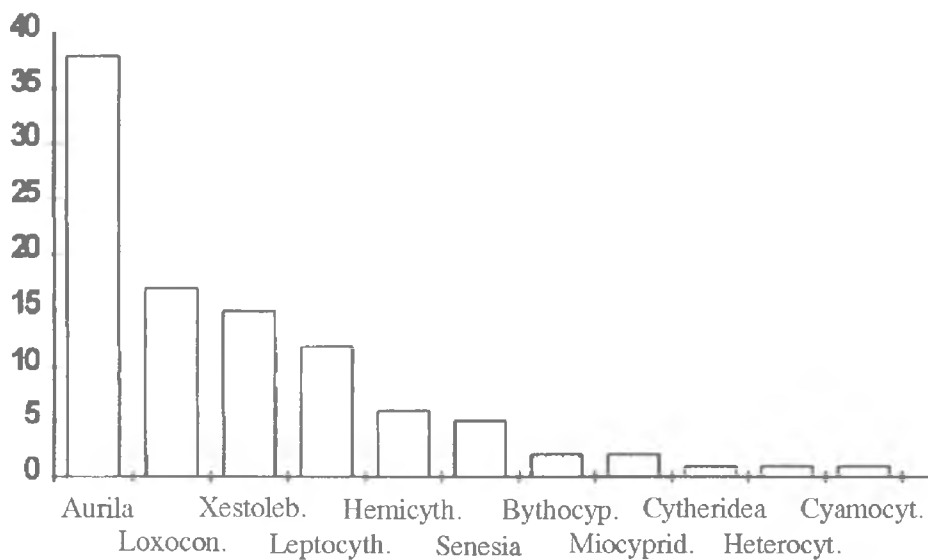
ПАЛЕОГЕОГРАФСКИ И ПАЛЕОЕКОЛОШКИ ЗАКЉУЧЦИ

Простор на коме су изведене бушотине Б-1 и Б-2, у баденском и сарматском веку покривало је плитко море јужног обода Панонског басена (Анђелковић, 1989). У литолошком погледу, седименти су изграђени углавном од кречњака и лапоровито-песковитих кречњака, који указују на постојаност палеогеографских прилика у овој области. Осим микрофауне,



Сл. 4. Процентуална заступљеност важнијих фораминифера сармата у испитиваним бушотинама: а) зона крупних *Elphidium*-а; б) зона *Elphidium hauerinum*, ц) зона *Porosonion granosum*.

Fig. 4. Percent incidences of major Sarmatian Foraminifera in examined boreholes: (a) Large *Elphidium* Zone; (b) *Elphidium hauerinum* Zone; (c) *Porosonion granosum* Zone.



Сл. 5. Процентуална заступљеност остракода сармата у испитиваним бушотинама.

Fig. 5. Percent incidence of Sarmatian Ostracoda in examined boreholes.

пађена богата заједница мекушаца и бриоза (прим. П. Стевановић) упућује на плитку, морску средину погодну за формирање бнохерма. Што се тиче микрофосилних асоцијација, оне се битно разликују, и основни су критеријум за издвајање ова два стратиграфска одељка.

Фораминифера

Заједница фораминифера горњег бадена одликује се бројним представницима рода *Ammonia* у асоцијацији са елфидиумима, борелисима и дендритинама (сл. 3А). Пенероплиси и квинквелокулине се јављају у нешто мањој мери, док су само појединачно присутни: *Porosonion*, *Globulina*, *Astigerinata* и др. Сви ови родови имају космоиолитски значај, јер поред Паратетиса настањивали су Медитерап, Индо-Пацифичку и Атлантску провинцију (Дидковски В. Ј. и Сатановскаја З. Н., 1970). Пелашки облици нису иађени. Обликом и величином истичу се елфидиуми (*Elphidium crispum*, *El. flexosum*, *El. rugosum*, *El. aculeatum* и др), борелиси (*Borelis melo*), дендритине (*Dendritina haueri*) и пенероплиси (*Peneroplis planatus*). Представници ових родова настањивали су плитке делове мора, врло покретне и бистре воде, нормалног или повећаног слинитета (35–50‰), са вероватном температуром од 25–30°C (Гагић, 1982). Оваква средина је богата хемијским растворима, што је дало доста материјала за грађу љуштура. Љуштуре су углавном добро очуване са врло јасном и богатом орнаментиком. У асоцијацији је приметно присуство пиритисаних љуштура, које указују на повремене промене животних услова.

У заједници фораминифера сарматског века долази до значајних промена, услед општег пада салинитета на ширем простору Панонског басена (Анђелковић, 1989). Посебно обележје прилично једноличној асоцијацији кроз цео сарматски век, даје међусобни однос родова *Elphidium* и *Porosonion* (сл. 4). Представници рода *Elphidium* су се по свој прилици најлакше прилагодили новонасталим променама, јер се јављају у највећем броју индивидуа и врста. Почетком волина, у условима нешто измењеног салинитета (25–20‰ – Hudačková & Kováč, 1993) присутни су доста крупни облици елфидиума (*Elphidium flexosum*, *El. aculeatum* и др.), који се одликују маркантном љуштуром и богатом орнаментиком. Са даљим падом салинитета (20‰ – Hudačková & Kováč, 1993) ови облици уступају своје место ситнијим формама *Elphidium hauerinum* и *El. macellum*. Крајем волина долази до значајних промена у заједници, како у квантитативном тако и квалитативном смислу. Род *Porosonion* преузима примат у односу на све друге облике. Љуштура је ситна, добро очувана са веома поједностављеном орнаментиком и представља последицу прилагођавања повопасталим условима.

