

# GEOLOGICA HUNGARICA

FASCICULI INSTITUTI GEOLOGICI HUNGARIAE  
AD ILLUSTRANDAM NOTIONEM GEOLOGICAM  
ET PALAEONTOLOGICAM

## SERIES PALAEONTOLOGICA

FASCICULUS 48

DR. J. KÓKAY: CENTRAL AND EASTERN PARATETHYAN INTERRELATIONS  
IN THE LIGHT OF LATE BADENIAN SALINITY CONDITIONS

DR. KÓKAY JÓZSEF: A KÖZÉPSŐ- ÉS A KELETI-PARATETHYS KAPCSOLATA  
A FELSŐ-BÁDENI TENGER SÓTARTALOM-VISZONYAI TÜKRÉBEN

DR. M. BOHN-HAVAS: A STUDY OF OTTNANGIAN MOLLUSCS FROM THE  
EASTERN BORSOD BASIN (N HUNGARY)

DR. BOHNNÉ DR. HAVAS MARGIT: A KELET-BORSODI MEDENCE  
OTTNANGI KÉPZŐDMÉNYEINEK MOLLUSCA VIZSGÁLATA

DR. I. KORECZ-LAKY: A STUDY OF OTTNANGIAN FORAMINIFERS  
FROM THE EASTERN BORSOD BASIN (N HUNGARY)

KORECZNÉ DR. LAKY ILONA: A KELET-BORSODI MEDENCE  
OTTNANGI KÉPZŐDMÉNYEINEK FORAMINIFERA VIZSGÁLATA

Lektor:  
DR. BODA JENŐ  
DR. HÁMOR GÉZA

Szakreferens:  
DR. HÁMOR GÉZA

Technikai szerkesztő:  
RÉMI RÓBERTNÉ

Fordító:  
KECSKÉS BÉLA  
T. BÍRÓ KATALIN

Nyelvi lektor:  
DR. VÉGH SÁNDOR

HU ISSN 03 67 4150

Megjelent a Műszaki Könyvkiadó gondozásában  
Budapest, 1985

Felelős kiadó: DR. HÁMOR GÉZA

Műszaki vezető: Kőrizs Károly. Műszaki szerkesztő: Metzker Sándor. A könyv formátuma: A4. Terjedelem: 30 A/5 ív. Példányszám: 880. Ábrák száma: 52. Betűcsalád és -méret: Extended, gm/gm. Papír minősége: 120 g műnyomó. Azonossági szám: 01562



Egyetemi Nyomda — 85.3367 Budapest, 1985  
Felelős vezető: Sümeghi Zoltán igazgató

<b>DR. J. KÓKAY: Central and Eastern Paratethyan interrelations in the light of Late Badenian salinity conditions</b>	<b>7</b>
Introduction	9
I. Upper Badenian reference sections from Hungary	13
1. Budapest	13
Exposures at Örs vezér tér	13
The exposure of Keresztúri út	16
The exposure at Rákosi vasúti delta (railway-cut of Rákos)	22
Other occurrences from Budapest	25
2. Southern foreland of the Transdanubian Central Range	26
a) The Mány—Zsámbék area	26
Borehole Perbál 5	26
Borehole Mány 8	28
Borehole Mány 192	28
Borehole Perbál 6	29
b) Balaton Highland	31
Borehole Tihany 62	31
Borehole Balatonakali 40	31
c) Tapolca Basin	35
Borehole Hegymagos 78/18	35
Borehole Hegymagos 84	37
3. Mecsek Mountains	37
The lignite area of Hidas	37
The exposure of the highway to Pécsvárad	37
II. Other occurrences of E Paratethyan immigrants into the Central Paratethys	41
III. Paleoecology and paleogeography	43
1. On the salinity of the Konkian sea	43
2. The role of sea currents	44
3. The problem of Indo-Pacific connections	47
4. Chokrakian and Sarmatian species	48
5. Evolution of the paleogeographic connections and salinity conditions of the Middle Paratethys in Badenian time	48
IV. Paleontological descriptions	52
References	73
Plates	77
<b>DR. M. BOHN-HAVAS: A study of Ottngian molluscs from the Eastern Borsod Basin (N Hungary)</b>	<b>97</b>
Introduction	99
I. Geological setting and fauna of the areas explored	100
Area 1: Újdiósgyőr-Forrásvölgy	100
Area 2: Tardona—Peres	105
Area 3: Felsőnyárad—Sajógalgóc	105
Area 4: Duzsnok (Sajószentpéter)	110
II. Paleoecological evaluation	112
Salgótarján Brown-Coal Formation: paleoecological description of the benthonic Mollusca associations	113
Spatial relations of biofacies	115
Biofacies variations in space and time in the E Borsod Basin	117
III. Paleogeographic interpretation	121
IV. Biostratigraphic interpretation	124

References .....	143
Plates .....	147
<b>DR. I. KÖRE CZ-LAKY: A study of Ottngian foraminifers from the Eastern Borsod Basin (N Hungary) .....</b>	<b>179</b>
Introduction .....	181
I. The Újdiósgyőr-Forrásvölgy area of study .....	182
Borehole Diósgyőr 366/3 .....	182
Borehole Diósgyőr 367/13 .....	185
II. The Tardona—Peres area of study .....	185
Borehole Tardona 66 .....	185
Borehole Tardona 69 .....	185
Borehole Tardona 78 .....	189
III. Study areas Feketevölgy VI and VII .....	189
Borehole Sajóalgóc 10 .....	189
Borehole Sajóalgóc 22 .....	189
Borehole Kurittyán 630 .....	190
Borehole Kurittyán 631 .....	190
Borehole Ormosbánya 322 .....	190
Borehole Ormosbánya 323 .....	191
Borehole Felsőnyárad 6 .....	191
Borehole Felsőnyárad 300 .....	191
Borehole Felsőnyárad 301 .....	192
Borehole Jákfalva 55 .....	193
IV. The Duzsnok (Sajószentpéter) area of study .....	194
Borehole Sajószentpéter 120 .....	195
Borehole Sajószentpéter 121 .....	197
Borehole Sajószentpéter 123 .....	197
Borehole Sajószentpéter 126 .....	197
Stratigraphical evaluation .....	198
Paleogeographical relations .....	206
Paleoecological conclusions .....	206
Summary .....	208
References .....	219
Plates .....	221
* * *	
<b>DR. KÓKAY JÓZSEF: A Középső- és a Keleti-Paratethys kapcsolata a felső-bádeni tenger sótartalom-viszonyai tükrében .....</b>	<b>68</b>
Irodalom .....	73
Fényképtáblák .....	77
<b>DR. BOHNNÉ DR. HAVAS MARGIT: A kelet-borsodi medence ottngai képződményeinek Mollusca vizsgálata</b>	<b>129</b>
Bevezetés .....	129
I. A kutatási területek földtani felépítése és faunisztikai jellemzése .....	130
1. Újdiósgyőr-Forrásvölgy kutatási terület .....	130
2. Tardona—Peres kutatási terület .....	132
3. Felsőnyárad—Sajóalgóc kutatási terület .....	132
4. Duzsnok (Sajószentpéter) kutatási terület .....	133
II. Paleoökológiai értékelés .....	135
A Salgótarjáni Barnaköszén Formáció bentosz Mollusca asszociációinak paleoökológiai jellemzése .....	135
A biofáciések térbeli kapcsolatai .....	137
A biofáciések tér- és időbeli változásai a kelet-borsodi medencében .....	137
III. Ősföldrajzi értékelés .....	140
IV. Biosztratigráfiai értékelés .....	142
Irodalom .....	143
Fényképtáblák .....	147
<b>KÖRE CZNÉ DR. LAKY ILONA: A kelet-borsodi medence ottngai képződményeinek Foraminifera vizsgálata</b>	<b>209</b>
Bevezetés .....	209
I. Újdiósgyőr-forrásvölgyi kutatási terület .....	210
Diósgyőr 366/3. sz. fúrás .....	210
Diósgyőr 367/13. sz. fúrás .....	210

II. Tardona—peresi kutatási terület .....	211
Tardona 66. sz. fúrás .....	211
Tardona 69. sz. fúrás .....	211
Tardona 78. sz. fúrás .....	211
III. Feketevölgy VI—VII. kutatási terület .....	212
Sajógalgóc 10. sz. fúrás .....	212
Sajógalgóc 22. sz. fúrás .....	212
Kurittyán 630. sz. fúrás .....	212
Kurittyán 631. sz. fúrás .....	212
Ormosbánya 322. sz. fúrás .....	213
Ormosbánya 323. sz. fúrás .....	213
Felsőnyárad 296. sz. fúrás .....	213
Felsőnyárad 300. sz. fúrás .....	213
Felsőnyárad 301. sz. fúrás .....	213
Jákfalva 55. sz. fúrás .....	213
IV. Duzsnoki (Sajószentpéteri) kutatási terület .....	214
Sajószentpéter 120. sz. fúrás .....	214
Sajószentpéter 121. sz. fúrás .....	214
Sajószentpéter 123. sz. fúrás .....	214
Sajószentpéter 126. sz. fúrás .....	214
Rétegtani értékelés .....	215
Ősföldrajzi kapcsolatok .....	216
Paleoökológiai következtetések .....	216
Összefoglalás .....	218
Irodalom .....	219
Fényképtáblák .....	221



**CENTRAL AND EASTERN PARATETHYAN  
INTERRELATIONS IN THE LIGHT OF LATE BADENIAN  
SALINITY CONDITIONS**

by

DR. J. KÓKAY

**A KÖZÉPSŐ- ÉS A KELETI-PARATETHYS KAPCSOLATA  
A FELSŐ-BÁDENI TENGER SÓTARTALOM-VISZONYAI TÜKRÉBEN**

Írta:

DR. KÓKAY JÓZSEF





# CENTRAL AND EASTERN PARATETHYAN INTERRELATIONS IN THE LIGHT OF LATE BADENIAN SALINITY CONDITIONS

## INTRODUCTION

In 1965, upon request by the Hungarian Geological Institute (MÁFI), I carried out a study of Miocene megafossils found in core samples from borehole Perbál 5. Beneath formations of certainly Sarmatian age, at the top of Upper Badenian marine deposits, I identified *Spaniodontella* sp. and *Cultellus* sp., molluscan species quite unusual in the Badenian of the Central Paratethys and clearly indicative of connections with the Eastern Paratethys. Reckoning with further data and materials to be gained through large-scale mineral explorations, I put then the rock samples aside.

In his work on the Miocene of the eastern Mecsek Mts (1970), G. HÁMOR deals with a formation of Pécsvárad that resembles the facies of "Buglow" type. From a limestone not studied paleontologically in any detail, he mentions two characteristic molluscan species: *Venus konkensis* and *Congeria sandbergeri*. He takes the formation to be of Sarmatian age "without deducing any further stratigraphic conclusions".

Subsequently, new samples were gained from exploratory drilling made in the Mány—Zsámbék basin and in the Tapolca Basin (Fig. 1). Towards the end of the 1970's, exposures were made at the construction sites of Őrs vezér tér and the nearby Keresztúri út, in Budapest. From the Upper Badenian marine deposits exposed there, fossils were collected layer by layer (J. KÓKAY—S. MIHÁLY—P. MÜLLER 1984).

A summarizing deal with this extremely rich and peculiar molluscan assemblage and its faciological interpretation was stimulating enough for me to take the liberty of writing this account. By this work I wish to answer questions concerning the latest Badenian history of the Central Paratethys, hitherto not properly elucidated. In other words, my primary goal has not been to present Upper Badenian sequences to the reader, but just to study at closer scrutiny those features suggestive of Eastern Paratethyan connections, to summarize them in an event-stratigraphical and paleogeographical frame, relying first of all and most purposefully on malacological results.

Only formations assigned to the Upper Badenian "Kosovian" substage (SENEŠ—STEININGER—PAPP 1978) have been worthy of dealing with for a more detailed examination and evaluation, since Badenian deposits older than these are practically devoid of faunal elements of interest for the subject chosen.

The local nomenclature of Miocene stratigraphy, as proposed by A. PAPP and J. SENEŠ (1978) and R. L. MERKLIN (1953) and others, is presented in Table 1.

For this study, the knowledge of the "Konkian" stage of the Eastern Paratethys has been essential. The Konkian was described, after N. SOKOLOV's key section (1899), by N. ANDRUSOV (1916) near Veselyanka village by the river Konka on the northern Black Sea coast. The holostratotype of the Konkian represents only the upper part of what is contained in the full notion of the stage, a part called the "Veselyanka" horizon or "substage" (F. F. STEININGER—L. NEVESSKAYA 1975; p. 252). The lower part is called the "Sartaganian" horizon or substage (*ibid.*, p. 319).

Some earlier authors (R. L. MERKLIN 1953; MERKLIN—NEVESSKAYA 1955; E. POPA-DIMIAN 1962; E. KOJUMDIEVA—B. STRASIMIROV 1965) distinguished the basal Konkian as a separate horizon which they called the "Kartvell" Beds (substage). This one, however, cannot be considered to represent a definite horizon. It is by and large a shallow-water sandy facies counterpart of the lower part of the Sartaganian sequence, being characterized by the abundance of *Pholas* forms. For this reason, it has not been included in the stratigraphic scale adopted for the Neogene of the Paratethys (STEININGER—NEVESSKAYA 1975) as a separate stratigraphic unit, however, some authors may be expected to use it in their forthcoming studies.

MERKLIN (1953) proposed to use the term "Veselyankian" for the upper part of the Konkian, and he takes it to be equivalent to the "Buglowian" horizon (in s.s. LASKAREV 1903). The priority belongs to the term Veselyankian—a name commonly adopted in the latest literature. The long dispute about the "Buglowian" and Konkian beds is already closed (A. PAPP—J. SENEŠ 1978, F. MARINESCU—J. SENEŠ 1974) and the scale featured in Table 1 has been accepted by me too.

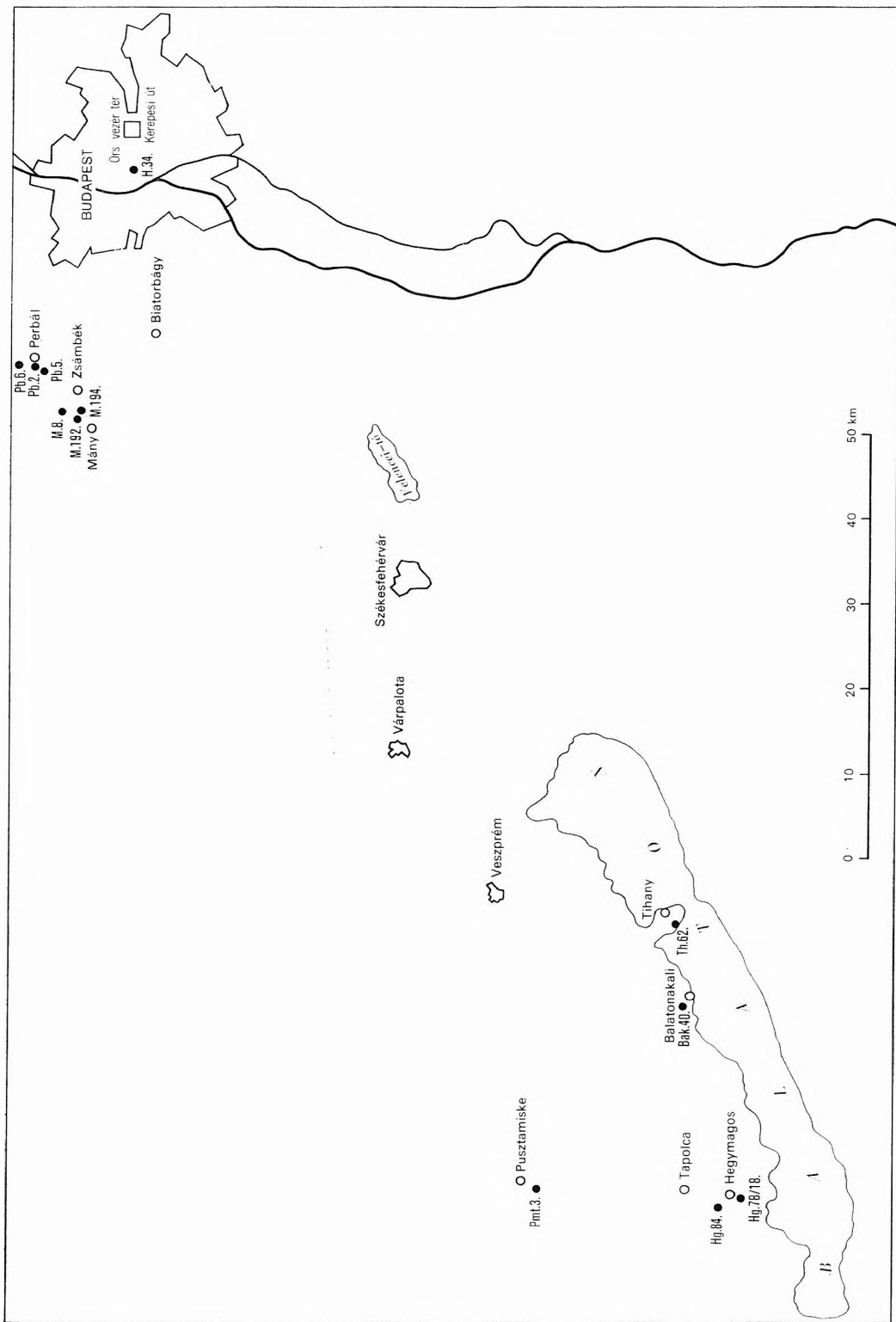


Fig. 1. Location chart of boreholes and outcrops  
 1. ábra. Fúrások és feltárások helyszínrajza

Table 1 — 1. táblázat

**Stratigraphic nomenclature and correlation of the Miocene in the Central and Eastern Paratethys**  
**A Középső- és Keleti-Paratethys miocén rétegtani nevezéktana és korrelációja**

Central Paratethys	Eastern Paratethys	
	Stage	Substage, horizon
“Lower Pannonian” Sarmatian	Sarmatian	Meotian Chersonian Bessarabian Volhynian
Upper Badenian (Kosovian)	Konkian	Veselyankian (Buglovian) Sartaganian (Lower Konkian)
Middle Badenian (Wieliczian)	Karaganian	
Lower Badenian (Moranian)	Chokrakian	
	Tarkhanian	
Karpatian — Otnangian	Kozachurian	
Eggenburgian	Sakaraulian	

The Konkian is overlain by the Sarmatian, being underlain by the “Karaganian” (Spaniodontella-bearing) stage.

It is to be noted that in literature the E Paratethyan faunal province is referred to as Crimocaucasian, Ponto-Caspian or Euxino-Caspian as well.

\* \* \*

I would like to express my gratitude to colleagues S. MIHÁLY and P. MÜLLER, who helped me in collecting the material and studying the profiles. To P. MÜLLER I am particularly indebted, in addition, for his assistance in preparing silicon rubber moulds. Without this, I would not have been ready for getting my work on.



## 1. Budapest

Having penetrated the eastern foreland of the present-day Buda Mountains from the south, the Late Badenian sea deposited a marine sedimentary sequence, from 10 to 30 m thick, in the fore-deep. The large-scale building projects launched in latest years have opened a good many of new rock exposures.

*Exposures at Őrs vezér tér*

During foundations for the department store Sugár Áruház, Badenian formations were exposed (Fig. 2 and 3).

Canalization in neighbouring Kerepesi út has exposed the lower part of the Upper Badenian marine sequence, i.e. marine beds deposited in normal-saline seawater with reef-building corals and with no molluscs of E Paratethyan origin.

1. The oldest bed is well-sorted small-grained sand 5.8 m thick, the so-called "Main Sand" bed (J. KÓKAY—S. MIHÁLY—P. MÜLLER 1984). The rich fauna of the sand is represented by Pecten and Scutella. *Flabellipecten leythajanus* and *Pecten adunctus* as well as *Scutella vindobonensis* are predominant. From the formation in question, 13 Echinoidea species were determined by S. MIHÁLY, 5 Decapoda taxa by P. MÜLLER and 45 Mollusca species by mæ. These include 7 species (e.g. *Loripes dujardini*, *Ervilia miopusilla*, *Theodoxus pictus*, etc.) that favoured a brachyhaline environment as well. They do not abound in the exposure. 5 species occur in the Sarmatian as well.

2. Above the sand, 2.2 m of fossil-rich limestone, a weakly cemented bioclast, follows. (In the papers cited just above, it is referred to as "Upper Limestone".) A characteristic feature of the rock is the abundance of small-sized Chlamys species (most frequent forms: *Chlamys malvinae*, *Ch. opercularis*, *Ch. rákosense*). The total number of taxa I could distinguish has been only 132, of which 14 Pectinidae. From among the molluscs, none is indicative of an E Paratethyan connection, 9 species liked brackish-water environments (but these are just sporadic) and I have found only 3 species occurring in the Sarmatian, too (*Loripes dentatus niveus*, *Terebralia bidentata lignitarum*, *Polinices catena helicina*).

In addition to the Mollusca, 8 Echinoidea and 9 Decapoda were found too. Among Foraminifera, *Borelis melo* abounds in the rock. In addition to it, there is another larger Foraminifera, too, determined by I. KORECZ-LAKY, with some reserve though, as *Spirolina rimosa ukrainica* DIDKOVSKIJ 1959 (Plate I, f. 1, 2). Its original occurrence is known from the S Ukrainian deposits of the Meotian sea. The agreement is very good, but whereas the specimens described from there vary between 0.6 and 1.0 mm, here they are 2 to 4 mm in size. The form in question occurs from the very base of the Badenian sequence up to its topmost part, and not only in Budapest, but even farther west (Mány, Balatonakali), and even in the Mecsek Mts (Pécsvárad). — As verbally stated by I. ČIČHA, he had never met it at other Central Paratethyan localities. Since the species in question is known only from Meotian deposits and since the Meotian sea communicated with the Mediterranean, the possibility that this Spirolina species too has immigrated from the Mediterranean is quite plausible. This possibility should be regarded, however, just as a hypothesis, as it has not yet been recovered from the Mediterranean Miocene.