Остракода

При крају баденског века, егзистовало је плитко, субтропско море које је насељавала богата остракодска заједница. На то нам указују многи родови који су прави космополити (*Cnestocythere*, *Xestoleberis*, *Loxococoncha*, ...) који су

живели не само на простору Паратетиса, већ и у Медитеранском мору, у централној Либији и северном Египту (Szczuchura & AbdElshafy, 1988). У баденској остракодској ориктоцепози, доминирају представници *Aurila*, *Pokornyiella*, *Senesia*, *Bairdia*, *Loxoconcha*, *Tenedocythere* ... који имају спајну, орнаментисану љуштину која нам говори о типичној морској средини са нормалним салинитетом (сл. 3Б). Врло је карактеристично богатство популација, а нарочито по броју врста. Углавном се срећу примерци одраслих индивидуа док су јуvenilне форме мање заступљене. Сачуваност љуштуре (капка) је веома добра, посебно код орнаментисаних облика. Ретко се налазе комплетне љуштуре, већином су капци раздвојени. Због тога се може претпоставити постојање транспорта мањих размера. Значајно је присуство неких родова (*Cyprideis*?, *Cyamocytheridea*) који нам говоре о више ослаћеној води односно о близини обале. Сем тога, значајно је и појављивање рода *Parakrithe* који нам указује да су ови простори комуницирали и са дубљим деловима тога мора.

Генерално гледано, горњобаденска остракодска заједница живела је у условима веома топле климе. Море је било плитко, вода бистра, чиста и богата кисеоником и таква средина је била погодна за развој великог броја остракодских врста које су градиле типичну литоралио–неритску биоцепозу (Рундић, 1992).

Почетком сарматског века, услед промене палеоеколошких услова, дошло је и до битних измена у погледу састава остракодских асоцијација. Иако су се већ при крају бадена појавили неки облици (*Miocyprideis*, *Cyprideis*, *Cyamocytheridea*) као индикатори будућих промена животних услова, ипак су разлике оштре. То се пре свега односи на одсуство правих морских облика (неке *Aurila*, *Bairdia*, *Tenedocythere*, *Parakrithe*, *Cnestocythere*...). С друге стране, присутни су потпуно нови чланови заједнице који су типични становници ослаћених, плитких средина (*Cytheridea*, *Heterocythereis*, *Leptocythere*, *Miocyprideis*, *Bythocypris*). Као доминантне форме, јављају се бројне врсте које су успеле да се прилагоде паду салинитета (*Aurila*, *Loxoconcha*, *Xestoleberis*...). Друга значајна особина сарматске остракодске ориктоценозе јесте прилична једноличност популација. У свим пробама најбројнији су представници три горе наведена рода (сл. 5). Остали, изузев донекле *Hemicytheria* и *Leptocythere*, имају мањи значај. Степени очуваности љуштуре је нижи у односу на баденски век а последица је измењених животних услова. Наиме, услед пада салинитета, дошло је до осиромашења хемијског раствора из кога су остракоде узимале карбонат за изградњу љуштуре те су оне сада мање масивне и орнаментисане. Због тога су и мање отпорне на све врсте утицаја, тако да су у фосилном стању слабије сачуване. Ипак, боље су очувани облици са ретикулатном љуштуром (*Hemicytheria*, *Leptocythere*...) него они са глатком (*Xestoleberis*, *Bythocypris*...). С тим у вези, намеће се и питање колики је био транспорт или су у питању само мања таласања при дну тог дела басена? Но, и поред тога, на основу претходно изнетих чињеница, можемо претпоставити да је посматрана ориктоценоза егзистовала у плитком заливу који је комуницирао са отвореним морем, у коме се развила специфична заједница прилагођена на промене животних услова.

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	59	1	203-223	Београд, децембар 1995 Belgrade, Decembre 1995
--	----	---	---------	---

UDC 551.7.022.2:551.781.13(497.11)

Original scientific paper

BADENIAN AND SARMATIAN MICROFAUNA FROM BOREHOLES B-1 AND B-2, BELGRADE AREA

by

Ljupko Rundić* and Saša Mitrović*

Badenian and Sarmatian microfauna (foraminifers and ostracodes) from boreholes B-1 and B-2 is presented. A total of 26 foraminiferal and 45 ostracod species have been identified. Badenian stage is represented by the biostratigraphic zone *Ammonia beccarii*. Sarmatian is divided into three zones: Zone of large *Elphidium*, *Elphidium hauerinum* Zone and *Porosononion granosum* Zone. Besides biostratigraphic division, some paleogeographical and paleoecological reconstruction have also been made.

Key words: Microfauna, Badenian, Sarmatian, biostratigraphy, paleogeography, paleoecology.

INTRODUCTION

Holes B-1 and B-2 were drilled at Bačevac village in the Bačevačka Reka valley for hydrogeological exploration. Sediments of Badenian and Sarmatian stages were identified. The methods used were coring and washing out. The microfossil association found is presented summarily, not singly for each analysed sample. It was used to draw relative conclusions on biostratigraphy, paleogeography and paleoecology.

INVESTIGATION HISTORY

Badenian and Sarmatian sediments in Belgrade area have been studied by many geologists both on surface outcrops and in exploratory holes. The identified macro- and micro-fauna were used to study stratigraphy and biostratigraphy. Particularly significant published contributions are those in which microfauna of foraminifers and ostracodes was used in relative biostratigraphic zonal division of Badenian and Sarmatian deposits (Tomić-Džodžo, 1953; Džodžo-Tomić, 1958; Petrović, 1962,

* University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Institute of Regional Geology and Palaeontology, Kamenička 6, 11000 Belgrade.

1970, 1971, 1985, 1987; Džodžo–Tomić, 1973; Spajić & Džodžo–Tomić, 1973; Krstić, 1977, 1978, 1989; Petrović & Šumar, 1990; Mitrović & Rundić, 1991; Krstić & Mitrović, 1993). In respect of their physical setting, the examined drill-holes are associated with the Kolubara Basin. Contributions of particular interest are those describing the mentioned stratigraphic levels, which refer to the general Kolubara Basin (Gagić, 1967, 1968, 1973/74, 1990; Spajić et al., 1986; Petrović et al., 1987; Petrović & Mitrović, 1990). Spajić et al. (1986) and Petrović et al. (1987) mention holes B-1 and B-2 but do not give detailed biostratigraphic data.

STRATIGRAPHY

Badenian formations in B-1 are found at depths from 93 m to 55 m overlying the Upper Cretaceous paleorelief at the base of Lower Sarmatian deposits. Badenian is represented by marl-sandy limestones and sandstones (Fig. 2) and contain molluscan macrofauna: *Pecten* sp., *Venus* sp., *Arca* sp., *Cardium* sp., *Hydrobia* sp.; and Bryozoa (identification by P. Stevanović). Microfaunal association is represented by foraminifers: *Ammonia beccarii* (Linné), *A. tepida* (Cushman), *A. inflata* (Seguenza), *Elphidium crispum* (Linné), *El. macellum* (Fichtel & Moll), *El. rugosum* (d'Orbigny), *El. flexosum* (d'Orbigny), *El. aculeatum* (d'Orbigny), *El. obtusum* (d'Orbigny), *El. cf. reginum* (d'Orbigny), *Borelis melo* (Fichtel & Moll), *B. rotella* (d'Orbigny), *Dendritina haueri* (Linné), *Peneroplis planatus* (Fichtel & Moll), *Quinqueloculina akneriana* d'Orbigny, *Porosononion granosum* (d'Orbigny), *Astigerinata planorbis* (d'Orbigny), *Globulina gibba* d'Orbigny, *Pararotalia cf. stellata* (Reuss), *Discorbis obtusum* (d'Orbigny), *Dendritina* sp., *Peneroplis* sp., *Spirolina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp., *Textularia* sp.; ostracodes: *Bairdia subdeltoidea* (Münster), *Bairdia* sp., *Cytherella* sp., *Senesia cinctella* (Reuss), *Senesia* sp., *Tenedocythere sulcatopunctata* (Reuss), *Phlyctenophora cf. farkasi* (Zalanyi), *Phlyctenophora* sp., *Urocythereis kostelensis* (Reuss), *U. seminulum* (Seguenza), *Aurila haueri* (Reuss), *A. cicatricosa* (Reuss), *Aurila* sp., *Eocytherop-teron inflatum* Schneider, *Pokornyiella deformis* (Reuss), *Cytheridea cf. arcuata* Jiriček, *C. cf. zahorica* Jiriček, *Cytheretta punctata* Brestenska, *Cytheretta* sp., *Parakrithe crystallina* (Reuss), *Parakrithe* sp., *Xestoleberis* sp., *Callistocythere canaliculata* (Reuss). Otoliths are found as single specimen of: *Gadus* sp., *Symbolophorus* sp., *Gobius* sp., and *Clupea* sp.

Sarmatian sediments are found at the depth of 50–5 m. Marlstones and marly limestones interbedded with sandstones (Fig. 2) contain abundant foraminiferal microfauna: *Elphidium hauerinum* (d'Orbigny), *El. macellum* (Fichtel & Moll), *El. flexosum* (d'Orbigny), *El. aculeatum* (d'Orbigny), *El. fichtelianum* (d'Orbigny), *El. obtusum* (d'Orbigny), *El. advenum* (Cushman), *El. cf. reginum* (d'Orbigny), *El. cf. minutum* (Reuss), *Porosononion granosum* (d'Orbigny), *Florilus bogdanowiczi* (Voloshinova), *Dendritina haueri* (Linné), *Borelis melo* (Fichtel & Moll), *Ammonia beccarii* (Linné), *A. cf. tepida* (Cushman), *A. cf. inflata* (Seguenza), *Fursenkoina acuta* (d'Orbigny), *Nonion* sp., *Quinqueloculina* sp.,

Triloculina sp. The identified ostracodes are: *Aurila notata* (Reuss), *A. cf. notata* (Reuss), *A. merita* (Zalanyi), *Hemicytheria lörentheyi sarmatica* Jirček, *H. omphalodes* (Reuss), *Loxoconcha cf. fragilis* (Stancheva), *L. kochi* (Mehes), *Heterocythereis mehesi* (Zalanyi), *Leptocythere tenuis* (Reuss), *Xestoleberis glaberescense* (Reuss), *X. sera* (Zalanyi), *Bythocypris* sp., *Cytheridea hungarica* (Zalanyi), *Cyamocytheridea leptostigma leptistigma* (Reuss), *Cyprideis* ? sp., *Senesia vadaszi* (Zalanyi). There are few otoliths: *Gobius telleri* Schubert, *Gobius* sp. 1, *Gobius* sp. 2, and *Proelebias* sp.