Many thin-shelled Chlamys and similarly thin-shelled Echinoidea, together with spicules of Silicospongia, as preserved in one mass, moreover ramose Bryozoan colonies and the sedimentation circumstances suggest that the water depth reached 40 to 50 m and the water was, of course, normal saline.

3. The "Upper Limestone" is conformably overlain by 0.5 m of white, loose, pulverulent lime mud. Molluscan casts recognizable in the rock: *Chlamys* cfr. *biaense*, *Loripes dujardini*, *Cardium ruthenicum*, *Ervilia pusilla dissita*, *Lutraria* cfr. *angusta*, *Hydrobia ventrosa*, *Actaeocina lajonkaireana*.

From among the seven molluscs, the presence of *Cardium* and *Ervilia* suggests an E Paratethyan influence, and five of them occur in the Sarmatian as well. A decrease in salinity is obvious, so the seawater seems to have had a salinity of about 20‰. The presence of *Chlamys* and *Lutraria* species proves that the deposit is of Badenian age.

In the washing residue, *Elphidium macellum*, *Ammonia beccarii*, *Spirolina* sp. and *Miliolidea* are found.

This formation does not differ at all from the limestone overlying it, as far as the character of the fauna is concerned.

4. Superimposed on the former is a compact, hard limestone (0.8 m) getting distinctly bedded higher up the profile. It is characterized by the presence of yellowish-grey, unequally disseminated, fine air-fall tuff, by a low amount of biotite and the scarcity of molluscan casts. Pores due to root tracks are observable in the upper part.

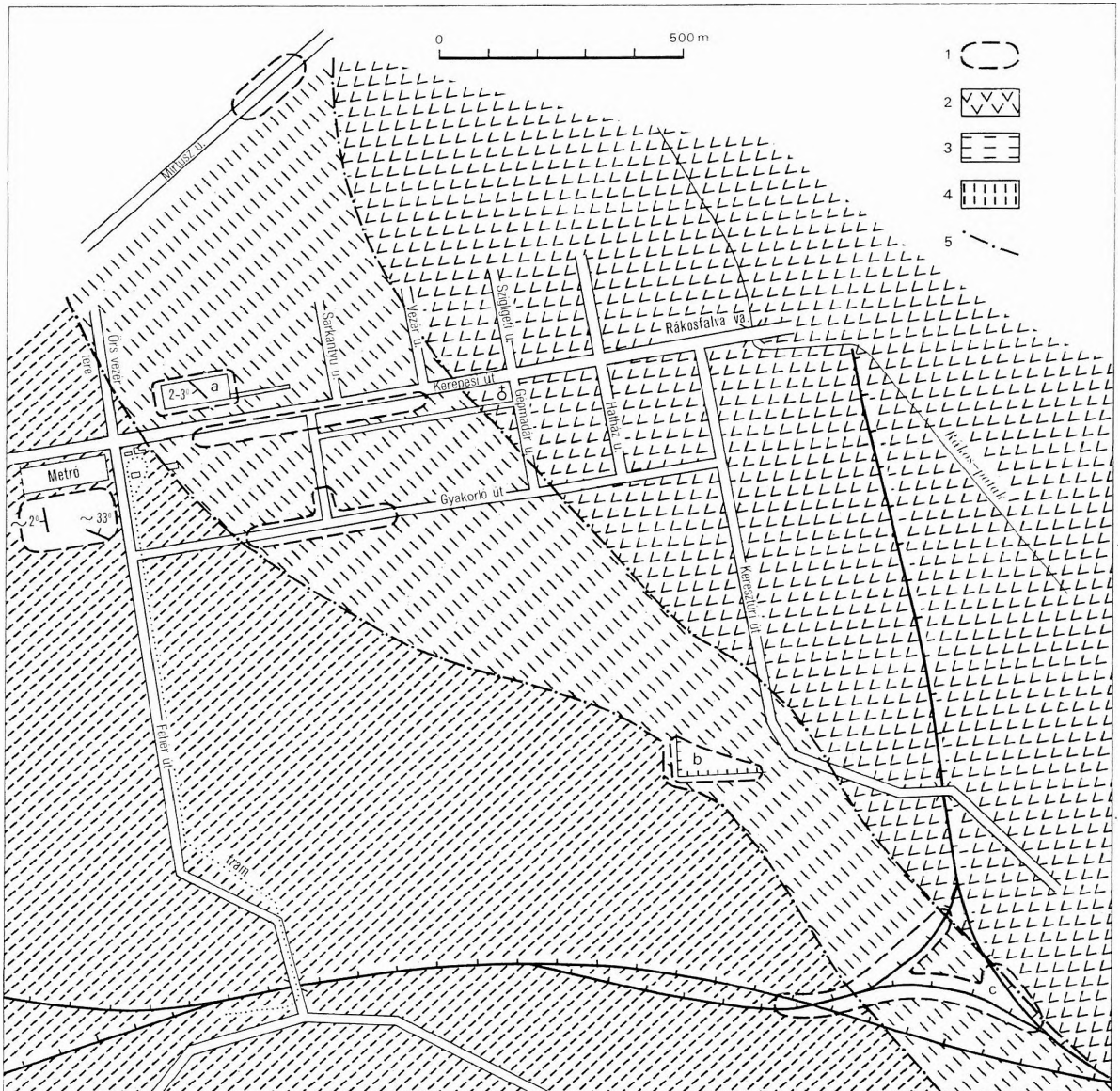


Fig. 2. Layout of exposures around Örs vezér tér and Keresztúri út  
(J. KÓKAY—S. MIHÁLY—P. MÜLLER 1984)

1. Exposures: a) Örs vezér tér (Department Store Sugár), b) Keresztúri út, c) Rákosi vasúti delta. 2. Middle Rhyolite Tuff, 3. Upper Badenian, 4. Sarmatian. 5. Boundaries of extension of Upper Badenian deposits

2. ábra. Az Örs vezér tér és a Keresztúri út környéki feltárások helyszínrajza  
(KÓKAY J.—MIHÁLY S.—MÜLLER P. 1984)

1. Feltárások: a) Örs vezér tér (Sugár Áruház), b) Keresztúri út, c) Rákosi Áruház delta. 2. Középső riolituffa, 3. felső-bádeni rétegek, 4. szarmata rétegek, 5. A felső-bádeni képződmények feltételezett határa

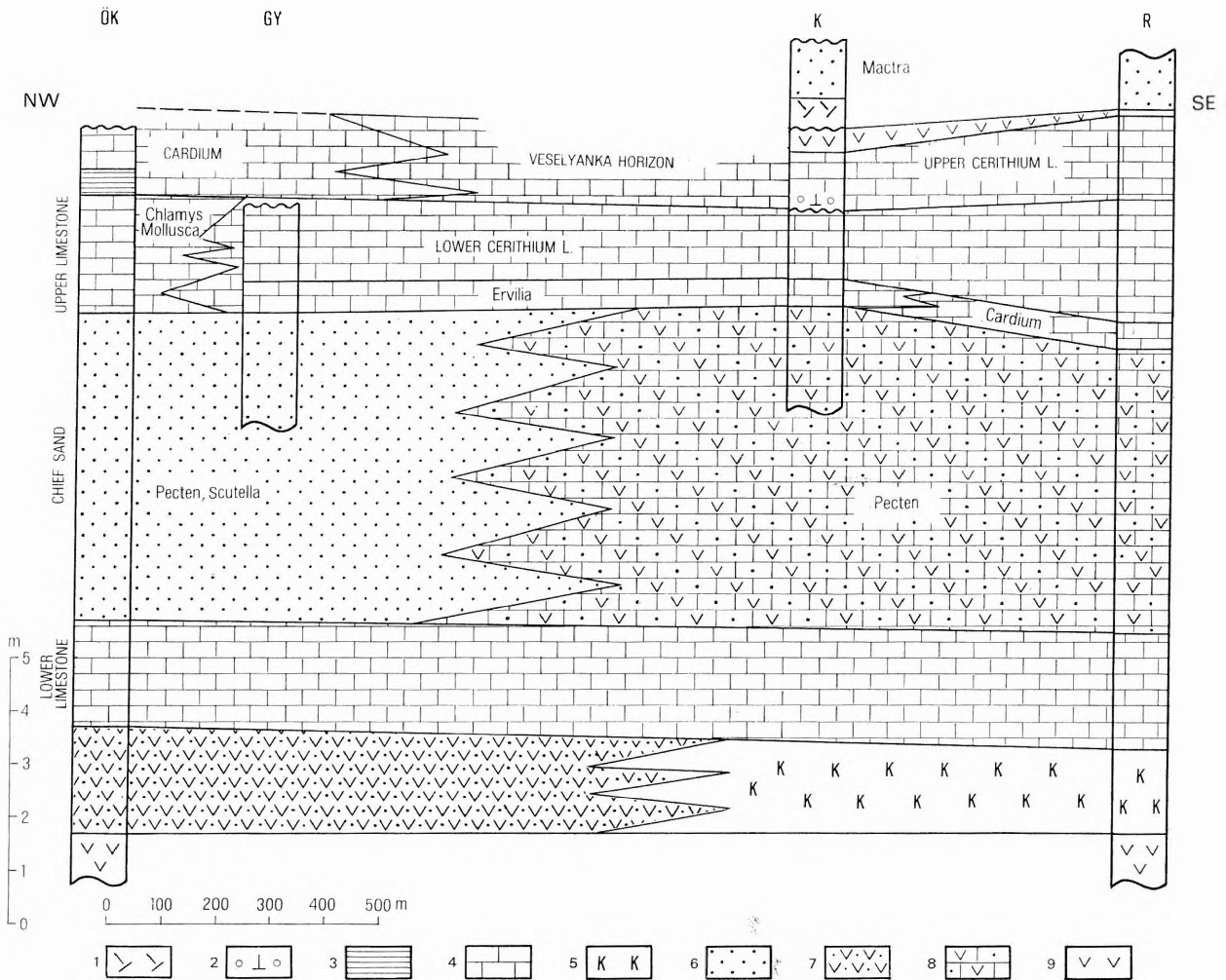


Fig. 3. Facies profile of the Upper Badenian as developed in exposures in Budapest

ÖK = Örs vezér tér és Kerepesi út, Gy = Gyakorló út, K = Keresztúri út, R = Rákosi vasúti delta. — 1. Clastics, 2. bioclasts, 3. lime-mud, 4. limestone, 5. coral reef, 6. sand, 7. tuffitic sand, 8. tuffitic unconsolidated sandstone, 9. tuffite. Above the tuffite (K and R): Sarmatian

3. ábra. Felső-bádeni képződmények fáciesszelvénye a budapesti feltárások alapján

ÖK = Örs vezér tér és Kerepesi út, Gy = Gyakorló út, K = Keresztúri út, R = Rákosi vasúti delta. — 1. Durva törmelék, 2. bioklaszt, 3. mészszip, 4. mészkő, 5. korallzátony, 6. homok, 7. tufitos homok, 8. tufitos laza homokkő, 9. tufit. A tufitréteg fedője (K és R): szarmata

By grinding a total of about 100 kg of rock, we could collect a molluscan fauna consisting of 33 taxa. One species from the root-track-patterned upper zone (*Pomatias* sp.) is a terrestrial one. The most frequent species (Table 2) are: *Cardium ruthenicum* var., *Chlamys diaphana*, *Ervilia pusilla dissita* and *Maetra basteroti konkensis*. Out of a total of 32 marine species 14 are suggestive of an E Paratethyan origin, 25 are "philobrackish" and 17 occur in Sarmatian deposits as well.

I have assigned to species of E Paratethyan provenance even forms hitherto unknown from the eastern Middle Miocene, their occurrence having been restricted to the Sarmatian (*Cardium* cfr. *kaudense volhynicum*, *C. lithopodolicum*, *Maetra andrussowi*, *Calliostoma* cfr. *angulatum spirocarinatum*).

Typically Central Paratethyan forms within the faunal assemblage are 12 (Badenian) species: *Lima inflata*, *Taras rotundatus*, *Lucina fragilis lecointreae*, *Calliostoma turricula*, *Sandbergeria perpusilla*, *Alaba costellata anomala*, etc.

7 forms are characteristic of the Middle Miocene of the E Paratethys: *Taras rotundatus*, *Cardium kokkopicum*, *Maetra basteroti*, *M. basteroti konkensis*, *Actaeocina lajonkaireana buhlovensis*, *Cylichna melitopolitana* and *Ervilia trigonula*.

*Cardium ruthenicum*, *C. praeplicatum*, *Ervilia trigonula*, *E. pusilla dissita* are forms known both from Konkian and Sarmatian deposits.

From the 32 taxa, 24 are known in the Middle Miocene of Crimo-Caucasian as well.

Conclusions deduceable from the faunal assemblage:

a) The seawater is observed to have strongly decreased in salinity, having had a salinity of approximately 20 to 25‰ at the time of deposition of the bed (or rather at the lower boundary), but higher than the 12 to 16‰ figure suggested for the Sarmatian sea (see Table 2).\*

b) In spite of the possible occurrence in Sarmatian beds of about a half of the fauna of the deposit, it is naturally pre-Sarmatian in age. This is suggested by the presence of Badenian and Middle Miocene elements of E Paratethyan provenance (see the description of species).

c) The faunal assemblage as a whole greatly resembles that of the Veselyankian (Buglovian) substage, i.e. the upper part of the Konkian stage (MARINESCU—SENEŠ 1974, p. 137):

- transitional species between the marine Miocene and the E Paratethyan endemic forms: *Loripes dentatus niveus*, *Ervilia trigonula*, *Maetra basteroti konkensis*;
- Miocene forms of Mediterranean type: *Lima inflata*, *Chlamys diaphana*, *Taras rotundatus*, etc.;
- forms common in both the Veselyankian and the Sarmatian beds: *Ervilia pusilla dissita*, *Loripes dujardini*, *Cardium praeplicatum*, *C. ruthenicum*, *C. lithopodolicum*, *Pirenella hartbergensis schildbachensis*, etc.

In my opinion, and as shown by the examination of the fauna just outlined, the white calcareous silt and compact limestone above the "Upper Limestone" of Örs vezér tér represent, as final member of the Badenian sequence, the Veselyankian horizon.

Among Foraminifera, the representatives of Miliolidea and *Spirolina laubei* are most frequent, whereas *Spirolina* sp. and *Borelis melo* also occur but in rare cases.

The limestone bed is overlain in the exposure by Quaternary gravels, but, a couple of metres farther dipwards (W), already Sarmatian clay was observed as exposed.

#### *The exposure of Keresztúri út*

The road-cut made at a distance of 1.3 km SSE of the Örs vezér tér shopping centre (KÓKAY—MIHÁLY—MÜLLER 1984) is about 3 to 4 m high (Fig. 2 and 3). This exposure too begins with the so-called "Main Sand" which, however, is followed here not by the purely marine "Upper Limestone" of Örs vezér tér with smaller pectinids, being overlain:

1. by 0.55 m of *Ervilia* limestone which is dirty white to drab, strongly porous owing to dissolution of abundant *Ervilia* shells, loose and unbedded. *Ervilia dissita* and *E. miopusilla* are the most frequent species in the formation. A total of 34 molluscan taxa could be collected. In addition to *Ervilia*, the following forms are rather frequent and typical: *Theodoxus pictus nivosus*, *Cerithium europaeum*, *C. crenatum procrenatum*, *Nassa schönni*, *Glycymeris obtusatus*, *Taras rotundatus caucasicus*, *Cardium ruthenicum*, *Gafrarium eximium*, *Donacilla cornea*, *Thracia papyracea*. 5 forms derive from the E Paratethys: *Taras rotundatus caucasicus*, *Ervilia trigonula*, *E. pusilla dissita*, *Cardium praeplicatum*, *C. ruthenicum*. — The 34 species present include 7 that are common in the Sarmatian as well and, in addition, there are 16 philobranchish species. The non-philobranchish ones (e.g. *Glycymeris obtusatus*, *Codokia leonina*, etc.) are usually of small growth, being juvenile specimens.

A reduction in the size of molluscs not favouring a seawater of reduced salinity in the Black Sea is mentioned by M. BACESCU—G. MÜLLER—M. GOMOIU (1971, p. 180).

J. SENEŠ (1956) believes the sediment characterized by the abundance of *Ervilia* to have been formed in a seawater of a salinity of about 20 to 22‰, namely in the so-called "laminaria" zone (3 to 28 m depth).

2. 1.25 m of limestone, bedded, with *Cerithium* and *Spirolina* ("Lower *Cerithium* Limestone"), representing, in its upper half, a bioclast showing a cross-lamination reflecting the effect of wave action. It includes beds abounding with *Cerithium*, while thin interlayers show the presence of *Mesodesma* (*Donacilla*) *corneum*, a tiny bivalve associated with *Loripes* species. [*Mesodesma corneum* is common in both the Black Sea and the oligohaline Sea of Azov too, being observable mainly on a sandy bottom (O. A. SKARLATO—J. I. STARABOGATOV 1972, p. 225).] In beds of bioclastic character *Spirolina rimosa ukrainica* specimens of 2 to 3 mm size and *Borelis melo* are quite frequent.

From the limestone, I have determined 105 molluscan species of which about 40% is philobranchish, 18 forms are common in the Sarmatian as well and the following 10 forms are of Ponto-Caspian

\* I have made estimates to assess the salinity demand and tolerance of the individual molluscan taxa. The salinity ranges adopted were borrowed from HILTERMANN (KÓKAY 1966) with the only difference that the oligohaline range was combined into what I referred to as "aligsós" ("scarcely saline"). For the estimates I used, in addition, data from SENEŠ (1955, 1956), ŠVAGROVSKY (1960), BACESCU—MÜLLER—GOMOIU (1971) and others, as well as my own observations (1966; 1967a). The salinity ranges are shown here on the salinity column of borehole Hegyímagos 78/18 (Fig. 7). In Tables 2 and 4 to 6, I have split the upper brackish range (20–30‰) into two parts (20–25 and 25–30‰).



provenance: *Bittium reticulatum konkensis*, *Cylichna melitopolitana*, *Modiolus incrassatus*, *M. incrassatus buglovensis*, *Taras rotundatus caucasicus*, *Cardium ruthenicum*, *C. praeplicatum*, *C. obsoletum* subjuv., *Irus gregarius modestus*, *Ervilia trigonula*.

Most frequent forms in the fauna are: *Theodoxus pictus*, *Pirenella hartbergensis rüdti*, *P. biseriata*, *Sandbergeria perpusilla*, *Bittium reticulatum*, *Cerithium europaeum*, *C. boettgeri*, *C. crenatum podhorcense*, *C. bronni*, *Cantharus exsculptus*, *Nassa schönni*, *Actaeocina lajonkaireana*, *Modiolus mytiloides*, *Cardium ruthenicum*, *Venus basteroti latilamellata*, *Ervilia miopusilla*, *Donacilla cornea*.

This fauna too is characterized by the normal size of the philobrackish forms, while the forms requiring normal salinity are smaller, for the most part subjuvenile (e.g. *Diodora graeca*, *Scaphander lignarius targionius*, *Glycymeris obtusatus*, *Cancellaria lyrata*, etc.).

The salinity of the seawater seems to have risen a little bit higher than it was the case at the time of *Ervilia* limestone deposition, but it could not be more than 25‰. The fauna is very similar to the mollusc communities existing down to about 20 m depth in the Sea of Marmara (A. OSTROUMOV 1896), where the salinity is about 25‰ (K. NATTERER 1895).

Hence, the water depth seems to have been smaller, just a few m, than it was the case at the time of deposition of the underlying *Ervilia* limestone. This is suggested by the fact that the rock is for a considerable part bioclastic, moreover by a cross-bedding due to surf action, and by the intraformational accumulation of black *Ervilia* limestone nodules in the lower half of the deposit.

3. 0.05 m of gravelly limestone overlying with some unconformity the cross-bedded bioclastic formation. The pebbles include recognizable rounded debris deriving from the "Lower *Cerithium* Limestone" underneath. The most frequent molluscs are specimens of smaller size and of reduced ornamentation of *Cerithium europaeum* and representatives of *Pirenella hartbergensis rüdti*.

4. Next to follow in the profile is 0.1 m of Bryozoa—Vermes-bearing limestone. The rock is characterized by the presence of Foraminifera (mainly *Borelis melo*), beds with molluscan casts, mat-like colonies of Bryozoans and a maze of Vermes (*Serpula* sp.). In the Bryozoan colonies, tiny *Balanus* sp. specimens are often found. Some of a total of 53 identified molluscan species may have been re-deposited from the underlying "Lower *Cerithium* Limestone", but the intact and double-valved forms occurring in the overlying formation as well must be regarded as certainly autochthonous.

From among the 53 taxa identified from the Bryozoa—Vermes bed, 32 are surely autochthonous; 6 forms are suggestive of E Paratethyan connections (6 of the 32 autochthonous forms are so, too): *Modiolus incrassatus*, *M. incrassatus buglovensis*, *Cardium ruthenicum*, *Paphia vitaliana infrasarmatica*, *Ervilia trigonula*, *Bittium reticulatum konkensis*.

28 of the 32 autochthonous species are philobrackish, 14 are indicative of the Badenian [e.g. *Diodora graeca*, *Murex (Hexaplex) austriacus*, *Nassa dorsaniformis*, *Clavatulula schreibersi*, etc.)] and 13 are forms occurring in the Sarmatian as well.

5. A 0.65-m-thick layer of white, loose, medium- to small-grained, calcareous, tuffitic sandstone characterized by the high frequency of *Cerithium* ("Upper *Cerithium* Bed"), along with other molluscs.

Most frequent molluscan casts in the deposit belong to a subjuvenile *Cerithium europaeum* having a simplified, i.e. reduced, ornament suggestive of an environment with less favourable salinity conditions (reduced salinity). A reduction in size is observable in the case of other forms, ones of a higher salinity demand, as well (e.g. *Pyrgula* cfr. *geometra* juv.).

From a total of 40 Mollusca species recovered from the bed in question, 22 are philobrackish, 10 occur in the Sarmatian as well and 10 derive from the E Paratethys. These are: *Modiolus incrassatus buglovensis*, *M. ustjurtensis*, *Taras rotundatus caucasicus*, *Cardium mányense*, *Paphia secunda*, *P.* cfr. *vitalina infrasarmatica*, *Cardium ruthenicum*, *C. praeplicatum*, *Ervilia trigonula*, *E. pusilla dissita*.

The first five of them are common only in the pre-Sarmatian deposits of the E Paratethys.

From the 40 species, 24 are indicative of the Badenian: *Gibbula affinis*, *Calliostoma planatum crassior*, *Rissoina podolica*, *Sandbergeria perpusilla*, *S. spiralissima*, *Alaba costellata anomala*, *Cerithium europaeum*, *Cantharus exsculptus*, *Chlamys rákosense*, etc. Form among the Foraminifera, *Borelis melo*, *Spirolina laubei*, *Spirolina* sp. and *Miliolina* are recognizable in the rock.

6. Next to follow higher up the profile is 0.25 m of oölitic, slightly tuffitic brownish-yellow limestone. The rock is poor in fossils, *Ervilia trigonula*, Bryozoa, *Spirolina* sp., *Miliolidea* and root traces being rarely observable.

7. 0.40 m of bentonitic dacite tuff with calcareous streaks in the middle of the bed.

8. 0.60 m of clastics composed of scarcely rounded debris of two underlying rock types (2 to 4 cm in diameter). Produced by wave action, the clastics have remained in situ, indicating ephemeral changes in sea level. The clastic bed is already considered to be a basal Sarmatian formation.

9. Approximately 1.0 m of grey medium- to fine-grained quartz sand with dacite pumice debris containing, at the base, calcareous sandstone streaks forming a kind of "veinlet". The interbedded layers show an upward increase in thickness and lime content. Mollusca fauna of the sandstone- and sandy limestone streaks or layers: *Calliostoma angulatum*, *Hydrobia* sp., *Cardium ruthenicum*, *C.* cfr. *lithopodolicum*, *Cardium* sp., *Ervilia pusilla dissita*, *E. trigonula*, *Macra eichwaldi*.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Lucina (Loripinus) fragilis lecointreae</i> COSSM. — PEYR.	+							+										
<i>Lutetia (Spaniodontella) sokolovi</i> SINZ.				○														
<i>Cardium obsoletum</i> EICHW.			+	+							+							
<i>Cardium ruthenicum</i> HILB.			+															
<i>Cardium kokkappicum</i> ANDR.	+																	
<i>Cardium lithopodolicum</i> DUB.	+																	
<i>Cardium irregulare</i> EICHW.										?								
<i>Cardium</i> cf. <i>fischeriforme millelocum</i> SIDOR.																		
<i>Cardium</i> cf. <i>kaudense volhymicum</i> GRISCHK.	+	+																
<i>Cardium praeplicatum</i> HILB.			+		×	+												
<i>Cardium niyngense</i> KOKAY			+		×													
<i>Cardium scythicum</i> SOK.																		
<i>Cardium</i> sp.					×													
<i>Cardium (Acanthocardia) aculeatum</i> plator Bog.			+															
<i>Cardium (Acanthocardia) paucicostatum</i> SOW. var.	+																	
<i>Parvicardium papillosum</i> POLI																		
<i>Parvicardium subhispidium</i> HILB.																		
<i>Trachycardium multicosatum</i> BROCC.																		
<i>Trachycardium pseudomulticosatum</i> ZHIZH.																		
<i>Erycina</i> sp.																		
<i>Dosinia lupinus</i> L.																		
<i>Venus basteroti latilamellata</i> KAUT.																		
<i>Paphia vitatica infrasaratica</i> ANDR.																		
<i>Paphia secunda</i> BOG.																		
<i>Gafrarium eximium</i> HÖRN.																		
<i>Ervilia trigonula</i> SOK.	×																	
<i>Ervilia miopusilla</i> BOGSCH	+																	
<i>Ervilia pusilla dissita</i> EICHW.	×																	
<i>Abra reflexa</i> EICHW.																		
<i>Abra alba scythica</i> SOK.																		
<i>Abra parabilis attalica</i> MERKL.																		
<i>Abra taurolonga</i> SACCO																		
<i>Lutraria</i> cf. <i>primipara</i> EICHW.																		
<i>Macra basteroti</i> MAY.	+																	

+ = rare — elfőrdül, X = few — kevés, ○ = common — gyakori, ● = abundant — tömeges.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Sandbergeria spiratissima</i> DUB.		+						+										
<i>Alaba costellata anomala</i> EICHW.		+						+										
<i>Alaba pangymna</i> COSSM.						+		+										
<i>Terebralia bidentata lignitarum</i> EICHW.						×		+										
<i>Bittium spina</i> PARTSCH				×				+										
<i>Bittium reticulatum</i> COSTA		+	+				+	+										
<i>Bittium reticulatum konkensis</i> SOK.		+	+				+	+										
<i>Cerithium europaeum</i> MAY. subjuv.		○	×			+		+										
<i>Cerithium crenatum procrenatum</i> SACCO subjuv.		+	+		+			+										
<i>Cerithium vulgatum miopinosum</i> SACCO		+	+					+										
<i>Cerithium vulgatum depressiornatum</i> SACCO		+	+					+										
<i>Cerithium</i> sp.		+	+					?										
<i>Calyptrea chinensis</i> L.		+				+		+										
<i>Calyptrea chinensis taurostriatellata</i> SACCO		+				+		+										
<i>Polinices catena helicina</i> BROCC.							+	+										
<i>Pirula (Ficus) cf. geometra</i> BOES. juv.		+						+										
<i>Murex (Hexaplex) austriacus</i> TOURN.		+						+										
<i>Murex</i> sp.		+						+										
<i>Cantharus easculptus</i> DUT. juv.		+						+										
<i>Dorsanum</i> sp.								?										
<i>Nassa dorsaniformis</i> SVAGR.		+						+										
<i>Mitra</i> sp. ( <i>ambigua hörnesi</i> MAY.?)		+	+					+										
<i>Clavatula schreibersi</i> HÖRN.		+						+										
<i>Ringicula auriculata buccinea</i> BROCC.		+						+										
<i>Pyramidella plicosa</i> BRONN		+						+										
<i>Eulinella nitidissima</i> MONT.		+						+										
<i>Retusa truncatula</i> BRUG.						×	+	+										
<i>Actaeocina lajonkaiareana</i> BAST.	+	+						+										
<i>Actaeocina lajonkaiareana buhlovenensis</i> FRIEDB.	+	+						+		+								
<i>Cylichna cf. meliopolitana</i> SOK.	+	+						+		+								
<i>Cylichna cylindracea convoluta</i> BROCC.	+	+						+		+								
<i>Pomatias</i> sp.	+	+						+		+	?							

The fauna includes no strictly Badenian form. *Maetra eichwaldi* is characteristic of the Sarmatian. All in all, the assemblage is diagnostic of the base of the Sarmatian.

Between the two exposures just described, at a distance of approximately 400 m from the Örs vezér ter site, there was another exposure that had resulted from canalization along Gyakorló út. This one exposed, essentially, a sequence lithologically and faunistically similar to the Keresztúri út exposure, but it extended vertically only up to the top of the "Lower Cerithium Beds".

*The exposure at Rákosi vasúti delta (railway-cut of Rákos)*

The railway-cut of Rákos (Fig. 2) is found at a distance of 500 m or so SSE of the Keresztúri út exposure. Having a rich fauna and exposed in full, this Upper Badenian key section is to be revised for documentary purposes—a revision which my colleague P. MÜLLER and myself have already started. During the last 100 years a host of scientists have studied the sequence in question (I. LŐRENTHEY 1913b, E. VADÁSZ 1906, F. SCHAFARZIK—A. VENDL 1929, etc.).

Earlier authors believed the "Tortonian—Sarmatian" boundary to be continuous, but they did not examine it in detail. Relying on a scrutinized sampling and study, we have cleared the problems of definition of the boundary.

I shall refrain from discussing the whole Upper Badenian sequence exposed in the railway-cut, for I have not intended to present Upper Badenian key sections, but my aim has been to study exhaustively the E Paratethyan connections. For this reason, I shall restrict myself to featuring the upper half of the sequence only, comparing it with the profiles already discussed (see Fig. 3).

1. The 5-m-thick "Main Sand" mentioned in the previous profiles is overlain by 0.4 m of unconsolidated, calcareous, mollusc-cast-bearing sandstone of dirty white colour deposited, as shown by the fossils examined, in a seawater of normal salinity (euhaline molluscs, echinids).

2. Next to follow in the profile is 0.5 m of dirty white, unbedded fossil-rich Cardium—Cerithium—Ervilia limestone. On evidence of the preliminary sampling the fauna of the limestone consists of 23 molluscan species. Most frequent in the formations in question is the species *Cardium (Acanthocardia) barrandei schafferi*. This one is found in abundance in the rock, but is represented, as a rule, by juvenile to subjuvenile specimens. As is well known, *Cardium* was observed to decrease in size eastwards in the Baltic Sea in correspondence with the reduction of salinity. Obviously this is the case here too, since the 23 species include 13 forms that are philobrackish: *Cerithium crenatum communitum*, *C. turonense*, *C. boettgeri*, *Theodoxus pictus*, *Cardium ruthenicum*, *Ervilia* sp. etc. (As far as *Cardium barrandei schafferi* is concerned, I do not regard it as philobrackish, for it was exactly by reducing its size that that species "protested" against the harsh environment with a salinity disadvantageous for its growth.)

In the formation in question, I have found six Crimo-Caucasian elements, i.e. forms presumably originating therefrom. Here they are: *Cardium ruthenicum*, *Ervilia trigonula*, *E. pusilla dissita*, *Paphia secunda*, *Modiolus incrassatus sultanensis*, *Paphia vitaliana infrasarmatica*.

Five forms are habitual in the Sarmatian as well, but abundant Badenian elements leave no doubt as far as the age of the formation is concerned. Such Badenian forms (17) are for example: *Oxystele patula orientalis*, *Scaphander lignarius traigionius*, *Cerithium* species, *Sandbergeria perpusilla*, *Cardium barrandei schafferi*, *Trachycardium multicostatum*, *Angulus planatus*, etc.

Conclusions: Hereabouts the water of normal salinity did not come up to the normal seawater figure having been as low as approximately 22 to 25‰.

The rest of the sequence shows a pattern akin to that of the section exposed in Keresztúri út and described in the foregoing. The differences are as follows:

3. The sequence corresponding to the "Lower Cerithium Beds" (2.25 m) is poorer in fossils and P. MÜLLER identified an oncoïd-stromatolite horizon in its lower zone. Its upper zone shows here too a wave action pattern of cross lamination.

4. Next to follow, with no unconformity, are 1.60 m of "Upper Cerithium Beds" represented by sandy limestone with *Cerithium*-bearing and molluscan intercalations. The fauna of the "Upper Cerithium Beds" is similar to the molluscan assemblage recovered from the corresponding member of the Keresztúri út exposure. In this case too, *Cerithium europaeum* predominates with a similarly subdued ornament. It is interesting to note that a peculiar species indicative of Ponto-Caspian connections has been recovered too: *Cardium (Acanthocardia) platovi* which occurs in deposits belonging to the Konkian\*.

\* After finalizing his manuscript, MÜLLER (1984) found euryhaline Decapoda remains, *Pilumnopus paratethyensis* MÜLL. and *Diogenes* sp., in the sequence. Forms closely related to the first one are living off W and E Africa.

From the "Upper Cerithium Beds", I have distinguished 28 molluscan taxa of which 20 are philobrackish, 10 are indicative of the Badenian, 12 occur in the Sarmatian as well, and 9 bear witness to an E Paratethyan connection (Table 2).

5. The dacite tuffite formation in the Keresztúri út exposure was 40 cm, here it is only 1 to 2 cm, in thickness. Above it, the detrital zone representing the base of the Sarmatian is missing. Instead, the dacite tuff is followed by 0.4 m of yellowish-white marly sandstone with *Ervilia* sp., *Hydrobia* sp., *Spirolina* sp., Miliolidae and root tracks.

6. Next to follow above the former is a Sarmatian sand and sandstone sequence in which *Maetra eichwaldi* is quite frequent.

**C o n c l u s i o n s** concerning the Örs vezér tér—Keresztúri út—Rákos "vasúti delta" section line:

The Upper Badenian sequences from the Örs vezér tér up to the railway-cut of Rákos are by and large similar in facies (Fig. 2 and 3) with similar faunal assemblages typical of a seawater of normal salinity. The sequence overlying the "Main Sands", however, shows a marked differentiation of facies along the section line:

— Along Örs vezér tér and Kerepesi út, the deposition of abundantly fossiliferous limestone ("Upper Limestone") at a water depth of at least 40 m continued, resulting in 2.2 m thickness of sediment. Of a total of 132 molluscan species, 9 are capable of tolerating a certain degree (upper brachyhaline) of reduction in salinity (and these are only sporadical species), being habitual in the Sarmatian as well.

— On the other hand, in the surroundings of Gyakorló út, Keresztúri út and Rákos "vasúti delta", brachyhaline sediments were deposited in a shallow-water environment, resulting, at the Keresztúri út site, in a thickness of 1.80 m. From the sequence in question, I have distinguished a total of 118 molluscan taxa including 40% philobrackish forms, i.e. forms enduring or favouring a reduction in salinity, frequently abundant, with a great number of individuals. The molluscs favouring an environment of normal salinity are reduced in size with a subdued ornament. 21 of the 118 forms are common in the Sarmatian as well, while 10 derive from the E Paratethys.

The sequence of the corresponding horizon at Rákos "vasúti delta" is 2.75 m thick, being characterized, at Keresztúri út, by a rather poor fauna. There is a remarkable difference, however, between the *Ervilia* limestone bed of Keresztúri út and the stratigraphically equivalent *Cardium*—*Cerithium*—*Ervilia* limestone bed of Rákos. The fact is that the latter occupies, from an ecological viewpoint (depth of deposition and particularly salinity), an intermediate position between the "Upper Limestone" of Örs vezér tér and the *Ervilia* limestone. Hence, it is an intermediate type rather than a transition to the Sarmatian (SCHAFARZIK—VENDL 1929).

Consequently, the isochrony of the two facies is obvious. This is confirmed basically by the identity and traceability of the underlying sands and by the lack of an unconformity between the "Main Sand" and the bed subsequent to it.

The question to find out the causes responsible for the great difference in salinity over such a small distance and for the presence of two different, though isochronous, facies is crucial. Alternatives:

1. Isolation into a lagoon. There is no evidence of a landlocking of this kind, the formations in question being of different character.

2. A stream may have emptied into the nearby sea and the fresh- to brackish water of low specific weight would be spread, in a thickness of 10—20—30 m, on top of the more dense seawater. For this reason, the sediments deposited at low depths would be formed in a brackish-water environment, with a brachyhaline fauna, whereas the deeper zones would be inhabited by a fauna typical of an environment of normal salinity. This alternative should be rejected for the following reasons:

— This phenomenon, as we shall see in the forthcoming discussion, is observable over a much larger area. Given the presence of a paleogeographic archipelagic environment, the emptying of a giant river into it is inconceivable, for this would have produced enormous masses of deltaic deposits which is not the case here. In the time span in question the influx of land-derived materials was strongly reduced, which in itself indicates that no major river could be entering the sea in this area.

— The hypothesis in question does not account for the admixture of Crimo-Caucasian elements to the fauna here.

3. The only realistic explanation for the genetic dissimilarity reflected by the pre-existing salinity of the two isochronous formations is as follows:

Towards the end of Late Badenian time the Earth's crust movements led to a reduction of the communication with the Mediterranean, and at the same time the communication with the Konkian sea of the E Paratethys widened. This resulted in the Central Paratethys area in the development of sea current conditions similar to the case of the modern Sea of Marmara. The fact is that the slightly saline Black Sea water (16 to 18‰) overflows (via Bosphorus) the denser waters into the basin of

the Sea of Marmara, while underneath a water of normal salinity arrives from the Aegean Sea (via Dardanelles). (The Black Sea is entered, underneath, by the topmost waters of 22 to 23‰ salinity of the Sea of Marmara, as the depth critical in terms of salinity in the Bosphorus is as low as 30 m).

Putting together the above mosaics, it can be concluded that between what is now Rákos "vasúti delta" and Örs vezér tere a somewhat elevated E—W striking ridge was formed in Late Badenian—Sarmatian time as a result of tectonic movements taken place at the boundary between the "Main Sand" and the "Upper Limestone".\* The implications may be listed as follows:

— Towards the end of Late Badenian time brackish-water sediments were deposited into which the seawater that was coming from the east and was "diluted above" introduced E Paratethyan faunal elements. This resulted in a salinity state "thin above, normal underneath". In other words, two successions of strongly different facies were formed within a few hundred metres in the area in question.

- The deposits on this ridge are thinner.
- The topmost Badenian dacite tuff is thicker owing to incoming land-derived sediments.
- The "Upper Cerithium Beds" (with some detritus and a thin Bryozoa—Vermes bed at their base) overly unconformably the Lower Cerithium Beds, while at Rákos "vasúti delta" their superposition is conformable. (At Örs vezér tér too, the superposition of the Veselyankian calcareous silt on the "Upper Limestone" sequence is conformable.)

\* \* \*

Overlying the "Upper Limestone", the formations that yielded the fauna of Veselyankian type at the Örs vezér tér site are obviously in the same stratigraphic horizon as the Bryozoa—Vermes beds and the "Upper Cerithium Beds" of Keresztúri út and the "Upper Cerithium Beds" of Rákos. At the Örs vezér tér site, the thickness of the deposit is at least 1.30 m, at the Keresztúri út site, the thickness down to the Sarmatian basal detritus is 1.45 m, while at Rákos it is only 1.60 m. The faunal assemblages of the three localities are compared with one another in Table 2 and 3.

Table 3 — 3. táblázat

Mollusca fauna of Örs vezér tér (1), Keresztúri út (2) and Rákosi delta (3): a quantitative comparison  
Az Örs vezér tér (1), a Keresztúri út (2) és a Rákosi delta (3) Mollusca faunájának számszerű összehasonlítása

Fauna	Localities		
	1	2	3
Total mollusc taxa	32	54	28
Philo-brackish	25	31	20
Suggestive of the Badenian	10	30	10
Present in the Sarmatian as well	17	17	12
Derives from the E Paratethys	14	12	9

As evident from the comparison, the dissimilarities are unessential from the viewpoint of facies and salinity. (Although the Keresztúri út deposit may seem to have been formed under somewhat higher salinity conditions, this difference may be due to the sandy bottom as well.) The basic feature is the same i.e. it is in these beds that the trend of the faunal composition to approach that of the Sarmatian and the decrease in salinity are most conspicuous. May I note that the foraminiferal assemblages show the same constitution in both occurrences. Decapods have been encountered only at Rákos.

The slight unconformity between the Lower and Upper Cerithium Beds in the Keresztúri út section means that the existence of the Veselyankian substage can be interpreted diastrophically, in harmony with the change in lithology. This one, however, is not a local phenomenon, for in the holostratotype, the Upper Konkian sequence has transgressed over the Oligocene (N. SOKOLOV 1899; V. I. DIDKOVSKIY—V. G. KULICHENKO 1975, p. 50; F. F. STEININGER—L. NEVESSKAYA 1975, p. 249) with the Sartaganian missing from the section. In other profiles to be presented in this work too, the lithological change of the Veselyankian Beds as compared to the formations underlying them is remarkable.

The conclusion that is inferred from the above is that the molluscs of E Paratethyan provenance occurring beneath the formations corresponding to the Veselyankian substage are representatives of the Lower Konkian, i.e. Sartaganian, substage in the profiles here discussed.

\* For the author's publications dealing with Miocene tectonic movements detectable in the Hungarian Central Range, see KÓKAY 1968, 1976, 1984, 1985, etc.



## Other occurrences from Budapest

One of the METRO boreholes drilled in the metropolitan area of the capital (METRO H. 34) was put down opposite to the SZOT (National Trade Union Council) headquarters in Mező Imre út.

The borehole penetrated beneath the Quaternary, down to 21.70 m, Sarmatian beds, down to 40.80 m, an Upper Badenian marine sequence composed of alternating sand, sandstone and Leithakalk beds (Fig. 4). From 22.60 down to the base of the Upper Badenian, the succession was deposited in a seawater of normal salinity. In the 22.40 to 22.60 m interval the *Ervilia*—Mollusca-bearing sandy limestone contains the following megafossils: *Turritella bienaszi percincta* FRIEDB., *Sandbergeria perpusilla* GRAT., *Cerithium boettgeri* ŠVAGR., *C. crenatum procrenatum* SACCO, *Polinices catena helicina* BROCC., *Calyptraea chinensis* L., *Nassa dorsaniformis* ŠVAGR., *Actaeocina lajonkaireana* BAST., *Modiolus mytiloides* BRN., *Chlamys* sp., *Lutetia nitida* RSS., *Taras rotundatus* MONT., *Loripes dujardini* DESH., *Lucina fragilis lecointreae* COSSM. et PEYR., *Cardium ruthenicum* HILB., *C. (Acanthocardia) platovi* BOG., *Trachycardium multicosatum* BROCC., *Dosinia lupinus lincti* PULTN., *Venus basteroti latilamellata* KAUT., *V. (Timoclea) konkensis* SOK., *Ervilia trigonula* SOK., *E. miopusilla* BOGSCH, *E. pusilla dissita* EICHW., *Macra basteroti* MAY., *M. basteroti konkensis* SOK., *M. quasideltoides* BOG., *Lutraria* sp., *Angulus donacinus* L., *Macoma elliptica* BROCC., *Thracia pubescens* PULTN., *Thracia papyraceae* POLI.

From a total of 31 taxa, 13 may be considered to represent philobrackish forms, 6 are common in the Sarmatian as well and the following 7 are indicative of E Paratethyan connections: *Cardium ruthenicum*, *C. platovi*, *Venus konkensis*, *Ervilia trigonula*, *E. pusilla dissita*, *Macra basteroti konkensis*, *M. quasideltoides*. In terms of composition (likewise about 40% is constituted by philobrackish elements), the fauna stands close to the "Lower Cerithium Beds" of Keresztúri út, being characterized by similar salinity conditions. Noteworthy is the presence of *Venus konkensis* (2 specimens) which, together with *Macra basteroti* and its subspecies *konkensis*, is characteristic of the Veselyankian. Such forms may occur in older formations—corresponding to the Sartaganian—as well. The presence of a third *Macra* species, *M. quasideltoides*, is also interesting, for this one has hitherto been reported only from the Chokrakian.