Badenian marly limestones and limestones (Fig. 2) in B-2, drilled in the Bačevačka Reka, lie in depth interval 68–62 m. Conformable over Badenian formations, like in B-1, are Lower Sarmatian limestones. The identified foraminiferal microfauna from these sediments are the species: *Ammonia beccarii* (Linné), *A. inflata* (Seguenza), *Elphidium crispum* (Linné), *El. macellum* (Fichtel & Moll), *El. aculeatum* (d'Orbigny), *El. flexosum* (d'Orbigny), *El. cf. hauerinum* (d'Orbigny), *Borelis melo* (Fichtel & Moll), *B. rotella* (d'Orbigny), *Quinqueloculina akneriana* d'Orbigny, *Dendritina haueri* (Linné), *Spirolina austriaca* d'Orbigny, *Porosonion granosum* (d'Orbigny), *Florilus bogdanowiczi* (Voloshinova), *Globulina gibba* d'Orbigny, *Dendritina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp., *Nodobacularella* sp. The identified ostracodes are: *Cytherella* sp., *Loxoconcha punctatella* (Reuss), *Leptocythere cf. tenuis* (Reuss), *Quadricythere* sp., *Aurila haueri* (Reuss), *Tenedocythere sulcatopunctata* (Reuss), *Pokornyella deformis* (Reuss), *Xestoleberis* sp.

Interval 62–4.5 m consists of marlstones and marly limestones of the Lower Sarmatian (Fig. 2). The foraminiferal community includes: *Elphidium hauerinum* (d'Orbigny), *El. macellum* (Fichtel & Moll), *El. flexosum* (d'Orbigny), *El. aculeatum* (d'Orbigny), *El. fichtelianum* (d'Orbigny), *El. obtusum* (d'Orbigny), *El. cf. reginum* (d'Orbigny), *Florilus bogdanowiczi* (Voloshinova), *Ammonia* ex gr. *beccarii* (Linné), *A. tepida* (Cushman), *Quinqueloculina* sp. and *Triloculina* sp. Ostracodes are numerous and relatively diverse: *Heterocythereis mehesi* (Zalanyi), *Loxoconcha* sp. 1, *Leptocythere* sp. 2, *Xestoleberis cf. glaberescense* (Reuss), *Miocyprideis* ? sp., *Senesia vadaszi* (Zalanyi), *Loxoconcha porosa* (Mehes), *Aurila cf. notata* (Reuss), *Aurila merita* (Zalanyi).

BIOSTRATIGRAPHIC ZONES

The identified and analysed above fossil material was used in dividing Badenian and Sarmatian sediments from the studied boreholes into four biozones: *Ammonia beccarii* Zone in Badenian (Papp et al., 1978), and large *Elphidium*, *Elphidium hauerinum* and *Porosonion granosum* Zones in Sarmatian stages (Papp et al., 1974).

Ammonia beccarii Zone

Upper Badenian sediments in B-1 lie between 87 m and 50 m. An abundant and diverse community of foraminifers from marl-sandy limestones was identified (Pl. 1, Fig. 1), with the highest zonal species *Ammonia beccarii*, in association with

Elphidium (*Elphidium crispum*, *El. macellum*, *El. flexosum*, *El. rugosum*, *El. aculeatum*, *El. fichtelianum*, *El. obtusum*, *El. cf. reginum*), *Borelis* (*Borelis melo*, *B. rotella*), *Quinqueloculina* (*Quinqueloculina akneriana*, *Quinqueloculina* sp.), *Porosonion* (*Porosonion* cf. *granosum*), *Dendritina* (*Dendritina haueri*, *Dendritina* sp.), *Peneroplis* (*Peneroplis planatus*, *Peneroplis* sp.), and *Ammonia* (*Ammonia tepida*, *A. inflata*). Single species are: *Globulina gibba*, *Astigerinata planorbis*, *Discorbis obtusum*, *Pararotalia* cf. *stellata*, *Spirolina* sp. In the interval 65–60 m, *Borelis melo* is more numerous than *Ammonia beccarii*. Ostracodes in this interval are quite abundant and diverse without dominance of any species. Nevertheless, *Aurila* (*Aurila haueri*, *A. cicatricosa*) are commoner than others. More abundant are forms with punctate and strong shells (*Tenedocythere*, *Aurila*, *Urocythereis*) than those with smooth carapaces (*Parakrithe* sp.).

Marly limestones and limestones of *Ammonia beccarii* Zone are found at the depth from 68 m to 62 m in B-2. Prevailing in the association of the Zone (Pl. 2, Fig. 1) is also zonal species *Ammonia beccarii*. The associated foraminiferal microfauna is represented by the species: *Elphidium crispum*, *El. macellum*, *El. flexosum*, *El. aculeatum*, *El. cf. hauerinum*, *Borelis melo*, *B. rotella*, *Ammonia* cf. *inflata*, *Quinqueloculina* cf. *akneriana*, *Quinqueloculina* sp., *Dendritina haueri*, *Florilus bogdanowiczii*, *Porosonion* cf. *granosum*, *Spirolina austriaca*, *Globulina gibba*, *Triliculina* sp., *Nodobacuriella* sp. Ostracodes are mainly represented by *Aurila haueri*, *Pokornyiella deformis* and *Tenedocythere sulcatopunctata*.

Large *Elphidium* Zone

Hole B-1 is drilled through marly limestones with sandstone interbeds from 50 m to 35 m. The association of this zone (Pl. 1, Fig. 2) includes the highest *Elphidium* represented by the species: *Elphidium aculeatum*, *El. fichtelianum*, *El. flexosum*, *El. macellum*, *El. obtusum*, *El. hauerinum*, *El. advenum*, *El. cf. reginum*, *El. cf. minutum*, then *Porosonion granosum*, *Ammonia tepida*, *A. cf. inflata*, *Florilus bogdanowiczii*, *Quinqueloculina* sp., *Nonion* sp.

B-2 penetrated marly limestones from 62 m to 47 m, which biostratigraphically correspond to large *Elphidium* Zone. The highest incidence in the microfossil association (Pl. 2, Fig. 2) is again that of *Elphidium*: *Elphidium aculeatum*, *El. fichtelianum*, *El. flexosum*, *El. obtusum*, *El. macellum*, *El. hauerinum*, *El. cf. advenum*, *Porosonion granosum*, *Ammonia beccarii*, *A. tepida*, *Borelis melo*, *Quinqueloculina* cf. *akneriana*, *Quinqueloculina* sp., *Triliculina* sp. The dominant ostracodes are *Loxoconcha* and *Aurila* (*Loxoconcha porosa*, *Aurila* cf. *notata*, *Heterocythereis mehesi*) and among *Xestoleberis*, *Xestoleberis tumida* and *X. glaberescense*.

Elphidium hauerinum Zone

The *Elphidium hauerinum* Zone is identified in the depth interval 35–15 m of B-1, in gray marlstones and marly limestones. The zonal species is dominant in this interval (Pl. 1, Fig. 3), associated with other *Elphidium* species: *Elphidium macellum*,

El. aculeatum, *El. fichtelianum*, *El. cf. advenum*, and very few *Porosononion granosum*, *Dendritina haueri*, *Borelis melo*, *Ammonia beccarii*, *Florilus bogdanowiczi*, *Dendritina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp. Dominant ostracodes are *Aurila*, *Loxoconcha* and *Xestoleberis* (*Aurila merita*, *A. cf. notata*, *Loxoconcha kochi*, *L. fragilis*, *Xestoleberis glaberescense*).

Hole B-2 penetrated marlstone and marly limestones of the *Elphidium hauerinum* Zone in interval 47–25 m. Foraminiferal association of the Zone (Pl. 2, Fig. 3) includes zonal species far the highest over *Elphidium macellum*, *El. aculeatum*, *El. fichtelianum*, *El. obtusum*, *Porosononion granosum* and *Ammonia beccarii*, *A. cf. tepida*, *A. cf. inflata*, *Florilus bogdanowiczi*. Ostracodes are represented by a monotonous community dominated by *Aurila* (*Aurila cf. notata*, *Aurila* sp.) and *Xestoleberis* (*Xestoleberis cf. glaberescense*).

***Porosononion granosum* Zone**

The Zone is identified in B-1 in gray marlstones of the depth of 15–5 m. The highest incidence in the community of the Zone (Pl. 1, Fig. 4) has the zonal species, associated with different *Elphidium* species: *Elphidium macellum*, *El. aculeatum*, *El. fichtelianum*, *El. hauerinum*, and few *Quinqueloculina* (*Quinqueloculina akneriana*, *Quinqueloculina* sp.). The almost only contained ostracod species is *Aurila notata* and very rare *Hemicytheria lörentheyi sarmatica*.

Sediments of the *Porosononion granosum* Zone in B-2 (Pl. 2, Fig. 4) lie at depth of 25–4.5 m. These are limestones and marly clays. The microfaunal community is dominated by zonal species, *Porosononion granosum*. The associated foraminifera are few: *Elphidium macellum*, *El. aculeatum*, *El. cf. fichtelianum*. Ostracods, also few, include single forms of *Aurila notata*.

PALEOGEOGRAPHIC AND PALEOECOLOGICAL CONCLUSIONS

The terrain where holes B-1 and B-2 were drilled was covered in the Badenian and the Sarmatian with a shallow sea on the southern margin of the Pannonian Basin (Andjelković, 1989). The sediments dominantly consist of limestones and marl-sandy limestones, which indicate the consistence in paleogeographic situation. Besides microfauna, the abundant community of molluscs and bryozoans (note by P. Stevanović) also suggest shallow marine environment, suitable for bioherm formation. Microfossil association are widely different and are main criteria for separation of the two divisions.

Foraminifera

The Upper Badenian community of foraminifers is abounding in *Ammonia* associated with *Elphidium*, *Borelis*, and *Dendritina* (Fig. 3A). *Peneroplis* and *Quinqueloculina* are slightly lower in incidence, and singly represented are: *Porosononion*, *Globulina*, *Asterigerinata* etc. All these genera are cosmopolitan, because they inhabited the

Paratethys, Mediterranean, Indo-Pacific and Atlantic provinces (Didkovskiy & Sattanovskaya, 1970). Pelagic forms have not been found. Notable in shape and size are *Elphidium* (*Elphidium crispum*, *El. flexosum*, *El. rugosum*, *El. aculeatum*, etc.), *Borelis* (*Borelis melo*), *Dendritina* (*Dendritina haueri*), and *Peneroplis* (*Peneroplis planatus*). These genera populated shallow sea areas, where water was clear and much agitated, of normal or increased salinity (35‰ to 50‰) of the likely water temperature of 25° to 30°C (Gagić, 1982). This environment was rich in chemical solutions, providing abundant material for building tests. Tests are generally well preserved and distinctly and well ornamented. The association includes pyritised tests, which indicate occasional change in life conditions.