The formation under discussion is considered by the present writer to be isochronous with the "Lower Cerithium" limestone of Keresztúri út (hence, pre-Veselyankian) and to have been formed under similar salinity conditions.

The overlying *Ervilia*—Bryozoa-bearing calcareous marl (21.70—21.90 m) with *Sandbergeria perpusilla*, *Ervilia trigonula* and *E. pusilla dissita* seems to have been deposited in Veselyankian time. This bed is the one with which the Upper Badenian sedimentary sequence ends.

Put down in Rottenbiller utca (Rottenbiller Street), borehole H.27/1 intersected, between 44.20 and 44.50 m, sandy silts from which I determined a *Pirenella* molluscan assemblage composed of 20 species. These include 13 philobrackish forms and a species of Konkian age, *Paphia secunda*.

The occurrence of Upper Badenian Leithakalk formations in the vicinity of Nagytétény on the southern margin of the Buda Hills has been known for a long time now. In the surroundings of the forest Kamara-erdő the sedimentation is continuous towards the Sarmatian. The uppermost few decimetres of the Upper Badenian sedimentary sequence bear already the imprint of a brackish water sedimentation, with Ponto-Caspian adventive elements such as *Cardium praeplicatum* being already recognizable in them.

In the Diósd area the older Sarmatian (Kozardian) overlies with a marked unconformity the marine Upper Badenian.

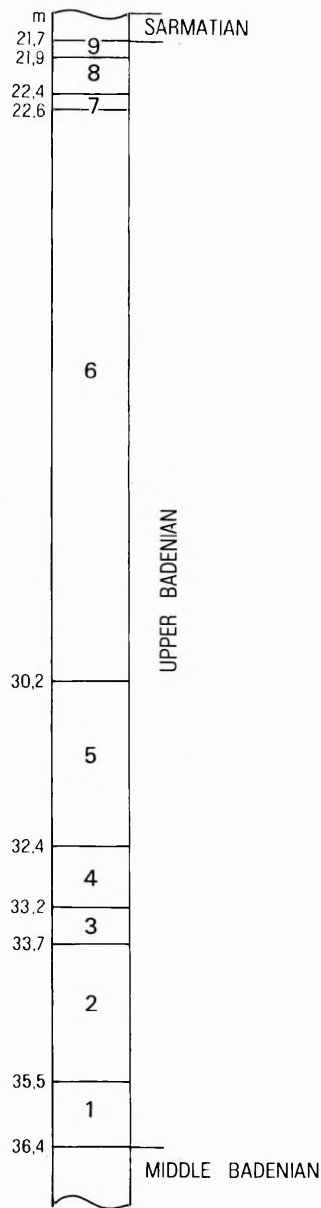


Fig. 4. Upper Badenian section of borehole Metro H. 34  
1. Silt with bioturbations, 2. Pecten sandstone, 3. Leithakalk, 4. silty marl with Pecten, 5. sand, 6. Chlamys sandstone, 7. sandy molluscan limestone, 8. sand, 9. *Ervilia*-bearing calcareous marl

4. ábra. A Metrő H. 34. sz. fúrás felső-bádeni szelvénye  
1. Bioturbációs aleurit, 2. pectenés homokkő, 3. lajtamészke, 4. pectenés aleuritos márga, 5. homok, 6. chlamysos homokkő, 7. homokos, molluscás mészkő, 8. homok, 9. *ervilia* szelvényes mészmárga

## 2. Southern foreland of the Transdanubian Central Range

### a) The Máty — Zsámberk area

The Late Badenian and Sarmatian sea also ingressed from the southern main arm penetrated into the western foreland of what are now the Buda Mountains. Over a considerable part of the sedimentary basin the sedimentation is continuous through the stratigraphic boundary of the two stages. A scrutinized examination of core samples from several coal-exploratory boreholes spudded in the study area (Fig. 1) enabled me to gather information on the boundary events. Here are a few type sections of the studied boreholes (Fig. 5).

#### Borehole Perbál 5

Deepened in the southwest forefield of Perbál village, borehole Pb. 5 penetrated down to 178.10 m Sarmatian pelitic formations with a typically Sarmatian fauna. Underneath, from 178.10 to 178.30 m, diatomite-laminated calcareous marls with dacite tuffs followed, underlain, in turn, down to 178.80 m, by light greenish-grey silty argillaceous marls with a rich Mollusca fauna dominated by *Cardium scylothicum*. Among a total of 27 species, the following are most frequent (Table 2): *Musculus conditus*, *Cardium scylothicum*, *Spondiodontella sokolovi*, *Abra alba scythica*, *Cultellus scaphoideus*, *Corbula gibba*, *Bittium spina*, *Ringicula auriculata buccinea*.

All but 2 to 3 of the 27 taxa are philobrackish, an assemblage from which 4 species (*Cardium obsoletum*, *C. ruthenicum*, *Paphia vitaliana infrasarmatica*, *Abra reflexa*) occur also in the Sarmatian. 12 forms including *Cardium*, *Spaniodontella*, *Cultellus*, etc. suggest an E Paratethyan provenance. Badenian forms unknown from the E Paratethys are *Arca clathrata*, *Bittium spina*, *Abra taurolonga* and *Ervilia miopusilla*. The argillaceous marls contain several Early Badenian taxa represented in the E Paratethys as well, e.g. *Musculus conditus*, *Chlamys diaphana*, *Corbula gibba*, *Ringicula auriculata buccinea*, *Parvicardium subhispidum*, etc.

Hence, the faunal assemblage of the formation in question is a typically Upper Konkian (Veselyankian) one, for 10 of a total of 27 taxa are indicative of such an age. In the type section too (SOKOLOV 1899) the abundance of *Cardium scylothicum* is conspicuous, being accompanied by *Spaniodontella sokolovi*, *Cardium ruthenicum*, *Abra alba scythica*, etc. From the same fauna, *Cultellus scaphoideus* is characteristic of the Chokrakian, *Modiolus ustjurtensis* being so of the Lower Konkian (Sartaganian) (Table 2).

The core fragment taken from the 178.80th m of the borehole is argillaceous *Corbula*—Mollusca marl markedly differing lithologically, in colour (darker), sand content and fracture, from the bed overlying it. A characteristic feature is the presence of *Corbula gibba* showing a marked frequency in the rock. A total of 16 taxa I have determined from it include 7 species that endured or even favoured brachyhaline seawater and that are not represented in the Sarmatian. Euxinic-Caspian relations are suggested by 5 species: *Cardium mányense*, *Abra alba scythica*, *A. parabilis attalica*, *Cultellus scaphoideus*, *Spaniodontella sokolovi*. Most frequent among the Badenian forms are *Corbula gibba*, *Turritella pythagorica* and *Nassa restitutiana*.

The sediment seems to have been deposited under conditions that corresponded to the limiting salinity between normal seawater and upper brackish-water. As proved by the composition of the fauna, the salinity of the seawater was higher than it was the case with the overlying Veselyankian *Cardium*-bearing argillaceous marl. Thus this formation already corresponds to the Sartaganian horizon.

In the borehole the Upper Badenian marine deposits (mainly silt and argillaceous marl) are recognizable as deep as to 197.70 m. At 182.50 m and 185.50 m an E Paratethyan element, *Cultellus scaphoideus*, was discovered.

Perbál Pb. 2, a water-exploratory borehole put down in the village, exposed a sedimentary sequence similar to that intersected by Pb. 5, but a bit thicker. The Upper Badenian, predominantly pelitic, persisted from 286.80 to 309.0 m. In the interval of 286.80—288.30 m a very similar formation assignable to the Veselyankian horizon occurs, just like it is the case with the 178.30—178.80 m interval of Pb. 5. The only difference is that here *Cardium scylothicum* is less frequent, while *Cultellus scaphoideus* and *Bittium spina* are more frequent. The sequence in question is underlain by argillaceous marls teeming with giant-sized (18—21 mm) *Corbula gibba* specimens and containing *Turritella pythagorica* as well.

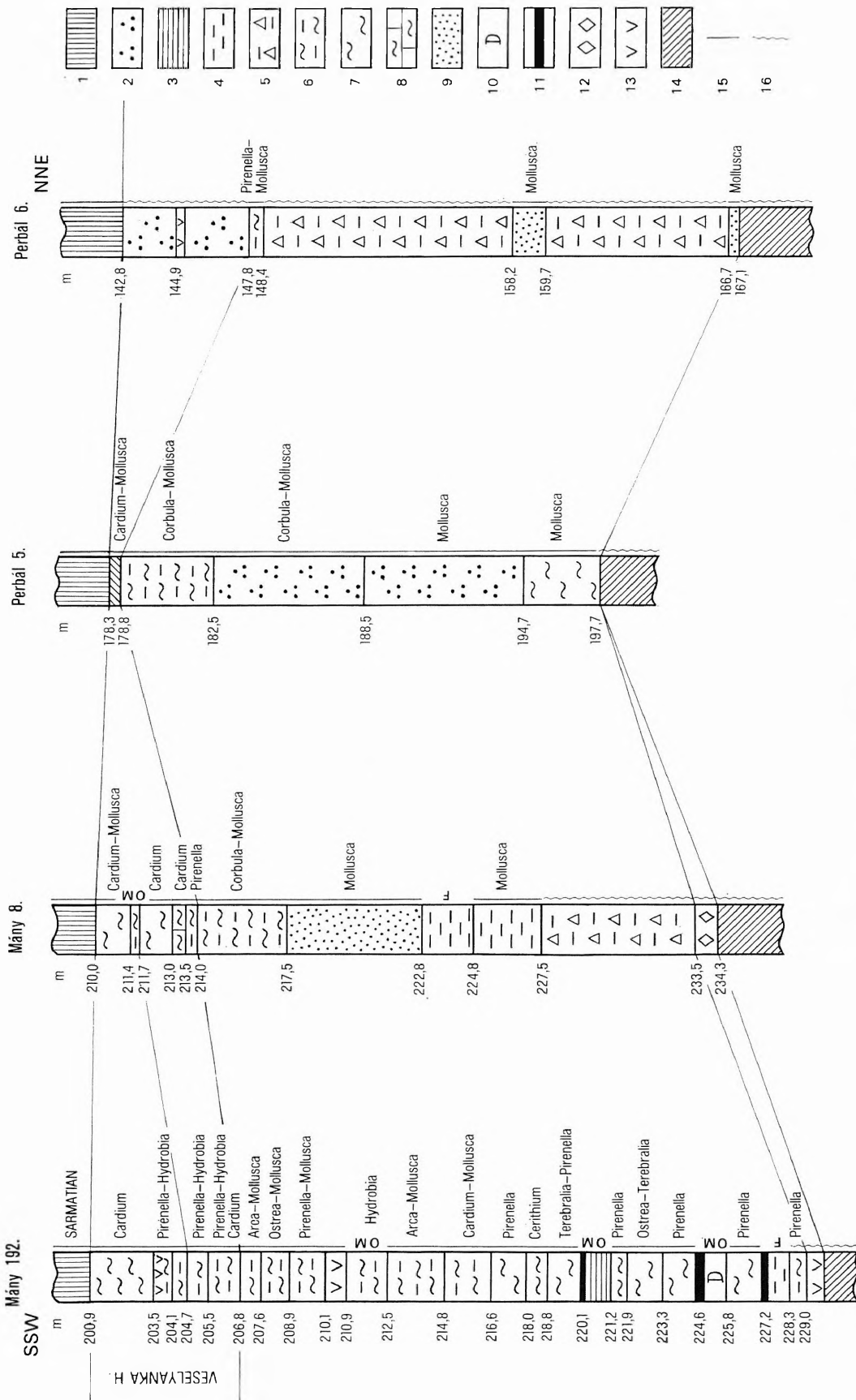


Fig. 5. Upper Badenian section of the boreholes of Mány and Perbál  
 1. Sarmatian sedimentary sequence, 2. silt, 3. lime-mud, 4. clay, 5. variegated clay with calcareous concretions, 6. argillaceous marl, 7. marl, 8. calcareous marl, 9. sand, 10. diatomite, 11. lignite, 12. bentonite, 13. tuff, 14. Badenian sedimentary sequence. — 15. Marine, 16. terrestrial, OM = oligo-miobaline, F = freshwater facies

5. ábra. Mányi és perbáli fúrások felső-bádeni szelvénye  
 1. Szarmata üledéksor, 2. aleurit, 3. mészszipap, 4. agyag, 5. tarka mészkonkrétiós agyag, 6. agyagmárga, 7. márga, 8. mészmárga, 9. homok, 10. diatomit, 11. lignit, 12. bentonit, 13. tufa, 14. bádeni üledéksor. — 15. Tengeri, 16. szárazföldi, OM = oligomiobalini, F = édesvízi facies

## Borehole Mány 8

Coal-exploratory borehole Mány M. 8 was put down at about 4 km northeast of the village of the same name.

1. The base of the Sarmatian was observed at 210.0 m with fine sandy marl and silt beds at the very bottom which contain the following, typically Sarmatian Mollusca fauna: *Musculus sarmaticus*, *Cardium praeplicatum*, *C. vindobonense*, *C. cfr. ruthenicum*, *Ervilia* sp., *Maetra eichwaldi*. They include no Badenian element.

2. Between 210.00 and 211.40 m, there is a silty molluscan marl with a thin interbedded bentonite layer. The rock contains *Taras rotundatus caucasicus*, *Cardium praeplicatum*, *C. mányense*, *Ervilia trigonula*, *E. pusilla dissita*, *Paphia secunda*, *Pirenella hartbergensis*.

All forms are philobrackish, with no Badenian element, but there are 3 E Paratethyan Middle Miocene forms: *Cardium mányense*, *Taras rotundatus caucasicus* and *Paphia secunda*, which in the Sarmatian did no longer occur.

3. Between 211.40 and 211.70 m there was an argillaceous marl with a fauna of mio-mesohaline character: *Planorbis*, *Gyraulus*, *Lymnaea*, *Hydrobia*, *Cardium* sp. The formation is uncharacteristic from the viewpoint of stratigraphic correlation.

4. The silty argillaceous marl of 211.70–213.00 m has yielded the following molluscan assemblage: *Musculus conditus*, *Anomia ephippium*, *Loripes dentatus*, *Cardium platovi*, *C. praeplicatum*, *C. mányense*, *Ervilia trigonula*, *E. pusilla dissita*, *Abra alba scythica*, *Cerithium crenatum procrenatum*.

All members of the fauna composed of ten taxa are more or less philobrackish, four ones are habitual in the Sarmatian as well, four are Badenian forms, and six are Crimo-Caucasian immigrants.

5. Underneath, between 213.00 and 213.50 m, there are greenish calcareous marls with the following molluscs: *Loripes dujardini*, *Cardium praeplicatum*, *C. mányense*, *C. platovi*, *Trachycardium pseudomulticostatum*, *Paphia secunda*, *Abra alba scythica*, *Dorsanum* sp., *Pirenella* sp. Of the 9 taxa, 6 are indicative of E Paratethyan connections including an interesting form, *Trachycardium pseudo-multicostatum*, hitherto known from the Chokrakian.

6. From 213.50 to 214.00 m, greenish-grey argillaceous marls were intersected, with the following fauna: *Musculus conditus*, *Loripes dujardini*, *Cardium praeplicatum*, *Maetra* sp., *Gastrana fragilis*, *Pirenella hartbergensis*, *P. nodosoplicata eichwaldi*. One oriental element: *Cardium praeplicatum*. All but *Musculus conditus* may occur in the Sarmatian, too.

7. From 214.0 to 217.5 m the sediment shows quite different features, being represented by sandy argillaceous marls with a lot of molluscs. I have identified a total of 19 molluscs. *Lucina (Loripinus) globulosa* is most frequent. From the assemblage, 7 forms are philobrackish, 4 are oriental elements (*Cardium praeplicatum*, *C. ruthenicum*, *C. mányense*, *Paphia secunda*), 5 being encounterable in the Sarmatian too.

The varied sequence between 210.0 and 214.0 m is identified with the Veselyankian and the corresponding horizons cut in boreholes Pb. 2 and 5 (Table 2), the sequence underneath being correlated with the Lower Konkian (Sartaganian).

## Borehole Mány 192

Borehole Mány M. 192, when intersecting the Sarmatian/Badenian boundary, exposed a continuous succession.

1. Hit at 200.90 m, the boundary was overlain by Sarmatian argillaceous marls with *Gibbula picta*, *Cardium vindobonense*, *Musculus sarmaticus* and *Modiolus incrassatus* (det. J. BODA).

2. From 200.90 m downwards the rock shows an increase in lime content. The marl to calcareous marl sequence yielded, down to 203.50 m, the following fossil assemblage: *Cardium mányense*, *C. praeplicatum*, *C. platovi*, *Ervilia cfr. trigonula*, *Pirenella hartbergensis*.

Of the 5 forms, 3 may also occur in the Sarmatian, 4 are indicative of the E Paratethys, from among these latter, *Cardium platovi* and *C. mányense* are characteristic of the Konkian substage. No species diagnostic of the Badenian was observed. Thus the Badenian age of the bed is proved by the Middle Miocene forms of the E Paratethys.

3. After 0.02 m of dacite tuff there followed, down to 204.10 m, argillaceous marls dominated by *Pirenella* at the top and by *Hydrobia* and *Cardium* at the base.

In the upper part of the bed *Pirenella nodosoplicata*, *P. schaueri* and *P. eichwaldi* are frequent. According to J. ŠVAGROVSKY (1960), the last-mentioned species may have had an optimum salinity demand of 10 to 20‰, i.e. meso- to lower brachyhaline. SENEŠ (1956) estimated the optimum salinity demand of *Pirenella nodosoplicata* at 18 to 20‰. The optimum salinity demand of *Hydrobia* varies between wide limits, being generally mio- to pliohaline. It is always the associated, non-*Hydrobia*.

fauna that decides (KÓKAY 1966). On evidence of the smaller *Cardium* forms (*C. mányense*) I suppose a habitat of meso- to pliohaline salinity. *Cardium*, *P. nodosoplicata eichwaldi* and *P. schaueri* testify to a pre-Sarmatian age of the sediment.

4. Down to 204.70 m an unfossiliferous argillaceous marl bed was intersected with pyritized root tracks. This suggests a very shallow water.

5. Down to 206.20 m the argillaceous marl sequence comprises beds characterized by various faunal assemblages: a *Hydrobia*—*Pirenella* (*P. hartbergensis rüdti*) assemblage, a *Miliolidea*—*Hydrobia*—*Pirenella* (*P. nodosoplicata*) assemblage, an assemblage composed merely of *Pirenella* and a *Terebralia*—*Cardium* assemblage. Down the profile the species gradually increased in number and, at 206.0 m, the following E Paratethyan forms could be identified: *Modiolus incrassatus buglovensis*, *Cardium praeplicatum* and *Paphia secunda*.

Badenian forms indicative of a seawater of higher salinity: *Cerithium europaeum* juv., *Alaba pangymna*, *Chlamys* cfr. *malvinae*, *Corbula gibba* and *Eulimella nitidissima*.

6. The argillaceous marls ranging from 206.20 to 206.80 m include *Pirenella*—*Terebralia*-, *Cardium*—*Miliolidea*- and *Ostrea*—*Mollusca*-bearing intercalations. A total of 22 taxa have been distinguished. Of these, already only 7 might occur in the Sarmatian as well, but all are more or less philobrackish, and 4 derive from the E Paratethys (*Modiolus incrassatus buglovensis*, *Cardium praeplicatum*, *C. mányense* and *Paphia secunda*). In the lower part of the argillaceous marl *Arca diluvii* subjuv. and *Ostrea digitalina* already appear too. At the base the salinity seems to indicate already 20 to 22‰.

7. From 206.80 m on, a lithological change is observable (clay) with the appearance of molluscs in abundance. The fauna is richer in species, but, down to 207.10 m, it is still the *Pirenella*, forms favouring an environment of lower salinity, that are quite frequent. *Modiolus incrassatus* and *Cardium mányense*, forms indicative of an oriental influence, are not unfrequent either. 12 of the 22 molluscan species are philobrackish.

\* \* \*

In the borehole the Upper Badenian sequence ranged from 200.90 to 229.00 m, with argillaceous rocks including three thin (15–30 cm) lignite seams with freshwater molluscs (*Lymnaea* sp., *Planorbis* sp.). It is only the molluscan argillaceous marls of the 208.60 to 208.90 m interval that may be regarded as sediments deposited in a seawater of normal salinity. In fact, even hermatypical coral fragments identified by P. MÜLLER as *Siderastraea crenulata* GOLDF. and *Cladonia conferta* REUSS have been recovered from the argillaceous marls. In P. MÜLLER's opinion, these are representatives of the most enduring species that are capable of living down to the lower limit of normal salinity (28–30‰). (Along with the corals there were 7 *Mollusca* species, including 2 philobrackish forms.) The Upper Badenian sequence is characterized by the abundance of *Cerithium* and *Pirenella* represented by varying associations.

Crimo-Caucasian adventive forms are encounterable throughout the Upper Badenian sequence of the borehole. I found *Paphia secunda* and *Cardium mányense* already in the lowermost layer. These are recognizable throughout the section penetrated. *Modiolus incrassatus* occurred in a host of beds too. *Cardium praeplicatum* was recovered from 218.00 m and 212.50 m, *Venus (Timoclea) konkensis* subjuvenilis (one specimen) was found at 216.90 m (in *Pirenella*—*Mollusca*—*Miliolidea*-bearing argillaceous marls). I did find, in 207.40— and 213.40 m, specimens of *Abra parabilis attalica* too.

Thus, all in all, the number of Euxinic-Caspian forms I have been able to identify in the Upper Badenian sequence cut by the borehole has been as low as seven.

From the Upper Badenian section penetrated by drilling, I have assigned the formations between 200.90 and 206.80 m to the Veselyankian horizon, with a view to the probable reduced salinity which is supported primarily by the strongly philobrackish character of the fauna (Table 2). This sequence is identical with the Veselyankian beds of boreholes Perbál 2, 5 and Mány 8.

#### Borehole Perbál 6

Borehole Perbál 6 was put down in the northern forefield of the village of the same name. The Upper Badenian sequence ranges from the basal surface of the Sarmatian (142.80 m) down to the bottom of the basal ingressive bed (167.10 m). Unlike the cases hitherto discussed, the borehole penetrated a marginal facies, having discovered three marine ingressive beds within the terrestrial, variegated clay and silt sequence with lime concretions.

1. Between the uppermost ingressive bed and the bottom of the Sarmatian (144.90–145.20 m) there is a dacite air-fall tuff layer which seems to be identical with the thin pyroclastic layer identified in Mány 192 between 203.50 and 203.52 m and in other boreholes too. In Mány 192, the interval ranging from 200.90 to 206.80 m has been assigned to the Veselyankian. The terrestrial sequence

between the basal surface of the Sarmatian and the top of the uppermost ingressive bed in Perbál 6 (142.80—147.80 m) is regarded as occupying the same stratigraphic position as the Veselyankian. This opinion of mine is confirmed by the fact that the bed of the uppermost marine ingression contains a fauna older in character as compared to the formations identified with the Veselyankian.

2. The upper part of the uppermost ingressive bed from 147.80 to 148.40 m is Hydrobia-bearing, while its lower part is Pirenella—Mollusca-bearing. Of the 35 Mollusca taxa, 20 are philobranchish, 13 are common in the Sarmatian as well and only 5 are indicative of E Paratethyan connections (Table 4). Let us quote them: *Mohrensternia pseudoinflata*, *M. multicostata*, *Newtoniella dertobiacarinata agibelica*, *Cardium mányense* and *Paphia secunda*. [It should be noted that *Mohrensternia* cfr. *angulata* is not regarded as an immigrant from the east, for the species appears already in the Lower Badenian formations here too (J. KÓKAY 1966).]

The formation was deposited, undoubtedly, in a seawater of reduced salinity. In fact, the Hydrobia-bearing bed seems to be approximately meso- to pliohaline-, and the lower Pirenella—Mollusca-bearing beds are of higher brachyhaline origin (20—25‰).

3. The middle ingressive bed (158.20—159.70 m) seems to have been deposited in a quite shallow-water sea a few metres deep, with a remarkable fauna. In the rich molluscan assemblage I could distinguish a total of 78 taxa (including one terrestrial only).

The formation may have been deposited in a seawater of normal salinity, though displaying the lower salinity limit. It may have been affected from time to time by upper-brackish ingressions, but the resulting "lido"-type deposits were reworked by surf action. The existence of salinity conditions other than euhaline is suggested by the frequency of philobranchish forms (e.g. *Theodoxus pictus*, *Pirenella nodosoplicata*, *Actaeocina lajonkairiana*, *Loripes dentatus*, *Solen subfragilis*). 30 philobranchish forms can be distinguished in the fauna, and 12 may occur in the Sarmatian as well. Most interesting, however, are the 10 forms indicative of E Paratethyan connections, for, on the one hand, even forms unknown in the other discussed profiles are present, and, on the other hand, some species have been preserved in a large number and in an excellent preservation state: *Bittium reticulatum konkensis*, *Venus (Timoclea) konkensis* (frequent), *Paphia secunda* (unfrequent), *Irus gregarius modestus*, *Macra basteroti konkensis*, *Corbula michalskii*, *Pholas bogatchevi*, *Ph. bogatchevi tanaica*, *Barnea ustjurtensis sinzovi*.

My remarks concerning the presence of Euxinic-Caspian elements are as follows:

It was similarly in the lower third of the Upper Badenian sequence of borehole Mány 192 that I found specimens of *Venus konkensis*. Frequent in borehole Perbál 6, these are somewhat smaller in size compared to both the type (SOKOLOV 1899) and to specimens known from the higher parts of other profiles (see, in addition, the description of the species).

The presence of members of the family Pholadidae is noteworthy. Forms belonging to the genera *Pholas*—*Barnea* are frequent, in the Eastern Paratethys, at the base of the Sartaganian (in the "Kartvelian" — a term no longer in use), primarily in sandy facies. From the Veselyankian they have not been reported yet.

It would be very interesting to see how many forms known in the E Paratethys as Mediterranean (Badenian) immigrants are associated with the 10 Konkian species in the rich fauna in question. The figure we should like to know is at least 30 [e.g. *Pirenella nodosoplicata*, *Polinices catena helicina*, *Retusa truncatula*, *Arca diluvii*, *Divaricella ornata*, *Loripes dujardini*, *Miltha suessi* (= *M. kolesnikovi*!), *Eastonia rugosa*, *Donax intermedia*, *Solen subfragilis*, etc.].

Moreover, I found in the bed, in addition, two hermatypical coral fragments which P. MÜLLER determined as *Siderastraea* cfr. *felixi* ROZK. and *Porites* sp. The two coral genera are the most tolerant ones, being capable of living down to the lower limit of normal salinity (28—30‰). They may even have been washed in from the ingressive bed underneath.

4. The lowermost ingressive bed is an argillaceous sandstone (166.70—167.0 m). Out of a total of 25 Mollusca forms recovered by decantation, 11 are philobranchish (including *Theodoxus pictus* and *Pirenella nodosoplicata* as rather frequent forms), while 5 are encountered even in the Sarmatian. The only Euxinic-Caspian form I found was *Paphia secunda*. The bed in question seems to have been formed with highest probability in an environment of upper brackish salinity (20—25‰) (Table 4).

**C o n c l u s i o n s** on the Late Badenian salinity conditions of the Mány (Bicske) basin:

The deep line of the bay lay in the eastern half of the north-south striking basin range. In the northern and western marginal areas the coast was more or less lagooned. In the lagoons the seawater was more diluted than elsewhere. In the lagoonal basin portion, between Mány and Zsámbék villages, even a completely freshwater regime was occasionally established, as proved by the sequence exposed in borehole Mány 192 already discussed (thin lignite seams with freshwater molluscs). At the same time, in other boreholes, e.g. Perbál 5 or 6, there is no trace of such a freshening. In the eastern half of the embayment, such lagoonal freshening phenomena are not known in the exposures either. At Biatorbágy, the Upper Badenian deposits with pectinids and echinids suggestive of a seawater of normal

salinity are terminated by a 0.40 to 0.50-m-thick limestone bed in which the casts of dissolved shells and internal moulds of tiny Gastropoda can be seen (*Theodoxus*, *Alaba*, *Hydrobia*, *Sandbergeria*, etc.). This bed appears to represent the Veselyankian horizon. It is overlain by sandy Sarmatian beds with *Maetra eichwaldi*.

Upon the borehole sections discussed I attempted to delimit the horizon corresponding to the Veselyankian substage, pointing out by this circumstance the gradual decrease in salinity and the sprawl of faunal elements of E Paratethyan provenance. In boreholes Mány 8 and 192 and in the Ervilia limestone of Pécsvárad to be discussed hereinafter, in the topmost decimetres, it is, paradoxically enough, the E Paratethyan Middle Miocene species rather than the Badenian elements that prove that we are still beneath the Sarmatian. In fact, the forms restricted to the Badenian (and, consequently, to the Central Paratethys as well) did not endure any further decrease in salinity, whereas some of the eastern Middle Miocene species still did.

### b) Balaton Highland

The Upper Badenian formations of the Balaton Highland were discussed in an earlier work (KÓKAY 1967) by the present writer. As shown by the author's studies, the sea transgressed to the study area from the south, from the main sea arm that extended south of (and by and large parallel to) what is now Lake Balaton. The transgression was directed towards the Tapolca Bay, but one side-arm, beneath the Balaton basin, extended to the northeast too, up to the median line of Tihany Peninsula.

#### Borehole Tihany 62

Spudded along the western shore of the peninsula, borehole Th. 62 intersected Upper Badenian formations.

In the interval of 129.40–158.00 m, it traversed an Upper Badenian sequence (Fig. 6). From 147.00 to 149.50 m there were ill-preserved molluscs of lower brackish character dominated by *Pirenella nodosoplicata*. *Cardium mányense* was also found by the author in the carbonaceous clay. From 129.40 to 144.90 m there is a Leithakalk sequence with a molluscan assemblage resembling the Mollusca fauna of the Örs vezér tér and Kerepesi út sites in Budapest. Beneath the Sarmatian formations the upper 20 cm of sandy limestone contain *Venus (Timoclea) konkensis*, a Ponto-Caspian species, in great abundance, with specimens of normal size. It is accompanied, among other forms, by Badenian, for the most part philobrackish, species such as *Divaricella ornata*, *Donacilla cornea*, *Gastrana fragilis*, etc. Another oriental species, *Ervilia trigonula*, is present too.

The formation most resembles the fauna of the sandy limestone reported from borehole H. 34 in Budapest, in which *Venus konkensis* is also present. The formation observed in the borehole in Tihany is considered to be pre-Veselyankian too. The Veselyankian here seems to have been lost to erosion prior to the Sarmatian transgression.

#### Borehole Balatonakali 40

In borehole Bak. 40 put down at a distance of about 1 km northwest of Balatonakali village, the interval of 31.30 to 43.00 m is spanned by an Upper Badenian sequence constituted in its bulk by limestone and containing a rich Mollusca fauna (Fig. 6). The Mollusca fauna sampled from 31.60 to 43.00 m is one of purely marine E Paratethyan provenance including no philobrackish element.

All the more interesting for this study has been, however, the final bed between 31.30 and 31.60 m. In fact, a total of 25 taxa could be identified from the external moulds recovered from the limestone bed. Of these, 19 are philobrackish, 13 may occur in the Sarmatian as well and 12 suggest a Crimo-Caucasian provenance. These are as follows (Table 2): *Calliostoma angulata spirocarinata*, *Bittium reticulatum konkensis*, *Modiolus incrassatus*, *Taras rotundatus caucasicus*, *Cardium ruthenicum*, *C. irregulare*, *C. obsoletum*, *C. cfr. fischeriforme millelocum*, *C. cfr. paucicostatum* var., *Ervilia trigonula*, *E. pusilla dissita*, *Maetra basteroti konkensis*.

The formation in question contains a fauna intermediate in character between the Veselyankian limestone of Örs vezér tér and the Ervilia limestone of Pécsvárad. It represents the final member of the Upper Badenian sequence and I, for reasons listed in the discussion of the preceding profiles, consider it to be equivalent to the Veselyankian substage.

The thin bed is overlain conformably by the Sarmatian limestone sequence. The basal 10 cm of detritus at the base of the Sarmatian consist of unrounded clastics of the Veselyankian limestone, enclosed in variegated bentonite with common clay. That part of the Upper Badenian lost to erosion could not be too large.





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Irus gregarius modestus</i> DUB.															
<i>Ervilia miopusilla</i> BOGSCH															
<i>Donacilla cornea</i> POLI				×	+										
<i>Abra</i> cf. <i>parabilis</i> attalica MERKL.															
<i>Abra</i> cf. <i>alba</i> WOOD															
<i>Donax intermedia</i> HÖRN.				×											
<i>Donax</i> sp.															
<i>Maetra basteroti</i> konkensis SOK.															
<i>Maetra (Spiscula) subtruncata triangula</i> REN.															
<i>Eastonia mitis</i> MAYER															
<i>Solen subfragilis</i> EICHW.															
<i>Tellina (Moerella) donacina</i> L.			×												
<i>Gastrana fragilis</i> L.			×												
<i>Corbula carinata</i> DUJ.				+											
<i>Corbula basteroti</i> HÖRN.															
<i>Corbula (Varicorbula) michalskii</i> SOK.															
<i>Pholas bogatchevi</i> OSS.															
<i>Pholas bogatchevi tanaica</i> OSS.															
<i>Barnea ustjurtensis sinzovi</i> OSS.															
<b>GASTROPODA:</b>															
<i>Teinostoma woodi frequens</i> BOETTG.															
<i>Theodoxus pictus</i> FÉR.				×											
<i>Theodoxus pictus tuberculatus</i> SCHRÉT.															
<i>Skenea subnitida</i> BOETTG.															
<i>Hydrobia frauenfeldi</i> HÖRN.															
<i>Hydrobia ventrosa</i> MONT.															
<i>Alvania venus danubiensis</i> COSSM. et PEYR.															
<i>Manzonina costata fabunica</i> MORG.															
<i>Mohrensternia</i> cf. <i>angulata</i> EICHW.															
<i>Mohrensternia pseudoinflata</i> FRIEDB.															
<i>Mohrensternia multicostata</i> SENEŠ															
<i>Rissoina steinbrumensis</i> SACCO															
<i>Adeorbis planorbillus</i> DUJ.															
<i>Adeorbis miobiscarinatus</i> SACCO															
<i>Tornus</i> ex gr. <i>belgicus</i> GLIB.															
<i>Vermetus intortus</i> L.															
<i>Pirenella nodosoplicata</i> HILB.															
<i>Pirenella nodosoplicata eichwaldi</i> HILB.															
<i>Pirenella gambitensis pseudotheodisica</i> STR.															

+ = rare — elfordult, X = few — kevés, O = common — gyakori, ● = abundant — tömeges

Table 4 — 4. táblázat (2)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Terebralia bidentata</i> lignitarum EICHW.	+	+	+	+	+										
<i>Sandbergeria perpusilla</i> GRAT.			+	○	+										
<i>Sandbergeria spiradissima elongata</i> FRIEDDB.			+	+	+										
<i>Alaba costellata anomala</i> EICHW.			+	○	+										
<i>Bitium reticulatum</i> DA COSTA	+	+	+	+	+										
<i>Bitium reticulatum konkensis</i> SOK.				×											
<i>Bitium subgranosum evolutum</i> COSSM. et PEYR.					+		+								
<i>Bitium spina</i> PARFSCH					+										
<i>Cerithium europaeum</i> MAY.	+	+			+										
<i>Cerithium proceratum</i> SACCO				cf.											
<i>Neutomiella dentobaccarinata agibetica</i> ZHIZH.	+	+	+		+										
<i>Scala (Fuscoscala) turtonis</i> TOURT.						+									
<i>Polinices catena helicina</i> BROCC.			+	+	+										
<i>Nassa dorsaniformis</i> SVAGR.			+		+										
<i>Nassa digardini longitesta</i> BEER-BISTR.	+	+	cf.		+										
<i>Clavatula dodderleini brigittae</i> HOERN. et AU.			cf.		+										
<i>Mangelia plicatella</i> JAN.			+		+										
<i>Mangelia polycantha paucicostata</i> SVAGR.			+		+										
<i>Mangelia submarginata</i> BON.	cf.		+		+										
<i>Conus</i> cf. <i>antediluvianus</i> BRUG.			+		+										
<i>Conus</i> sp.			+		+										
<i>Terebra</i> ex gr. <i>basteroti</i> NYST.			+		+										
<i>Odontostomia plicata</i> MONT.			+		+										
<i>Odontostomia (Symnola) dubia</i> GRAT.			+		+										
<i>Eulinella nitidissima</i> MONT.					+										
<i>Turbonilla</i> sp.	+				+										
<i>Turbonilla pseudocostellata hoernesiana</i> SACCO					+										
<i>Pyramidella plicosa</i> BRONN.			+		+										
<i>Ringicula auriculata pautucciae</i> MORL.			+		+										
<i>Alys miliaris</i> BROCC.			+		+										
<i>Retusa truncatula</i> BRUG.			+		+										
<i>Acteocina lajonkairiana</i> BAST.			+		+										
<i>Cylichna cylindracea convoluta</i> BROCC.			○		+										
<i>Gyrculus</i> sp.			+		+										
<i>Helix (Cepea?)</i> sp.			+		+										
S c a p h o p o d a :															
<i>Dentalium</i> sp.			+		+										

+ = rare — előfordul, ○ = few — kevés, ○ = common — gyakori, ● = abundant — tömeges,

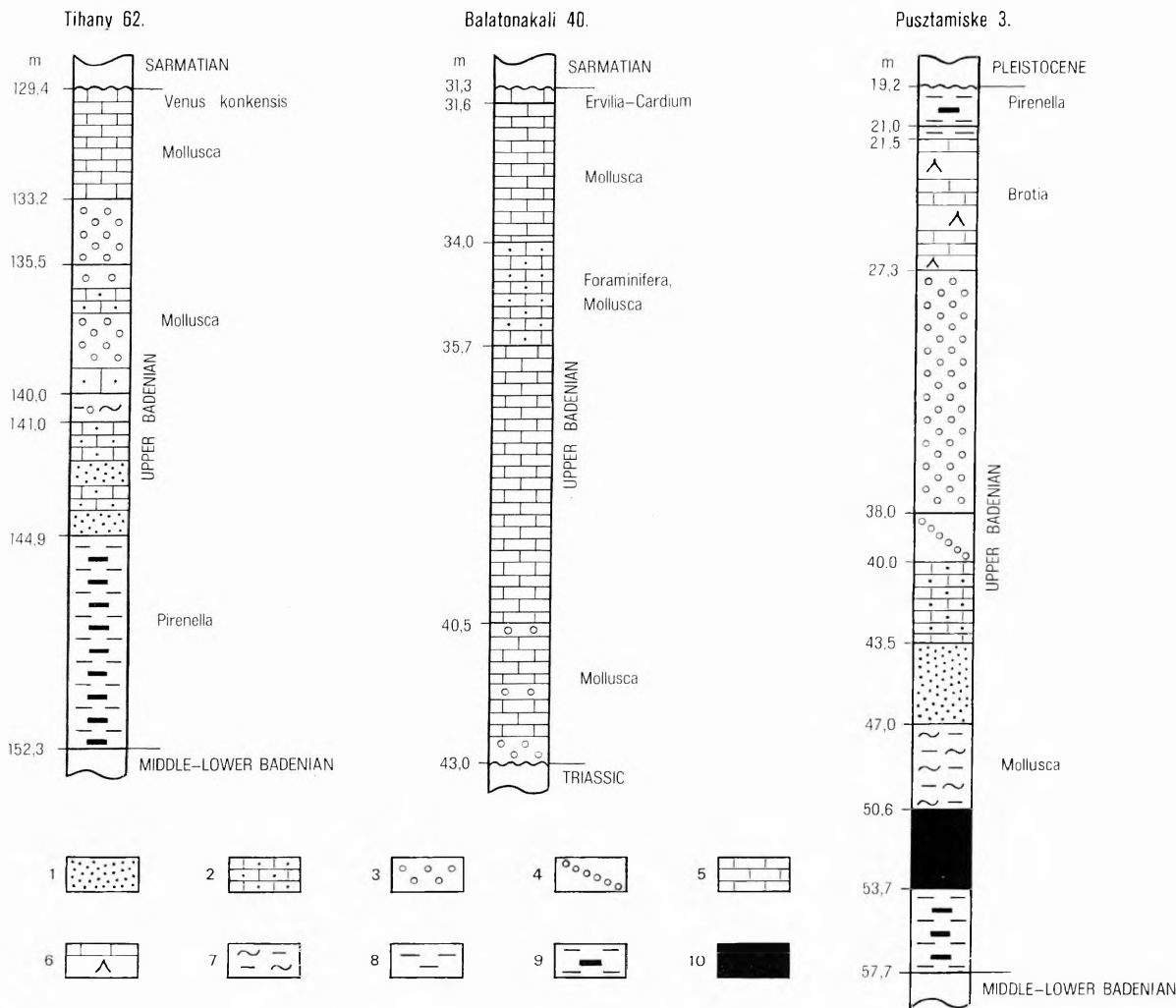


Fig. 6. Upper Badenian sections of boreholes in the Balaton Highland

1. Sand, 2. sandstone, 3. gravel, 4. conglomerate, 5. limestone, 6. limestone with traces of roots, 7. argillaceous marl, 8. terrestrial clay, 9. carbonaceous clay, 10. brown-coal

6. ábra. Balatonfelvidéki fúrások felső-bádeni szelvényei

1. Homok, 2. homokkő, 3. kavics, 4. konglomerátum, 5. mészkő, 6. gyökérynymos mészkő, 7. agyagmárga, 8. szárazföldi agyag, 9. szenes agyag, 10. barnakőszén

c) Tapolca Basin

The westernmost occurrence of faunal elements of E Paratethyan provenance is in this sedimentary basin. In the light of surface observations, drilling and geophysical evidence it is obvious that the basin was open to the south and that it communicated with the main sea arm to the south of Lake Balaton. Minor "inlet"-type communications may have existed towards the Devecser—Nyírád basin as well. In the lower part of the Upper Badenian brackish-water sequence (47.00 – 50.60 m) of borehole Pusztamiske Pmt. 3, in the Nyírád Basin I found one juvenile specimen of *Cardium mányense* and *C. praepilatum* each, but I found no other form indicative of E Paratethyan connections.