A general drop in salinity in the Pannonian Basin (Andjelković, 1989) introduced significant changes in the foraminiferal community of the Sarmatian. A specific character was given to the rather monotonous association through the Sarmatian by the relationship of *Elphidium* and *Porosonion* genera (Fig. 4). *Elphidium* forms seem to have early adapted to the changed environment, as their incidence is highest in individuals and species. In the early Volhynian, under slightly changed salinity (25‰ to 20‰, Hudačková & Kovač, 1993) quite large elphidium forms (*Elphidium flexosum*, *El. aculeatum* and others) are present, characterized by conspicuously large and highly ornamented tests. With further decline in salinity (20‰, Hudačková & Kovač, 1993), these forms were replaced by smaller forms of *Elphidium hauerinum* and *El. macellum*. The late Volhynian was marked by significant transformations in the community, both quantitative and qualitative. *Porosonion* gained the dominance over all other forms. Their tests are small, well preserved, showing simpler ornamentation, resulting from the adaptation to generally prevailing conditions of the time.

Ostracoda

A shallow, subtropical sea existed in the late Badenian, populated by an abundance of ostracodes. This is indicated by many real cosmopolitan genera (*Cnestocythere*, *Xestoleberis*, *Loxoconcha*, etc.), which existed in the Paratethys, and also in the Mediterranean Sea, central Libya and northern Egypt (Szczuchura & Abd-Elshafy, 1988). Badenian ostracod oristocenosis was dominated by *Aurila*, *Pokornyiella*, *Senesia*, *Bairdia*, *Loxoconcha* and *Tenedocythere*, which had strong, ornamented carapaces indicating typical marine environment of normal salinity (Fig. 3B). The population is typically diverse. The fossil specimens found are dominantly adults over the less present juvenile forms. Carapaces (valves) are well preserved, particularly the ornamented ones. Few complete carapaces have been found, mostly separate valves, which suggest the likely short transport. Notable is the presence of some genera, only in single specimens (*Cyprideis*?, *Cyamocytheridea*) which indicate more refreshed water near the coast. Also significant is the occurrence of *Parakrithe* which indicates the communication with deep sea.

Generally scrutinized, Upper Badenian ostracod community existed in warm cli-

matic conditions. The sea was shallow, water clear, transparent and rich in oxygen, suitable for development of many ostracod species than formed a typical littoral–neritic biocenosis (Rundić, 1992).

A change in paleoecological conditions in the early Sarmatian led to variations in the composition of ostracod associations. Although some forms (*Miocyprideis*, *Cyp-rideis*, *Cyamocytheridea*) appeared at the end of the Badenian as an indication of the future change in life conditions, the differences were great. This primarily refers to the lack of real marine forms (some *Aurila*, *Bairdia*, *Tenedocythere*, *Parakrithe*, *Cnestocythere*, etc.). On the other hand, there is the presence of entirely new community members, which are typical inhabitants of freshened, shallow environments (*Cytheridea*, *Heterocythereis*, *Leptocythere*, *Miocyprideis*, *Bythocypris*). Dominant forms are numerous species that adapted to the decreased salinity (*Aurila*, *Loxoconcha*, *Xestoleberis*, etc.). Another important character of Sarmatian ostracod orictocenosis is the high uniformity of the population. Most abundant in all samples are representatives of the above three genera (Fig. 5). Others, excluding *Hemicytheria* and *Leptocythere*, are less important. Carapace preservation is not so good as in Badenian deposits, as a result of altered life conditions. Lower salinity caused chemical dilution of water from which ostracod supplied carbonate for their shells, so that they were less massive and ornamented. It made them less resistant to all sorts of effects, and consequently less preserved in fossil state. On the whole, forms with reticulate carapace (*Hemicytheria*, *Leptocythere*, and the like) are better preserved than those smooth-shelled (*Xestoleberis*, *Bythocypris*, etc.). In this connection, the question is what was the transport, or was it only small agitation at the bottom of the basin? Without knowing the answer to this question, the above stated facts indicate the existence of the studied orictocenosis in a shallow gulf which communicated with open sea, where a specific community developed, adapted to the changed life conditions.

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Анђелковић М. (=Andjelković), 1989: Геологија шире околине Београда, књ. 4, Палео-географија.– Завод рег. геол. палеонт., Руд.–геол. фак., Унив. Беогр., 295 стр., Београд
- Didkovskij V. J. i Satanovskaja Z. N., 1970: Foraminifery miocena Ukrainy – Paleont. sprav., Inst. geol. Nauk, Akad. Nauk Ukr. SSR, 4, 1–166, tab. 1–86, Kiev.
- Гагић Н. (=Gagić), 1967: Тортонске и сарматске асоцијације микрофосила између Космаја и Авале.– VIII Конгр. КГБА, књ. 1 (геотект., стратигр., палеогеогр., палеонт.), 383–392, Београд.
- Gagić N., 1968: Tortonska i donjosarmatska mikrofauna šire okoline Koceljeva (zapadna Srbija).– Vesn. zavoda geol. geofiz. istraž., 26/A, 229–242, tab. 1–5, Beograd.
- Gagić N., 1973/74: Mikrofossilna zajednica iz donjosarmatskih krečnjaka Sibničke reke (severna Srbija).– Ibid., 31–32/A, 215–241, tab. 1–9, Beograd.
- Гагић Н. (=Gagić), 1974: Микрофосилна асоцијација из сарматских кречњака села Дучине (северна Србија).– Глас. Прир. муз., 29/A, 87–95, таб. 1–3, Београд.
- Гагић Н. (=Gagić), 1982: Представници рода *Borelis* у баденским и доње сарматским творевинама Југославије.– X јубил. Конгр. геол. Југосл., 36. рад. (стратигр., палеонт., петрол., минерал., седиментол., тект.), књ. 1, 765–777, Будва.