Borehole Hegymagos 78/18

Borehole Hg. 78/18 is located at the foot of the southern slope of Mt. Szentgyörgy. According to the borehole record, the transgression started in Early Badenian time and lasted on with no break in sedimentation in Middle and Late Badenian times. The separation of the Middle and Upper Badenian sequences upon micropaleontological evidence can be solved only with a standard deviation of

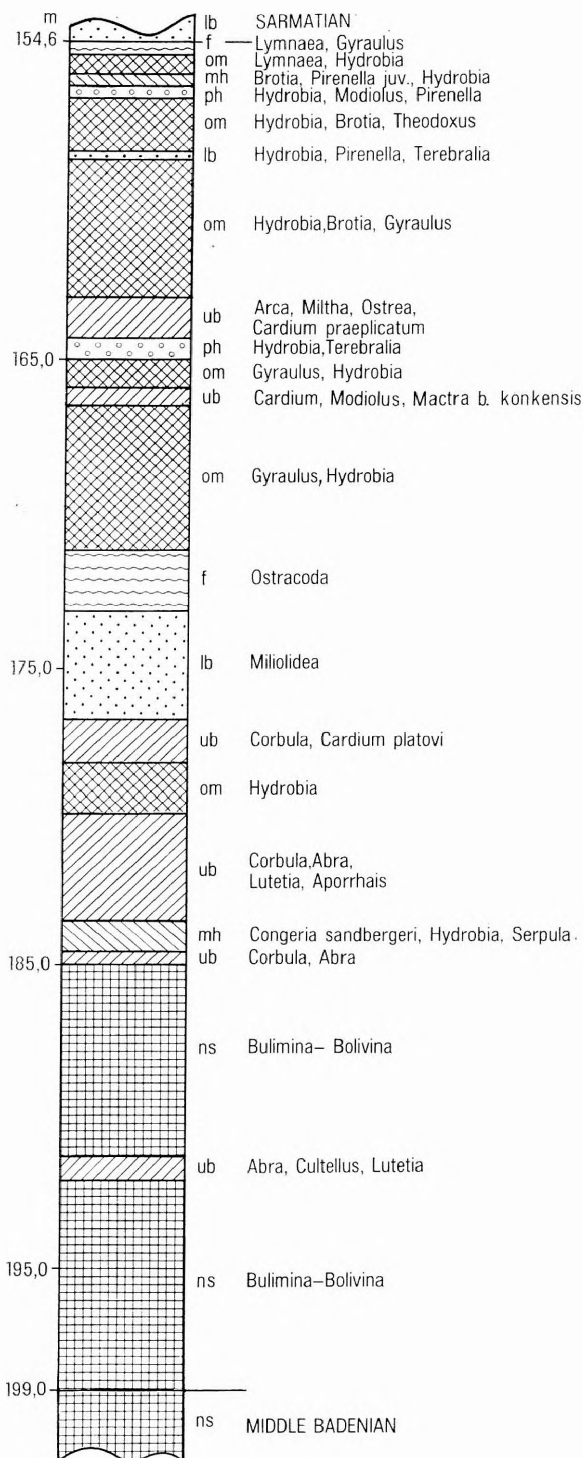


Fig. 7. Salinity pattern of the Upper Badenian sequence (of pelitic facies) of borehole Hegymagos 78/18

f = freshwater (0.5‰ >), om = oligo-miohaline (0.5–5‰), mh = mesohaline (5.0–9.0‰), ph = pliohaline (9.0–16.5‰), lb = lower brackish-water (16.5–20.0‰), ub = upper brackish-water (20.0–30.0‰), ns = normal salinity (30.0‰ <)

7. ábra. A Hegymagos 78/18. sz. fúrás felső-bádeni (pelites felépítésű) rétegsorának szalinitásviszonyai

4–5 m. This uncertainty, however, is unimportant from the viewpoint of our study. Accordingly, the Upper Badenian sequence in the borehole spans the 154.60 to 199.00 m interval (Fig. 7). The formation consists of argillaceous sediments. Above 154.60 m, there is a Sarmatian calcareous marl and limestone sequence.

1. The topmost bed, 1.00 m of silt in the Upper Badenian sequence, is a freshwater or oligo-miohaline deposit with *Limnaea*, *Planorbis*, *Gyraulus*, *Valvata* and *Hydrobia* species. It is underlain by beds with *Brotia*, *Hydrobia*–*Modiolus*, *Hydrobia*–*Pirenella* and *Hydrobia*–*Brotia*.

2. Between 163.00 and 164.30 m there are marls with a faunal assemblage indicative of an increased salinity (upper brachyhaline) with *Pirenella nodosoplicata*, *Arca diluvii*, *A. barbata*, *Ostrea* sp., *Taras rotundatus caucasicus*, *Miltha suessi*, *Cardium praeplicatum*, *C. manyense* and *C. platovi*. Considering that *Miltha suessi* is identical with the Konkian species *Miltha kolesnikovii* MERKLIN–NEVESSKAYA (1955), the assemblage in question might well occur in the E Paratethys as well. By the way, the deposit in question is the uppermost marine formation of comparatively higher salinity, but not Veselyankian in age yet.

3. In the 164.30 to 166.00 m interval, *Gyraulus*–*Hydrobia*-, *Terebralia*–*Hydrobia*- and *Ostrea*-bearing marl beds occur.

4. From 166.00 to 166.50 m *Cardium*–*Modiolus* marls were cut by drilling and the following fauna was recovered: *Pirenella nodosoplicata*, *Modiolus incrassatus*, *Cardium manyense*, *C. ruthenicum*, *C. platovi* juv., *Ervilia* sp., *Abra* sp., *Mactra basteroti konkensis*. The fauna is unambiguously of oriental character.

5. Between 166.50 and 180.00 m a depositional environment of gradually decreasing salinity is attested by the pertaining sedimentary sequence, though with recurrence of deposits of higher salinity therein. There are *Hydrobia*-, *Corbula*- and *Miliolidae*-bearing beds, deposits with ostracods indicative of a freshened environment and oligohaline *Gyraulus*–*Hydrobia* beds.

6. In the argillaceous marls from 180.00 to 183.50 m, the following Euxinic-Caspian forms were recognized: *Cardium praeplicatum*, *C. platovi*, *Venus* cfr. *konkensis*, *Abra alba scythica* and *A. parabilis attalica*. The most frequent associates are: *Aporrhais alatus*, *Loripes dentatus*, *L. dujardini*, *Lutetia nitida* and *Corbula gibba*. This is an assemblage of upper-brackish salinity.

7. The argillaceous marls of the 183.50–184.50 m must have been formed in a meso- to pliohaline environment. *Congeria sandbergeri* is quite frequent in them, though, in addition, *Hydrobia ventrosa*, *Gyraulus pavlovici* and *Serpula* sp. can also be encountered.

8. From 184.50 m down to the bottom of the borehole there is an argillaceous marl sequence with a poor marine Mollusca fauna and a *Bulimina*–*Bolivina* microfauna. Between 185.30 and

185.50 m, a rock interval characterized by the abundance of *Lutetia nitida*, two Konkian species, *Cardium platovi* and *Abra alba scythica*, were observed too. The oldest form indicative of E Paratethyan connections, *Abra parabilis attalica*, appeared between 192.50 and 193.50 m. In the bed between 191.30 and 192.10 m I found, in addition to *Abra*, the oriental forms *Paphia secunda* and *Cultellus scaphoideus*.

Reflecting an environment on the way of freshening and already scarcely saline, the beds between 154.60 and 163.00 m still provably belong to the Badenian (e.g. *Brotia escheri* is never abundant in the Sarmatian, as it was sensitive to climate), but the identification of the horizon corresponding to the Veselyankian is already problematic, being suggested only by the order of stratigraphic succession. In these beds there is only one immigrant from the E Paratethys – *Modiolus incrassatus* (between 155.90 and 156.40 m).

#### *Borehole Hegymagos 84*

Borehole Hg. 84 was spudded at the southern foot of Mt. Szentgyörgy with coring at selected intervals. In the argillaceous marls with Mollusca and *Lutetia nitida* from the 150.20–152.00 m interval, I distinguished a total of 21 taxa. They include 13 philobrackish forms, only 3 may occur in the Sarmatian as well and 6 forms are indicative of E Paratethyan connections. Let us quote them: *Spaniodontella sokolovi*, *Cardium praeplicatum*, *C. ményense*, *C. platovi*, *Abra alba scythica* and *A. parabilis attalica*. From the 21 taxa, 17 may have lived in the eastern faunal province as well. Consequently, the general type of the fauna is of strongly E Paratethyan character.

\* \* \*

The Tapolca Basin behaved for a considerable portion of the Late Badenian as a lagoon with the establishment of a completely freshwater regime, whereas, as shown by borehole Balatonakali 40, marine sediments of normal salinity were deposited farther east.

### 3. Mecsek Mountains

The Upper Badenian faunas determined from the borehole sections of the southern foreland of the Transdanubian Central Range show a kind of kinship as far as the E Paratethyan connections are concerned. This is quite natural, by the way, since the fauna of the eastern province is not so rich as to offer a very ample variability or too many combinations. In the greater, lower part of the Upper Badenian sequences of the localities along the Central Range, the number of elements confirming an E Paratethyan influence is essentially larger.

#### *The lignite area of Hidas*

The occurrence of "Solen-bearing" beds on top of the Upper Badenian was recorded already by M. FÖLDI (1966). After studies by I. SELMECZI (1982), that form appears to correspond to *Cultellus scaphoides*.

While processing core samples from borehole Hidas 92, I. SELMECZI pointed out the presence of *Abra parabilis attalica* and *Cultellus scaphoides* in the upper part of the Upper Badenian Turritella—Corbula-bearing clay sequence. The Turritella—Corbula clay is overlain, from 96.90 to 98.80 m, by light grey molluscan clays with calcareous silt differing in lithology from the underlying beds. SELMECZI reported from the clays the following taxa indicative of Ponto-Caspian connections: *Cardium ruthenicum*, *Spaniodontella sokolovi*, *Abra alba scythica*, *A. parabilis attalica*, *Maetra basteroti konkensis* and *Cultellus scaphoideus*. In the lower part of the bed, *Corbula gibba* and *Parvicardium* sp. are found as associates. The overlying sequence represents already the Sarmatian.

In accordance with the profiles discussed in the foregoing, I consider this terminal Upper Badenian formation to be equivalent to the Upper Konkian, i.e. Veselyankian, substage characterized by a high percentage of E Paratethyan elements.

#### *The exposure of the highway to Pécsvárad*

G. HÁMOR (1971) reported the Upper Badenian to Sarmatian section exposed by the 177th km mark, in a road-cut of the Budapest—Pécs highway without having studied the fauna in detail. As a result of my sampling and studies, I found the Upper Badenian Leithakalk sequence conformably overlain by 1.0 m of grey bentonitic clay with calcareous silt. In its washing residue there are lots of



I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Ervlia pusilla dissuta</i> EICHW.													○
<i>Abra reflexa</i> EICHW.												+	×
<i>Abra alba scythica</i> SOK.												+	×
<i>Maetra basteroti</i> MAY.													+
<i>Maetra basteroti konkensis</i> SOK.													+
<i>Maetra</i> cf. <i>andrussowi</i> KOLES.													+
<i>Tellina</i> ( <i>Moerella</i> ) <i>donacina</i> L.													+
<i>Gastrana fragilis</i> L.													+
<b>Gastropoda:</b>													
<i>Gibbula rybnicensis</i> FRIEDB.													+
<i>Gibbula aquitanica multifilosa</i> COSSM. et PEYR.													+
<i>Gibbula subulatro</i> KOLES.													+
<i>Gibbula cremenensis</i> ANDR.													+
<i>Gibbula confessa</i> LIVER.													+
<i>Gibbula</i> cf. <i>pseudangulata</i> BOETTG.													+
<i>Calliostoma angulatum</i> EICHW.													+
<i>Calliostoma angulatum spirocarinatum</i> PAPP													+
<i>Calliostoma guttbergi</i> HILB.													+
<i>Calliostoma anceps joanneum</i> HILB.													+
<i>Calliostoma calinae</i> ANDR.													+
<i>Theodoxus pictus</i> FÉR.													+
<i>Hydrobia ventrosa</i> MONT.													+
<i>Rissoina pusilla podolica</i> COSSM.													+
<i>Mohrensternia pseudoinflata</i> FRIEDB.													+
<i>Turritella erronea</i> COSSM.													+
<i>Pirenella picta miralis</i> EICHW.													+
<i>Bittium deforme</i> HILB.													+
<i>Cerithium europeum</i> MAY.													+
<i>Cerithium boettgeri</i> SVAGR.													+
<i>Cerithium</i> aff. <i>boettgeri</i> SVAGR.													+
<i>Cerithium crenatum</i> BROCC. subjuv.													+
<i>Polinices catena helicina</i> BROCC.													+
<i>Nassa dorsaniformis</i> SVAGR.													+
<i>Mitra ambigua hoernesii</i> MAY.													+
<i>Clavatula schreibersi</i> HÖRN.													+
<i>Clavatula dodereini brigittae</i> HOERN. et AU.													+
<i>Actaeocina lajonkaircana</i> BAST.													+
<i>Actaeocina lajonkaircana butlovensis</i> FRIEDB.													+
<i>Retusa truncatula</i> BRUG.													+
<i>Cylichna melitopolitana</i> SOK.													+

\* HAMOR 1971. + = rare — előfordul, × = few — kevés, ○ = common — gyakori.

Foraminifera (practically only Elphidium) with an assemblage of Sarmatian type: *Elphidium fichtelianum* D'ORB., *E. aculeatum* D'ORB., *E. josephinum* D'ORB. and *E. listeri* D'ORB. The foraminiferal assemblage under discussion is of rather little use in deciding stratigraphic problems, for the species in question reacted to any decrease in salinity more sensibly than it was the case with the molluscs. For this reason, the association acquired Sarmatian features as early as the end of Late Badenian time.

Next to follow conformably is a light ochre-yellow fossil-rich limestone about 2 m thick characterized by a maze of *Ervilia* and by cavities or pores left over after the dissolution of the tests of these fossils. From the base, the middle and the top of the limestone bed, I collected about 30 kg of sample. The fossil assemblage I succeeded in identifying proved to be much richer than expected which was owed (Table 5), not in the last place, to the silicon rubber moulding technique. Besides *Ervilia*, frequent forms include *Modiolus incrassatus*, *Mactra* and *Trochus* species and *Pirenella picta mitralis*. I could distinguish a total of 64 taxa, including 30 Gastropoda and 34 Bivalvia. [Added to them are two species reported by HÁMOR (1970): *Venus konkensis* and *Congeria sandbergeri*.]

Of the 66 forms, 27 occur in the Sarmatian as well; 26 are indicative of the Badenian (e.g. *Arca diluvii*, *Chlamys elegans*, *Pitar islandicoides*, *Tellina donacina*, *Rissoina pusilla podolica*, *Turritella erronea*, *Cerithium crenatum procrenatum*, *Mitra ambigua hoernesii*, etc.). About 80% of the Mollusca assemblage may be regarded as philobrackish. 29 of the 66 taxa are indicative of E Paratethyan connections, including 10 forms of pre-Sarmatian age [*Paphia* cfr. *secunda*, *Abra alba scythica*, *Actaeocina lajonkaireana buhlovensis*, *Modiolus incrassatus sultanensis*, *M. incrassatus buglovensis*, *Cardium* (*Acanthocardia*) cfr. *platovi*, *Taras rotundatus caucasicus*, *Mactra basteroti konkensis*, *Gibbula confessa*, *Venus* (*Timoclea*) *konkensis*].

The analysis of the Mollusca fauna leaves no doubt that the *Ervilia* limestone lying at the top of the Badenian sequence, immediately beneath the Sarmatian, still belongs to the Badenian stage and that, in accordance with the profiles described in the foregoing, it corresponds to the Veselyankian substage of the Eastern Paratethys (Table 5). The salinity of the seawater must have ranged between 18 and 22‰ with an upward-decreasing character, for the uppermost 20 cm did no longer contain any characteristically Badenian element. The pre-Sarmatian age can be evidenced by E Paratethyan Middle Miocene forms.

Other fossils recovered from the *Ervilia* limestone are as follows: Foraminifera: *Spirolina rimosa ukrainica* DIDK. and Miliolidea; Vermes: *Serpula* sp.; Echinodermata: *Asteroidea* (marginalis plate); Algae: *Lithophyllum* (?) sp. (calcareous algal lumps, quite seldom); *Chalmasia morelleti* POKORNY.

Similarly to the case of the Örs vezér tér locality, the Badenian sequence is followed first by a calcareous silt bed. The *Ervilia* limestone is overlain by coarse basal gravels of the Sarmatian sequence. The surface of contact is not uneven and no detritus from the underlying formation is present in the gravel. Thus the emergence involved seems not to have been so marked as to lead to erosion, unlike it was the case with, say, the Keresztúri út exposure in Budapest.



## II. OTHER OCCURRENCES OF E PARATETHYAN IMMIGRANTS INTO THE CENTRAL PARATETHYS

The data available as to the occurrence of faunal elements deriving from the E Paratethys are just sporadic and, in most cases, uninterpretable. Hardly any form worthy of being quoted is there among them and even the volume "Paratethys-Badenien" (M<sub>4</sub>) issued in 1978 was restricted in this respect to noting (A. PAPP—J. SENEŠ 1978, p. 54): "Das Konkien greift über die Schwelle Podolien—Dobrodgea, und hatte wahrscheinlich eine engere Verbindung mit der Karpatischen Vortiefe und indirekt mit der Zentralen Paratethys." The classic "Buglovian" (V. LASKAREV 1903) is known only from the Carpathian fore-deep, the sub-Carpathian zone, though the Roumanian authors (E. SAULEA 1956; E. POPA-DIMIAN 1962; B. IONESI 1968) reported it farther south as well. The problem was further complicated by the widening of the Buglovian upwards at the expense of the Sarmatian (MARINESCU—SENEŠ 1974). The Buglovian controversy, however, should now be regarded as being already settled (LASKAREV 1903), as was referred to in introduction. (On the basis of priority, the term Veselyankian is more correct.)

Even within the Carpathian Basin have I found sporadic data concerning the presence of Middle Miocene faunal elements of Ponto-Caspian provenance:

— The data on the occurrence in the Transylvanian Basin and its marginal areas figuring in the literature are rather vague. The Buglovian in general has been used in a wide sense, i.e. extended so as to include the lower part of the Sarmatian as well (A. VANCEA 1960, pp. 40—52).

By virtue of I. LÖRENTHEY's report (1913a, p. 63—64), it is highly probable that the fauna recovered from the basal beds of the bedded limestone overlying the "Upper Mediterranean" marine sequence on the western margin of the Transylvanian Basin (Nagyenyed) is of Veselyankian (Buglovian) character and similar to its counterparts reported from Pécsvárad, Balatonakali and Örs vezér tér (Budapest). Unfortunately enough, I have found no up-to-date revision of the fauna in the literature available to me.

— SENEŠ (1955), having studied drilled and exposed Upper Badenian sequences along the eastern side of the Presov—Tokaj range in E Slovakia, published data on a Crimo-Caucasian influence and gave a detailed analysis of the fauna. Having lived in a brackish-water environment, the rich Mollusca fauna from the upper part of the Upper Badenian sequence includes, among a total of 90 taxa, about 13 forms indicative of Crimo-Caucasian connections. (I have not taken into consideration the new *Mohrensternia* taxa which, in my opinion, belong to the genus *Alaba* and thus cannot derive from an eastern source. I have not included in the list the new subspecies of *Cardium andrussovi* either, because it may represent subjuvenile specimens of *C. vidali ritzingense* which, in turn, is quite common in the Upper Badenian argillaceous facies.)

The sequence seems to be stratigraphically equivalent to the top of the Sartaganian substage, as it still contains a lot (about 30) of species indicative of a Badenian age. The total number of forms represented in the E Paratethys as well is 43 from the 90 taxa of the fauna.

Although showing a brachyhaline character, the deeper intervals contain no Crimo-Caucasian faunal element. A rich Mollusca fauna (85 taxa) is reported and analyzed from a locality close to the northeast national border of Hungary (Kuzmice) by ŠVAGROVSKY (1960), but no Crimo-Caucasian form is quoted.

— J. TEJKAL (1968) quoted and figured a *Lutetia (Davidaschvilia) cfr. intermedia* BAJ., an important Chokrakian species, from the upper part of the Upper Badenian sequence in borehole Zelizovce ZI. 2, S Slovakia, close to the western margin of the Börzsöny Mountains in Hungary. Regrettably enough, I do not consider its conditional determination as acceptable, because, on account of its seemingly injured hinge apparatus, it cannot be assigned even to the genus in question.

Much more essential is, however, the form *Abra parabilis attalica* published by the afore-mentioned author, since this one is quite frequent in the borehole section. He indicates its presence already in the Middle Badenian, while in Hungary it is known only from the Upper Badenian (Tapolca Basin). Accordingly, it either immigrated from the E Paratethys already in the Middle Badenian or

it had come already earlier from the Mediterranean to the Carpathian Basin (see the description of species), to migrate from here further to the Eastern Paratethys.

— It is KOROBYKOV (in J. SENEŠ 1951) who reports, from the Upper Badenian (“Apshinskian”) of the Carpathian Ukraine, some E Paratethyan forms such as: *Cardium andrussovi*, *Ervilia trigonula*, *E. pusilla dissita*, and *Mohrensternia hydrobioides*. SENEŠ (1955, p. 147) pointed out the following: “Man muss also einen paläogeographischen Zusammenhang mit den osteuropäischen Gebieten im Obertorton voraussetzen, wie es schon die Arbeit von KOROBYKOV (1951) beweist.”

— As observed by MARINESCU and SENEŠ (1974, p. 137—138), regarding what these authors took to be the Buglovian s. str., “Ihre zeitlichen und nahezu auch faziellen Äquivalente sieht man im Intrakarpatischen Raum in der ‘Rotalien Zone’ des Oberen Badenien”.

This horizon in the Vienna and Styrian Basins (A. PAPP—I. CÍCHA—J. SENEŠ—F. STEININGER 1978) corresponds to the zone of impoverishment (“Verarmungszone”).

— In Yugoslavia, M. LUKOVIČ (1922) reported Cerithium-bearing limestones from the Upper Badenian near Belgrade, but he did not quote any species of E Paratethyan provenance. STEVANOVIČ (1960), in describing the Neogene of Yugoslavia (p. 193), laid special emphasis on the following statement: “Buglowka-Schichten (Buglovien) wurden westlich von den Karpaten bis jetzt nicht mit Sicherheit festgestellt”.

## I. On the salinity of the Konkian sea

To fit the localities studied and discussed in an uniform paleogeographic frame, let us tackle first of all the salinity of the Konkian in the E Paratethys.

The earlier standpoint generally adopted (e.g. N. ANDRUSOV 1897, 1916; S. S. OSSIPOV 1932) was that the sediments of the Konkian had been deposited in a brackish-water environment of higher salinity compared to that of the Sarmatian. In the course of subsequent stratigraphic studies it became obvious that the splitting of the Konkian sequence into two parts (substages), an upper, Veselyankian, and a lower, Sartaganian one, was justified. Following this statement, the opinion that the Sartaganian deposits are euryhaline formations owing to their containing a Mollusca fauna of euryhaline character or euryhaline elements admixed to non-euryhaline ones, was generally shared in the literature (R. L. MERKLIN 1953; R. L. MERKLIN—L. NEVESSKAYA 1955; B. ZHIZHCHEENKO 1959; E. POPA-DIMIAN 1962; B. STRACHIMIROV 1971; F. STEININGER—L. NEVESSKAYA 1975).