- Гагић Н. (=Gagić), 1990: Микрофосилна заједница из сарматских седимената Србије (Панонски басен).– Геол. ан. Балк. полуос., 53/1 (1989), 305–313, Београд.
- Hudáčková N & Kováč M., 1993: Zmeny sedimentačného prostredia východnej časti Viedenskej panvy vo vrchnom bádene a sarmate – Mineral. slov., 25/3, 202–210, tab. 1–3, Bratislava.
- Krstić N., 1977: Biostratigrafska analiza proba iz bušotina za kanalizacioni kolektor Karaburma – Veliko selo. – Fond. dok. preduz. "Kosovoprojekt", 1–26, Београд.
- Krstić N., 1978: Ostrakodi u miocenu Beogradskog dunavskog ključa – Zb. rad. IX Kongr. geol. Jugoslav., 117–125, Sarajevo.
- Krstić N., 1989: Raspored ostrakoda II mediterana jugoistočnog dela Panonskog basena. – Rad. geoinst., 23, 135–147, Београд.
- Krstić N. & Mitrović S., 1993: Badenski sedimenti beogradskog dunavskog ključa. – Ibid., 28, 43–62, Београд.
- Митровић С. и Рундић Љ. (=Mitrović & Rundić), 1991: Прилог познавању сармата околине Београда. (A Contribution to the Study of the Sarmatian in Belgrade Area). – Геол. ан. Балк. пол., 55/2, 59–73, таб. 1, Београд.
- Papp A., Marinescu F. & Seneš J., 1974: Sarmatien – Chronostratigraphie und Neostatotypen Miozän der Zentralen Paratethys, Bd. 4, 707 s., Slow. Akad. Wiss, Bratislava.
- Papp A., Cicha I., Seneš J. & Steininger F., 1978: Badenian – Chronostratigraphie und Neostatotypen Miozän der Zentralen Paratethys, Bd. 6, 594 s., Slow. Akad. Wiss, Bratislava.
- Петровић М. (=Petrović), 1962: Прилог познавању тортонских фораминифера из Београда и ближе околине. – Геол. ан. Балк. пол., 29, 27–38, таб. 1–2, Београд.
- Петровић М. (=Petrović), 1970: Кредни и миоценски фораминифери Београда и околине. – Ibid., 35, 191–209, Београд.
- Петровић М. (=Petrović), 1971: Биостратиграфија миоцена на основу фораминифера периферних области Панонског басена. – Зб. рад. РГФ, 13, 113–130, Београд.
- Петровић М. (=Petrović), 1985: Фораминиферске зоне и лозе баденског ката околине Београда. – Геол. ан. Балк. пол., 49, 271–291, Београд.
- Петровић М. (=Petrović), 1987: Биостратиграфски приказ баденског ката. – У: Анђелковнић М. (ур.): Геологија шире околине Београда, књ. 1, Геологија и геодинамика. Завод рег. геол. палеонт., Руд. геол. фак., Унив. Беогр, 172–194, Београд.
- Petrović M., Eremija M. i Spajić O., 1987: Biostratigrafsko paleogeografska studija neogena Kolubarskog ugljonošnog basena i bliže okoline – Fond str. dok. REIK "Kolubara", 257 str., Lazarevac.
- Petrović M. & Šumar M., 1990: Biostratigrafski pregled sarmata okoline Beograda – XII Kongr. geol. Jugosl., knj. 1, stratigr., sedimentol., paleont., 162–172, Ohrid.
- Petrović M. & Mitrović S., 1990: Prozonionske zone sarmata Kolubarskog basena – XII Kongr. geol. Jugosl., Ibid., 141–151, Ohrid.
- Рундић Љ. (=Rundić), 1992: Баденски остракоди из околине Горње Трнавe. – Геол. ан. Балк. пол., 56/1, 251–262, Београд.
- Спајић О. и Џоцо-Томић Р. (=Spajić & Džodžo-Tomić), 1973: Стратиграфска анализа седимената из хидрогеолошких истражних бушотина околине Београда. – Ibid., 38, 167–182, таб. 1–5, Београд.
- Spajić O., Petrović M., Eremija M. i Knežević V., 1986: Miocen u bušotinama Kolubarskog ugljonošnog basena – XI Kongr. geol. Jugosl., knj. 2 (stratigr., paleont., reg. geol.), 301–318, Београд.
- Szczechura J. & Abd-Elshafy E., 1988: Ostracodes and foraminifera from the ?Middle Miocene of the western coast of the Gulf of Suez, Egypt – Acta Palaeont. Pol., 33/4, 273–342, Warszawa.
- Томић-Џоцо Р. (=Tomić-Džodžo), 1953: Претходна белешка о постигнутим резултатима на проучавању микрофауне из сарматских слојева околине Београда. – Зб. рад. САН, 24, Геол. инст. САН, 6, 107–144, Београд.
- Џоцо-Томић Р. (=Džodžo-Tomić), 1958: Микрофаунистичка проучавања другомедитеранских и сарматских слојева из околине Београда. – Зб. рад. САН, Геол. инст. "Јован Жујовић", 10, 233–244, Београд.

ТАБЛА I PLATE

Литостратиграфски стуб бушотине Б–1 са издвојеним биозонама.

Lithostratigraphic column of B–1 and separated biozones.