The opinion that the Sartaganian deposits are euryhaline is based primarily on MERKLIN's standpoint and, principally, on three factors:

1. The Sartaganian contains a relatively rich Mollusca fauna. From the whole Konkian, L. NEVESSKAYA—K. BAGDASARYAN—T. GONCHAROVA (1979) listed a total of 62 Bivalvia taxa. In Budapest, only from the Upper Badenian exposed at the Örs vezér tér and Keresztúri út sites, I determined 161 Bivalvia taxa (KÓKAY—MIHÁLY—MÜLLER 1984). In the Central Paratethyan area the number of Upper Badenian Bivalvia taxa is the multiple of this figure. In the same area, the Upper Badenian formations contain a Mollusca fauna that is at least ten times richer than the Konkian. Compared with modern data, this very fact alone suggests that the Konkian sea was a brackish-water environment (at least in the uppermost few tens of metres). SKARLATO—STAROBOGATOV (1972) reported a total of 96 Bivalvia taxa from the Black Sea.

2. They refer to some forms as stenohaline (or, for that matter, euhaline) which is by far not so clearly the case. These include, e.g. *Glycymeris pilosus*. The species lives in the Sea of Marmara in a water of 25 to 28‰ salinity, at a depth of 18 m (OSTROUMOV 1896, depth sample: No. 40). What I can add to this, however, is that in the Ervilia limestone bed of Keresztúri út locality, a sediment deposited in a water of 20 to 22‰ salinity, juvenile specimens of *Glycymeris obtusatus* can even be found.

Likewise, *Dosinia exoleta*, *Chama gryphoides* and *Guldia minima* occur in the Sea of Marmara, in the 5 to 8 m depth interval, at 22 to 23‰ salinity. I observed the species *Oxysteles orientalis* in the Cerithium limestone of Keresztúri út and, in subjuvenile form, I found it even in the Ervilia limestone. I discovered one specimen of *Pitar islandicoides* in the Ervilia limestone of Pécsvárad too. This means that it was found in a brachyhaline formation. As for *Miltha koleznikovi*, I take it to be identical with *M. suessi* which sometimes abounds in sediments formed in higher brachyhaline environments in the Central Paratethyan Miocene (mainly in gulf facies) (KÓKAY 1966).

To scrutinize the problem for each species separately would be superfluous, for it follows from the probable stratified structure of the Konkian sea that the environment showed a downward increase in salinity. Consequently, the forms of higher salinity demand seem to have occurred with higher probability at comparatively greater depths, too.

3. MERKLIN's arguments include, among other things, that *Psammechinus* sp. does occur, no matter how unfrequently. In this context, I should like to remark that in the Sea of Marmara, *Echinus microtuberculatus* BL. lives at 5 to 8 m, on a bottom of about 22‰ salinity, whereas *Echinocyamus pusillus* MÜLL. was observed to have penetrated into the "prebosphoric" zone of the Black Sea (20 to 21‰ salinity).

The Konkian beds lack any really rich euhaline faunal and floral assemblage, being characterized by Echinoidea, Pectinidae, Hexacorallia, Heterostegina, planktonic, etc. assemblages and by extremely varied biofacies.

As already referred to in the foregoing, a striking consequence of the reduction in salinity is a reduction in the size of the molluscs and the simplification of their morphological features. This is particularly remarkable in the case of *Cardium* and *Cerithium* forms.

Summarizing the preceding discussion, let us conclude that the upper zone of the Konkian sea may have had a salinity higher than 25‰. In the proximity of the major contemporaneous deltas, however, the salinity must have been lower than that figure.

## 2. The role of sea currents

In our comparative faciological analysis of the "Upper Limestone" sequences of Örs vezér tér and Keresztúri út localities in Budapest, we already explained the reasons responsible for the transition within a few hundred metres of lateral distance of limestones deposited in a seawater of normal salinity to *Ervilia*- and *Cerithium*-bearing limestones, i.e. deposits formed under strongly different salinity conditions. Thus the Central Paratethys witnessed, in Late Badenian time, the establishment of a hydrodynamic regime that was similar to the sea current pattern of the present-day Sea of Marmara. In the following discussion I shall try to answer the arising questions as follows:

— The communication between the Central and Eastern Paratethys is to be looked for east of the Carpathians, between the Podolian Massif and the Moeasian Platform (Dobrudja)—a statement usually agreed on in the relevant literature (N. ANDRUSOV 1897; F. STEININGER—F. RÖGL—C. MÜLLER 1978).

— The connection between the Central Paratethys and the "Mediterranean" was most probably traceable at the southeast foothills of the Alps, across what is now Slovenia, towards N Italy. (Should we look for a connection with the Mediterranean elsewhere, the quintessence of the matter would not change either. In other words, the Central Paratethys then played the role of a lock-chamber between the Eastern Paratethys and the Mediterranean, and the only thing that might be added is that the paths of sea currents were a little bit different.)

As far as the two straights ensuring the communication are concerned, it is their depth rather than their width that is crucial. Let me quote as an example that the water of the Black Sea from 170–180 m depth down to the greatest depths has a salinity of 22.5‰ which corresponds to the average of the uppermost few metres in the Sea of Marmara. This is due to the fact that the representative depth of the Bosphorus is only 30 m and thus the seawater of higher salinity cannot penetrate into the Black Sea basin.

In Late Badenian time the depth of the afore-mentioned western and eastern connecting troughs may have varied between 200 and 300 m. This depth was already enough to allow the representatives of *Spiratella* and other planktonic organisms living at similar depths to penetrate into the basins of both the Central and Eastern Paratethys.

I should like to make the following remarks:

1. On account of the deeper straights the limit of the anoxic zone must have lain deeper than was the case with the Black Sea (200 m).

2. The possibility for killing masses of *Spiratella* and possibly for their necroplanktonic accumulation by the sea currents was assured, for Pteropoda are extremely sensitive to environmental impact such as exposure to brackish-water, anoxic environment, etc. which was fatal for them. Mass accumulation of their tests produced the Pteropoda or *Spiratella* marls. Consequently, it is no accident that such formations occur most frequently in the vicinity of the Podolia—Dobrudja Gate. *Nota bene*, Pteropoda deaths due to similar causes were reported from the Dardanelles by ANDRUSOV (1897).

The Late Badenian sea currents pattern of the Paratethys is shown in Fig. 8. Basic distinction should be made between an upper (low specific weight and reduced salinity) and a lower (more heavy and of normal salinity) current. Hence, the lower sea current entered the graben range of roughly W—E strike that was extending at the southeast foot of the Alps. Thus it penetrated into the Central Paratethys, having carried the seawater of normal salinity from the Mediterranean. After entering the Central Paratethyan basin, it trifurcated. The sea arm that turned to the north progressed towards the Vienna Basin and W Slovakia. The southern arm flowed along the Sava Basin southwards, towards Belgrade, then farther on, into the Gethic depression in the southern foreland of the Carpathians. Running farther, the sea current turned then to the northeast, to finally reach the Dobrudja—Podolia Gate.

Flowing in from the Mediterranean, the middle sea arm went on northeastwards without any remarkable change in direction towards the Lake Balaton trough, i.e. the main sea trench that extended in the southern foreland of the Hungarian Central Range. Turning eventually progressively to the east at the southern feet of the Tokaj Mountains, it entered the Transylvanian Basin through the "Szatmár Gate" in the region of Zilah (Zălău). Through the E Carpathian arc, then still open,

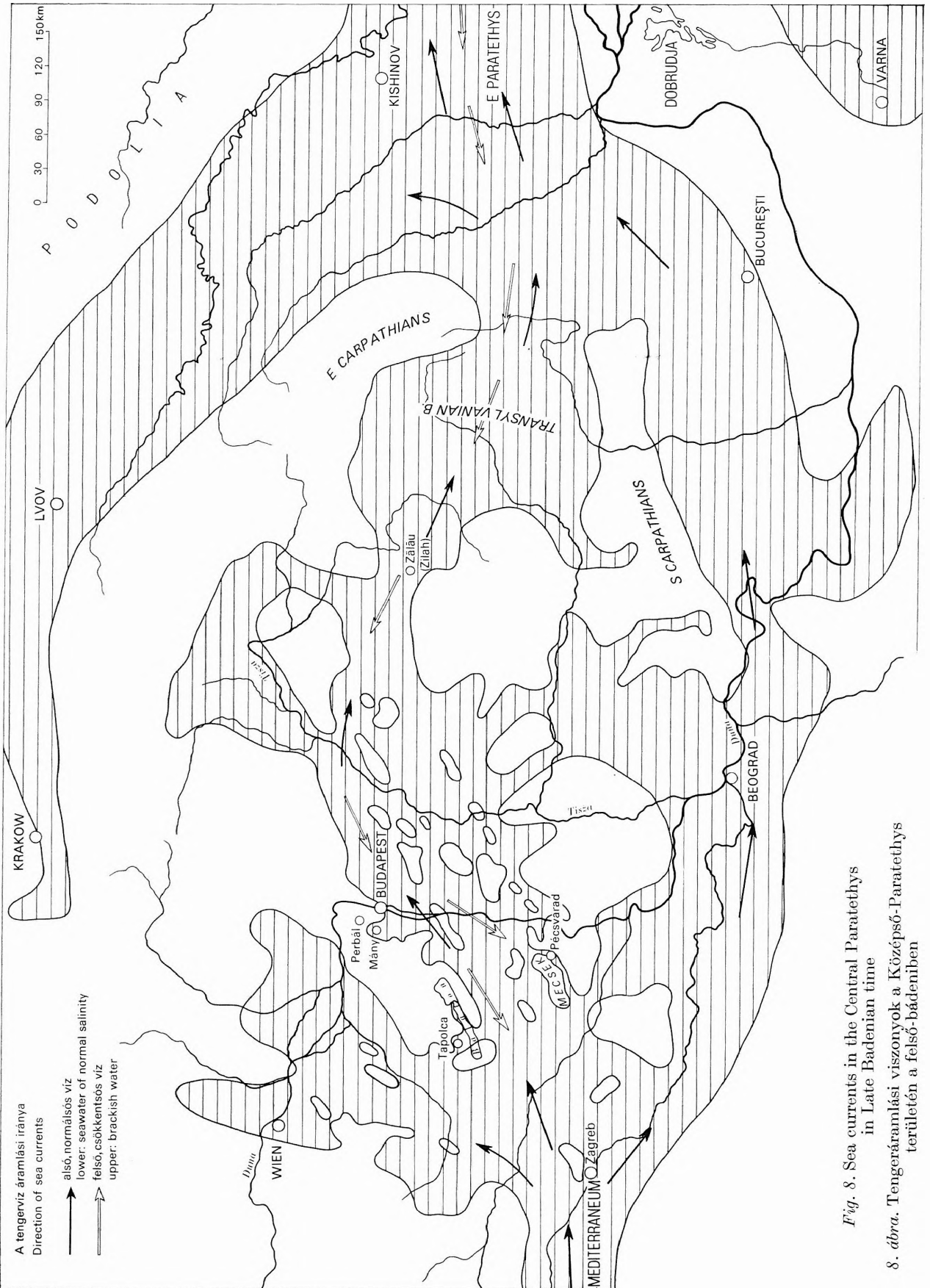


Fig. 8. Sea currents in the Central Paratethys in Late Badenian time

8. ábra. Tengeráramlási viszonyok a Középső-Paratethys területén a felső-bádeniben

the middle sea-arm secured the supply of normal-saline seawater into the NNE foredeep of the Carpathians and, joining the southern sea-arm, it flowed into the Eastern Paratethys through the Podolia—Dobrudja channel.

The main path of the upper sea current was the middle arm. Extending as far as the Aral Sea, the E Paratethyan basin received, obviously, plenty of freshwater and the environment that was cooler than the climate of the Mediterranean involved less evaporation (see the modern Black Sea). As a result of the narrow, one-way sea communication, the upper water layer of the sea was reduced in salinity in a thickness of 30—50—100 m or so with a salinity of approximately 20 to 25‰. At the top the bulk of the water of low specific weight broke through the Podolia-Dobrudja Gate, to flow farther west. Having passed the still open E Carpathian arc, it penetrated into the Transylvanian Basin. It is not improbable that a connection between the Bihar and Apuseni Mountains and the S Carpathians also existed towards the west, but the conditions for sea current movement in the northwest corner of the Transylvanian Basin through the "Szatmár Gate" seem to have been more favourable. Thus the upper water layer that was flowing in from the east passed farther on along the Tokaj Mountains and then along the southern side of the Hungarian Central Range. Between the Central Range and the island range subparallel to it (G. HÁMOR—K. SZENTGYÖRGYI 1981, Fig. 13), conditions favourable for the formation of a current-diverting trough evolved. Moving at the top the brackish-water layer became gradually thinner on the one hand and decreased in salinity on the other. (For more detail, see later in this volume.)

Arriving from the Crimo-Caucasian Basin, the sea current is traceable as far as the southwest tip of the Hungarian Central Range, i.e. to the Tapolca Basin. In the further course of the process, the normal-saline seawater that was flowing in opposite direction at the bottom was diluted or its salinity had already become so high (?28—30‰) that the eastern faunal elements of lower salinity demand could not endure it anymore. That all these suggestions are merely a hypothesis is supported by an interesting fact: in the borehole Hg. 84 put down in the Tapolca Basin *Cardium (Acanthocardia) platovi* is represented by specimens as big as 30 mm in diameter, whilst its representatives elsewhere correspond in size to that given by BOGATCHEV. This fact induces us to draw the following two conclusions:

1. The species preferred an environment of higher salinity, a brackish-water having been unfavourable for it. 2. It follows from the foregoing that the species in question came from the Mediterranean, i.e. from an environment of higher salinity (see description of species).

On evidence of the above, there is thus no reason for looking for places where Crimo-Caucasian on-migrants from the Central Paratethys occur in Mediterranean Miocene formations. This is all the more so, because some of the alleged oriental endemic forms are in reality Mediterranean immigrants reduced in size and morphology (ornament). [Even the 2 to 3 endemic forms that have migrated from the Black Sea to the Sea of Marmara do not migrate on, to the Mediterranean Sea (A. N. GOLIKOV—J. I. STAROBOGATOV 1972). Black Sea molluscs *Abra nitida milachevichi* and *Setia valvatoides* still endure the upper water of 21 to 24‰ salinity of the Sea of Marmara, but can no more endure the 38 to 39‰ salinity of the Mediterranean Sea.]

Of course the hydrodynamic regime just outlined changed in time as well. In the Late Badenian the eastern influence was initially but little. The typical faunal elements then occurred only at such localities, where some other local factors such as a more or less landlocked or diluted bay were involved. It is also very likely, however, that the upper zone of the seawater column had already been reduced in salinity by that time, to some extent below the 35‰ level of the World Ocean. As shown by P. MÜLLER (personal communication), the coral reef uncovered at the Rákos "vasúti delta" site in Budapest is composed of *Porites* sp. The *Porites* species even now belong to among the most tolerant hermatypical corals capable of persisting down to the lower limit of normal salinity (28—30‰). (See also boreholes Mány 192 and Perbál 6.)

A situation similar to that of the Sea of Marmara may have existed in that case, when between water and salt content an equilibrium was established. Notably, if normal-saline seawater was arriving continuously from the World Ocean, two alternatives could happen to the salt it contained: 1. the salt content increased up to the extent of evaporite formation; 2. the water was diluted (by influx from the E Paratethys) and it flowed back by an upper current to the World Ocean.

Since no salt deposit was formed in the Central Paratethys in Late Badenian time, the second alternative must be valid. However, the effluent seawater could not have a concentration lower than 28 to 30‰, as the Crimo-Caucasian fauna of lower salinity demand would have been removed to the Mediterranean.

For a more comprehensive understanding of the saltwater input-output, let us consider the conditions existing in the modern Sea of Marmara: on the bottom an Aegean seawater of 39‰ salinity is flowing in through the Dardanelles, while the Bosphorus lets 22.5‰ water flow into the Black Sea. From the latter a water of 16 to 18‰ salinity flows back. This upper sea current of gradually increasing salinity 25 to 26‰, empties, through the Dardanelles, back to the Aegean Sea.

The Central Paratethys at the geological time under discussion witnessed a similar situation. In other words, the Central Paratethys was playing the role of a "lock-chamber", similarly to the case of the present-day Sea of Marmara.

In the last third of the Late Badenian a progressively increasing E Paratethyan influence is observed, as evidenced by the mass of data here presented, though the phenomenon is confined to certain areas of the Central Paratethys. The growing eastern influence is explained by tectonic movements, i.e. very probably by the emergence of the Dinarides which seems to have taken place when the floor of the depression that provided a means of communication with the Mediterranean began to rise and, hence, the sea became shallower. Thus the critical depth already referred to (in the case of the Bosphorus) diminished.

### 3. The problem of Indo-Pacific connections

In recent literature the possibility that the Eastern Paratethys may have been connected with the Indo-Pacific was suggested (F. RÖGL—C. MÜLLER 1976; F. F. STEININGER—F. RÖGL—C. MÜLLER 1978). This suggestion was based primarily on the appearance of some nannoplanktonic elements in Late Badenian time, though to explain the presence of some unusual oriental Mollusca species by such a connection was also attempted. Not being a nannoplankton specialist, I do not wish to take a stand on this matter, noting that the statement of RÖGL and MÜLLER (1976) saying (p. 225) that "... *Rhabdosphaera poculi* und *Nannocorbis challengerii*, die für Walbersdorf typisch sind im Mittelmeer praktisch nicht beobachtet worden" is not at all convincing.

In analyzing the Bivalvia fauna of the Eastern Paratethys, NEVESSKAYA—BAGDASARYAN—GONCHAROVA (1979) rejected the presence of Indo-Pacific elements. However, what they suggest is the occurrence of six species of unknown provenance in the Konkian (p. 897). Regarding four of these, I should like to note the following:

1. *Venus konkensis* (see description of species).

2. *Gafrarium eximium* HÖRN. I found specimens of *Gafrarium eximium* HÖRN. already in the lower part of the Middle Badenian marine sequence of Budapest. Stratigraphically, this corresponds to the top of the Chokrakian. In the east, however, the earliest appearance of the species is in the Konkian (Sartaganian substage). This implies that the species in question migrated here from the Mediterranean in Middle Badenian time, to migrate further on, to the Konkian sea in Late Badenian time. (Nota bene, it liked an environment with a salinity of 20‰ or so, as it occurs more frequently and is more specialized in *Ervilia*- and *Cerithium*-bearing deposits.)

3. *Paphia vitaliana* D'ORB. It is well justified to suppose that *Paphia vitaliana* D'ORB. is a descendant of *Tapes sacyi* COSSMANN et PEYROT. (For further details, see description of *P. vitaliana infrasarmatica* in the paleontological part.)

4. *Lutetia (Alvenius) nitida* REUSS. Quite common in the Central Paratethys, *L. (Alvenius) nitida* REUSS was already shown to occur in abundance in the Lower Badenian (KÓKAY 1966).

The present writer supports his disproving a possible connection with the Indo-Pacific realm also by the evidence the present study provides in showing what happens in the case when two faunal provinces get interconnected. A modern example for this is provided, in addition, by the opening of the Suez Canal. Since its opening (1869), Indo-Pacific Mollusca have been continuously migrating through the canal into the Mediterranean Sea (A. BARASH—Z. DANIN 1972).

It is not in the last place for oceanophysical reasons that I cannot agree with the postulated communication with the Indo-Pacific through the Eastern Paratethys (towards Iran). In fact, to suppose that one half of a brackish-water sea (in the present case, the Central Paratethys) should contain a seawater of normal salinity, while communicating in an opposite direction with the World Ocean, would be a nonsense. Such a situation may exist to some extent only in the event if the recharge of salinity in the normal-salinity sea-subbasin is continuously assured from the World Ocean. If this connection is lost for any reason, the seawater of lower density will immediately dilute the seawater of higher salt content. (That the density of a seawater of 35‰ salinity at 20 °C is 1.02479 is well-known; a change even in the fifth decimal will provoke an intensive convective flow.)

For this reason, I cannot imagine that in the Central Paratethys area the seawater should have had normal (or, for that matter, subnormal) salinity without communicating with the Mediterranean. To suppose that the marine euhaline bios at least by one order of magnitude richer when allegedly emigrating from the Indo-Pacific should have been able to traverse the brackish-water E Paratethyan sea, to settle then finally here in the Central Paratethyan sea basins, is at least so sheer nonsense. In fact, the fauna here is of clearly Atlantic-Mediterranean type.

E. VREDENBURG (1928), relying on a monographic study of the post-Eocene Mollusca faunas from the Eocene of India, proved, a good deal of time ago, that within the studied time span an intensive Tethyan connection towards S Europe had existed only at the beginning of the Oligocene.

Not precluding the revival for a short time of any minor marine communication in the Early Miocene, he did not see any proof in favour of the persistence of such a communication from the Mid-Miocene onwards.

K. MARTIN (1914) was of the opinion (p. 350)—primarily based on malacological studies—that the disintegration of the ocean (Mediterranean and W Indo-Pacific) had manifested itself in a pronounced form since the earliest Miocene. Relying primarily on studies on larger Foraminifera, C. G. ADAMS—A. W. GENTRY—P. J. WHYBROW (1983) are essentially of the same opinion, suggesting the disintegration to have taken place not later than from the middle of the “Burdigalian” on.

P. MÜLLER (1984), in his monograph on Decapoda, comes to the conclusion that “. . . the forms with eastern relationships derived most probably from a common Tethyan fauna and subsequently vanished from European seas. Thus a connection of the Badenian sea with the Indian Ocean seems less probable now than some years ago.”