Сл. (Fig.) 1. Зона *Ammonia beccarii* (*Ammonia beccarii* Zone) (87,00–50,00)

Сл. (Fig.) 2. Зона крупних *Elphidium*-а (Large *Elphidium* Zone) (50,00–35,00)

Сл. (Fig.) 3. Зона *Elphidium hauerinum* (*Elphidium hauerinum* Zone) (35,00–15,00)

Сл. (Fig.) 4. Зона *Porosonion granosum* (*Porosonion granosum* Zone) (15,00–5,00)

Фото: В. Радуловић, увељичање x16 (Photos by V. Radulović; magn. × 16).

ТАБЛА II PLATE

Литостратиграфски стуб бушотине Б–2 са издвојеним биозонама.

Lithostratigraphic column of B–2 and separated biozones.

Сл. (Fig.) 1. Зона *Ammonia beccarii* (*Ammonia beccarii* Zone) (68,00–62,00)

Сл. (Fig.) 2. Зона крупних *Elphidium*-а (Large *Elphidium* Zone) (62,00–47,00)

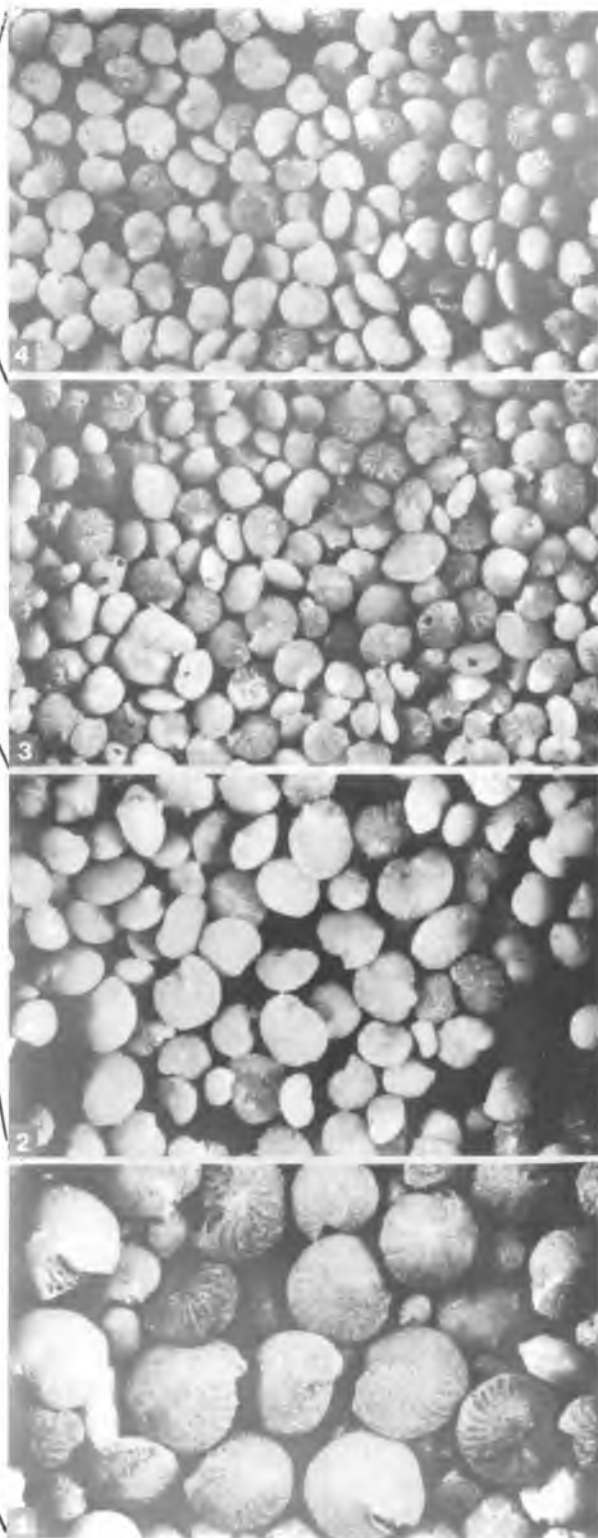
Сл. (Fig.) 3. Зона *Elphidium hauerinum* (*Elphidium hauerinum* Zone) (47,00–25,00)

Сл. (Fig.) 4. Зона *Porosonion granosum* (*Porosonion granosum* Zone) (25,00–4,50)

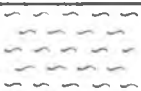
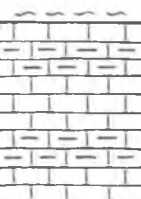
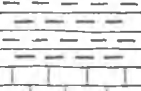
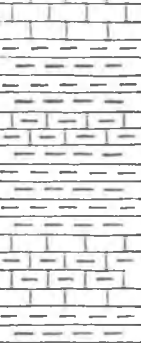
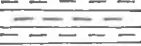
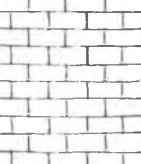
Фото: В. Радуловић, увељичање x16 (Photos by V. Radulović; magn. × 16).

ТАБЛА I PLATE

AGE	DEPTH in m	LITHOLOGY
Q	5.00	
S A R M A T I A N	15.00	
	35.00	
	40.00	
B A D E N I A N	50.00	
	60.00	
	70.00	
	75.00	
	80.00	
	87.00	
	93.00	



ТАБЛА II PLATE

AGE	DEPTH in m.	LITHOLOGY
S A R M A T I A N	4.50	
	9.00	
	14.00	
	22.00	
	25.00	
	47.00	
	49.00	
	51.00	
	55.00	
	62.00	
BADEN	68.00	