What can be demonstrated instead of immigration of Indo-Pacific elements is that the Late Badenian still witnessed some immigration from the west. So, for example, from the exposures of Őrs vezér tér and Kerepesi út in Budapest I have identified the following important adventive elements, hitherto unknown from richly fossiliferous and lithologically diversified Badenian formations: *Modiolus pistacinus* ROV., *M. mytiloides* BRONN., *Megaxinus incrassatus subscopulorum* D'ORB., *Taras pertransversus* SACCO, *Tellina incarnata* L., *Diodora italica reticulina* RISSO, *Gibbula sosensis* COSSM. et PEYR., *Ranella minuteornata* COSSM. et PEYR., *Thais producta ampleumbilicata* SACCO, *Conus taurinensis anomalomamilla* SACCO. (I should like to note that the first four forms have been recovered from the “Upper Limestone” beds, i.e. from beds deposited when the eastern connection had become already more intense.)

I found Mediterranean immigrants that had arrived here in Late Badenian time at other localities as well: actually, *Cardium platovi* is a form of this kind too (see description of species).

#### 4. Chokrakian and Sarmatian species

In the mollusc-bearing formations studied in detail I could identify 55 elements (Table 6) indicative of E Paratethyan connections. Their distribution by age is as follows: 7 forms are hitherto known from the Chokrakian only. To explain their presence I suppose the Chokrakian sea to have had a somewhat higher salinity, at least the Chokrakian sequences with a specifically richer fauna suggest this. Some of the species of higher salinity demand may eventually have persisted in embayments of higher salinity (upper brackish), especially so, if these “asylums” lay in the Central Paratethys. The species in question in the Late Badenian sea would find more favourable conditions for life than it was the case with the Konkian sea.

13 of the 55 forms are hitherto known from the Sarmatian. Some of these may be questioned whether having immigrated from the east or not. One of them is *Mohrensternia multicostata* SENEŠ, a species described from the Sarmatian of S Slovakia (see description of species). *Cardium irregulare* EICHW. is a species of uncertain Buglovian or Sarmatian age. Some Trochidae, Modiolus, Paphia and Mactra species enduring an environment of more reduced salinity or, for that matter, favouring such an environment may have immigrated in Late Badenian time from the west to the Paratethys, to thrive on in the Sarmatian. (Unfortunately, SACCO's laconic specific descriptions and figures of low quality have failed to give a satisfactory answer to this question, particularly so regarding Trochidae.)

The occurrence of Sarmatian forms in the brackish-water facies of older formations is quite natural, for the oldest Sarmatian fauna must have evolved already prior to the advent of Sarmatian time and this must have happened for the most part in the Crimo-Caucasian basins of varying salinity. As a response to constantly varying environmental conditions, some philobrackish forms could undergo a continued evolution in a wide range of variance, getting differentiated into a host of new offshoots.

In the description of species the Atlantic-Mediterranean provenance for some Crimo-Caucasian elements is referred to or suggested.

#### 5. Evolution of the paleogeographic connections and salinity conditions of the Middle Paratethys in Badenian time

To conclude, I am attempting to summarize the results of my studies by fitting them in a larger time frame.

That the study area had its genuine thalassocratic history in the Early Badenian time-span of the Neogene cannot be doubted. At that time, the Eastern Paratethys communicated with the Central Paratethys from the Tarkhanian up to the middle of the Karaganian (PAPP—SENEŠ 1978). The



Middle Badenian was a period of large-scale evaporite accumulation, though in some areas (e.g. in what is now Budapest) a heavy transgression took place. The Middle Badenian is characterized by a strong reduction of benthonic Foraminifera (Lagenidae)—a phenomenon we think justifiably attributed to the first sizeable oriental influence ever felt. This reduction of the microfauna, however, is far from being firmly attributable to a reduction in salinity. It could have been caused, for example, by an inflow of anoxic water masses from the Euxinic Karaganian sea. In Middle Badenian time, plenty of Mollusca species unknown from the Early Badenian immigrated from the Mediterranean, while many older forms vanished. No oriental influence is felt in the Mollusca fauna that has come down to us from that time-span (only *Cardium praeplicatum* HILB. is known to us from the paralic coal formation of Hidas; I. SELMECZI 1982). Regrettably enough, surely Middle Badenian sublittoral to shallow-neritic facies with rich Mollusca faunas that would form a connecting link towards the Upper Badenian are very scarcely known to us. (This is the time-span that corresponds to the Karaganian stage in the east.)

The vast Late Badenian transgression presented itself with a quite different paleogeographic pattern. An eastern influence was felt from the beginning of the time-span in question, as shown by the present writer in an earlier study. The salinity of the seawater seems to have lain already at the very beginning at the lower limit of what may be regarded as normal salinity. In the last third of the Badenian the reduction in salinity was speeded up, the Badenian faunal elements were more and more pushed into the background, while the philobranchian and oriental elements came into prominence. A leap in this desalinization trend was represented by the onset of deposition of Veselyankian-type sediments. From the viewpoint of their geological features and fossil content the Veselyankian deposits are similar in character in both the Central and Eastern Paratethys. [The diastrophic interpretation of the origin of the Veselyankian beds has already been referred to (p. 24).] The basic difference is that the Central Paratethyan Veselyankian beds contain a substantially more abundant fauna with much more Badenian elements. This bears witness to the fact that some, though rather little, communication with the Mediterranean still persisted that time. (To visualize this comparison in numerical terms would be rather difficult, because the information from the Eastern Paratethys is scarcely sufficient for gaining a firm idea on the faunas of the Veselyankian beds there. These formations there contain approximately 35 to 40% of Badenian-type taxa, while the Veselyankian profiles from the Central Paratethys do 50 to 60%.) In the uppermost tens of centimetres the faunal elements indicative of the Badenian already vanish completely and along with the Sarmatian forms it is only some oriental Middle Miocene species that prove that the enclosing sediments do not belong yet to the Sarmatian.

In case of continuous or almost continuous sedimentation the change in the lithology of the Sarmatian deposits, in general the coming of detrital sediments into prominence, is striking. These formations contain but Sarmatian-type Mollusca species. The Foraminifera acquired a Sarmatian character already earlier, at the time of deposition of the Veselyankian beds (apart from one or two extraordinary species).

At the end of Badenian time, the lock (in this case, the Dinariden) to the Mediterranean uplifted and the recharge from the World Ocean was interrupted. On top of that, the closure of the lock meant that the Paratethys had become for a while a drainless inland sea. This had as a consequence:

- an overall rise in water level (transgression) and dilution of the seawater owing to the cessation of effluence from the Paratethys;
- the homogenization of the bios of the inland sea, i.e. its becoming predominantly E Paratethyan in character.



I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<i>Ervilia trigonula</i> SOK.																								
<i>Ervilia pusilla dissilia</i> EICHW.																								
<i>Abra reflexa</i> EICHW.																								
<i>Abra alba scythica</i> SOK.																								
<i>Abra parabilis atlantica</i> MERKL.																								
<i>Cultellus scaphoideus</i> ZHIZH.																								
<i>Lutraria</i> cf. <i>primipara</i> EICHW.																								
<i>Macra basterotii</i> konkensis SOK.																								
<i>Macra andrussovi</i> KOLES.																								
<i>Macra quasideloides</i> BOG.																								
<i>Macra</i> ex gr. <i>timida</i> ZHIZH.																								
<i>Corbula</i> ( <i>Varicorbula</i> ) <i>michaliskii</i> SOK.																								
<i>Pholas bogatchevi</i> OSS.																								
<i>Pholas bogatchevi</i> tanaica OSS.																								
<i>Barnea usjturtensis</i> sinzovi OSS.																								
<b>G a s t r o p o d a :</b>																								
<i>Gibbula cremenensis</i> ANDR.																								
<i>Gibbula confessa</i> LIVER.																								
<i>Gibbula subbalatro</i> KOLES.																								
<i>Calliostoma angulatus</i> EICHW.																								
<i>Calliostoma angulatum</i> spirocarinatum PAPP																								
<i>Calliostoma anceps joanneum</i> HILB.																								
<i>Calliostoma gutterbergi</i> HILB.																								
<i>Mohrensternia pseudoinflata</i> FRIEDB.																								
<i>Mohrensternia multicosata</i> SENEŠ																								
<i>Bitum reticulatum konkensis</i> SOK.																								
<i>Newtoniella dentobicaninata agibolica</i> ZHIZH.																								
<i>Actaeocina lajonkairaana buhlovensis</i> FRIEDB.																								
<i>Cylichna melitopolitana</i> SOK.																								

\* HÁMOR 1971

+ = rare — elfőfordul, X = few — kevés, O = common — gyakori.

#### IV. PALEONTOLOGICAL DESCRIPTIONS

In this chapter I have described the E Paratethyan-type Mollusca taxa recovered from the Upper Badenian sections discussed. As evident from detailed analyses, some taxa can be shown, with high probability, to have originated not from the E Paratethys but from the Mediterranean, whence they arrived in Badenian time and preserved their original shape. The majority, however, as a response to the changes in the physico-chemical conditions, underwent a rapid evolution and, curiously enough, became characteristic of the Eastern Paratethys. With a host of forms, allegedly endemic, present there, a separate faunal province came into existence.

It is first of all the elements alien to the Central Paratethys, appearing first in the Tarkhanian, Chokrakian and Konkian, that I have considered as forms indicative of the Eastern Paratethys.

The beginning of the Sarmatian in the Central Paratethys should be regarded as an extension of the Eastern Paratethys, its overwhelming expansion. Considering that, in general, the Mollusca fauna too is of eastern endemic character (except for a few Badenian forms reaching up into the Sarmatian such as *Loripes dujardini*, *Gastrana fragilis*, *Polinices catena helicina*, etc.), here I take even those "Sarmatian" forms to be indicative of the Eastern Paratethys which have hitherto been unknown from a stratigraphically deeper horizon. Such Ponto-Caspian faunal elements known only from the Sarmatian are 12 out of a total of 55 taxa found in the Upper Badenian. I do not exclude the possibility that some of these migrated from the west to the Central Paratethys in the Late Badenian to find there, in some subbasins or embayments, already life conditions similar to those which existed in Sarmatian time. (I mean here first of all the small-sized Trochidae species. Unfortunately, SACCO's concise descriptions of species and, particularly so, his figures of rather low quality do not give an answer to this question.)

Since I have not intended to make a paleontological-taxological work by this study, I do not wish to tackle too sophisticated taxonomic problems the references to which in the literature are often contradictory and questionable. For this reason, and not in the last place for "conventional" reasons, I have occasionally refrained from using more "up-to-date" generic or subgeneric names (e.g. Jujubinus, Sarmatimacra, Plicatiforma, etc.).

Hereinafter I have given the descriptions of 55 Mollusca taxa from the fauna of the Central Paratethys and listed their most important synonymy from the relevant literature. The studied material is deposited in the collection of the Hungarian Geological Institute.

Classis: **BIVALVIA**

Familia: **MYTILIDAE**

Genus: **Modiolus** LAMARCK, 1799

*Modiolus incrassatus* (D'ORBIGNY)

Pl. I, f. 4a, 5, 9b; Pl. VII, f. 7b

A well-known Sarmatian form known to occur already in the Konkian in the Eastern Paratethys (OSSIPOV 1932). (Nota bene, it can be found in the following recent literature devoted to the Sarmatian: BODA 1959; PAPP—MARINESCU—SENEŠ 1974.)

*Modiolus incrassatus buglovensis* GATUEV

Pl. I, f. 6—8, 9a

1903. *Modiola volhynica* EICHW. — LASKAREV, p. 135, tabl. I, fig. 25—28.1916. *Modiolus volhynicus* EICHW. var. *buglovensis* GAT. — GATUEV, p. 160, tabl. 13, fig. 7—8.1959. *Modiolus incrassatus* D'ORB. var. *buglovensis* GAT. — ZHIZHCHEKNO, p. 220, tab. XXII, fig. 23—24.

Differences from the well-known species: shell more widened towards the posterior margin and, hence, of more triangular outline; edge of posterior margin internally indented; shell of usually smaller size.

The species is characteristic first of all of the Veselyankian horizon, though it occurs in the deeper Konkian beds as well (even at the Keresztúri út site in Budapest). IL'INA—NEVESSKAYA—PARAMONOVA (1976) reported its presence from the base of the Sarmatian too.

*Modiolus incrassatus subpapilio* GATUEV

Pl. I, f. 12—13

1916. *Modiolus volhynicus* EICHW. var. *subpapilio* GAT. — GATUEV, p. 161, tabl. 13, fig. 3.1935. *Modiola subpapilio* (GAT.) — KOLESNIKOV, p. 25, tabl. I, fig. 26—27.

Shell substantially wider than the subspecies “*buglovensis*”, of strongly triangular shape, with a convex umbo. Hitherto reported: from the Sarmatian. I have found it in the “Lower Cerithium Limestone” at Gyakorló út site in Budapest as well as in the somewhat younger Ervilia limestone of Pécsvárad.

*Modiolus incrassatus sultanensis* GATUEV

Pl. I, f. 10, 14

1916. *Modiolus volhynicus* EICHW. var. *sultanensis* GAT. — GATUEV, p. 159, tabl. 13, fig. 5.1959. *Modiolus incrassatus* D'ORB. var. *sultanensis* GAT. — ZHIZHCHEKNO, p. 219, tabl. XIII, fig. 12—14.

Form of long, elongated shape with parallel posterior and lower margins. This bivalve of peculiar shape is reported from the Chokrakian in the relevant literature. The specimens figured here have been recovered from the Ervilia limestone of Pécsvárad.

*Modiolus ustjurtensis* ZHIZHCHEKNO

Pl. I, f. 11

1953. *Modiola hoernesii* REUSS — STRACHIMIROV, p. 53, tabl. VIII, f. 1—3.1955. *Modiolus ustjurtensis* ZHIZH. — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 101, tabl. XXX, f. 3—4.1960. *Modiolus ustjurtensis* ZHIZH. — STRACHIMIROV, p. 277, tabl. LVII, f. 11—12.

Oval in outline, with distinct growth lines. Our specimens are of rather subjuvenile character, being not completely grown up. They have been recovered from the upper (Veselyankian) part of the Upper Badenian sequence of borehole Perbál 2 and Keresztúri út exposure in Budapest.

Closely related to it is *Modiolus hoernesii* characterized by:

- a different outline, being not oval but pointed toward the umbo, i.e. rather trigonal;
- a smaller size, 3 to 7 mm, while *M. ustjurtensis* reaches even 30 mm in size.

The subjuvenile specimen from Perbál is 10 mm, that of Keresztúri út being about 15 mm.

Occurrence: in Konkian deposits.

Genus: **Musculus** (BOLTEN) RÖDING, 1798

*Musculus sarmaticus* GATUEV

Pl. II, f. 1—3

Common in the Sarmatian, this form has been recovered from the Ervilia limestone of Pécsvárad (PAPP 1954, BODA 1959, PAPP—MARINESCU—SENEŠ 1974).

*Musculus sarmaticus naviculoides* (KOLESNIKOV)

Pl. II, f. 4

1935. *Modiola naviculoides* KOLES. — KOLESNIKOV, p. 17, tabl. I, fig. 1–4.1955. *Musculus naviculoides naviculoides* (KOLES.) — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 99, tabl. XXIX, fig. 14–20.

Cast recovered from the upper part of the Ervilia limestone of Pécsvárad. It differs from the known representatives of *Musculus sarmaticus* chiefly by the fact that its outline is oval, subelliptical, while that of *M. sarmaticus* is narrowed like a wedge towards the umbo and is usually more flattened and larger as well. *M. naviculoides* is 10 to 15 mm long. (Our specimen is 11.6 mm long and 6.8 mm wide.)

*Musculus candidus* is considerably wider, smaller, its radial ribbing being more pronounced.

Occurrence: Sarmatian in the E Paratethys as reported in the relevant literature.

Familia: UNGULINIDAE

Genus: *Taras* RISSO, 1826*Taras rotundatus caucasicus* (ZHIZHCHEKOV)

Pl. II, f. 5–9

1953. *Diplodonta rotundata* MONTAGU var. *caucasicus* ZHIZH. — STRACHIMIROV, p. 64, tabl. XIII, fig. 3–5.1959. *Taras rotundata* MONT. var. *caucasicus* ZHIZH. — ZHIZHCHEKOV, p. 198, tabl. XI, fig. 16–19.1960. *Taras rotundata* var. *caucasicus* ZHIZH. — STRACHIMIROV, p. 255, tabl. LV, fig. 14–15.

Outline subpolar, umbo situated in the central area, shape less convex. In terms of habit, the form being described occupies a position of transition between *Taras rotundatus* and *T. trigonulus*.

I have found a lot of specimens in both the Veselyankian, i.e. terminal Upper Badenian beds and in ones lower than these. In the Eastern Paratethys it has come from the Chokrakian into the fore. It may be identical with the form *T. trigonulus intermedius* of Tethyan provenance which I discovered in Lower Badenian deposits as well (KÓKAY 1966, p. 73, taf. XIII, fig. 12–13). From here, it may have migrated on to the Chokrakian sea.

Familia: KELLIPELLIDAE

Genus: *Lutetia* DESHAYES, 1860Subgenus: *Spaniodontella* ANDRUSSOV, 1902*Lutetia (Spaniodontella) sokolovi* (SINZOV)

Pl. II, f. 10–12

1899. *Spaniodon nitidus* REUSS — SOKOLOV, p. 60, tabl. I, fig. 4–8.1932. *Spaniodontella sokolovi* SINZOV — OSSIPOV, p. 38, tabl. I, fig. 8–15.1955. *Spaniodontella sokolovi* SINZOV — VOLKOVA, p. 32, tabl. XV, fig. 1–5.1959. *Spaniodontella sokolovi* SINZOV — ZHIZHCHEKOV, p. 207, tabl. XXII, fig. 1–4.1979. *Alveinus sokolovi* (SINZOV) — NEVESSKAYA—BAGDASARYAN—GONCHAROVA, p. 892.

Species described as peculiar, well-defined. Considered to be typical Konkian element. I found it in both the Veselyankian argillaceous marl beds of boreholes Perbál 2 and 5 and in the upper few metres of the underlying Badenian sequence. It was recovered from the final Upper Badenian beds at Hidas in the Mecsek Mountains (I. SELMECZI 1982) as well. In the borehole Hegymagos 84 put down in the Tapolca Basin it was found in the middle part of the Upper Badenian sequence.

On the basis of my personal experience, I do not think the separation of the species from *Lutetia nitida* to be simple. This latter species was described from the Middle Badenian of Wieliczka, Poland, by REUSS (syn.: *Lutetia girondica* in COSSMANN et PEYROT). *L. sokolovi* can be distinguished from *L. nitida* on the following grounds:

— The size of *Lutetia sokolovi* is around 3 mm, while *L. nitida* measures, as shown by the study of specimens of different age, 1.0 to 1.5 mm.

— *L. nitida* is mostly—but not always—higher, “rotundo-triangular” in outline, while *L. sokolovi* is rather “subcircular”.

— *L. nitida* is more convex, its umbo being a little bit twisted.

— *L. sokolovi* has a hinge apparatus that is more strongly developed, showing otherwise the same features.

The dissimilarities listed are not necessarily all combined and, in the final analysis, the difference seems to be sufficient for a subgeneric distinction. My suggestion is confirmed by the fact that in the marl from about the middle of the Upper Badenian sequence of borehole Hegymagos 84, in addition to a mass of tiny *L. nitida* specimens, *L. sokolovi* is also present, but individuals of transitional size exist too, unfortunately only in the form of casts though. That the water of an ingressing Konkian sea provided better conditions for the life of the species is plausible. Thus an evolution tending to "gigantism" set in which resulted in the birth of *L. sokolovi*. (It is the *L. nitida* individuals that penetrated into the Early Badenian Chokrakian sea that may have given rise to an assemblage of divergent species belonging to the group of *L. intermedia*. All these circumstances imply that *L. sokolovi* evolved, from the same *L. nitida* species, along a second evolutionary lineage in the Late Badenian Konkian sea.)

Familia: **CARDIIDAE**

Genus: **Cardium** LINNE, 1758

Subgenus: *Cerastoderma* POLI, 1975

*Cardium obsoletum* EICHWALD

Pl. II, f. 13–18; Pl. VII, f. 7d

1936. *Cardium obsoletum* EICHW. — FRIEDBERG, p. 151, tabl. 24, fig. 7–10.

1976. *Cerastoderma (Obsoletiforma) obsoletum obsoletum* (EICHW.). — IL'INA—NEVESSKAYA—PARAMONOVA, p. 232, 233, tabl. I, fig. 37–48; tabl. II, fig. 25–29; tabl. III, fig. 3–26.

1979. *Cerastoderma obsoletum* (EICHW.) — NEVESSKAYA—BAGDASARYAN—GONCHAROVA, p. 894.

The figured specimens have been recovered from the "Lower Cerithium Limestone" of Keresztúri út (*Cardium uiratamense* type; KOLESNIKOV 1929), the Ervilia limestone of Pécsvárad and the final Badenian argillaceous marl bed of borehole Perbál 5.

In the Eastern Paratethys it is known from the Konkian and Lower Sarmatian formations. As a rule, it is not too frequent, being akin to *C. vindobonense* PARTSCH, though more flattened than that, its umbo being not so salient.

*Cardium ruthenicum* HILBER

Pl. II, f. 19; Pl. III, f. 1–5, 8; Pl. VII, f. 7c

1882. *Cardium Ruthenicum* HILB. — HILBER, p. 15, taf. I, fig. 43.

1903. *Cardium lithopodolicum* DUB. var. *ruthenica* HILB. — LASKAREV, p. 139, taf. II, fig. 1–8.

1935. *Cardium ruthenicum* HILB. — LIVEROVSKAYA, p. 8, tabl. II, fig. 9–14.

1936. *Cardium ruthenicum* HILB. — ZHIZHCENKO, p. 19, tabl. II, fig. 3–9.

1955. *Cardium ruthenicum* HILB. — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 47, tabl. IX, fig. 15–21.

1959. *Cardium ruthenicum* HILB. — ZHIZHCENKO, p. 178, tabl. XXII, fig. 41–42.

1976. *Cerastoderma (Obsoletiforma) obsoletum ruthenicum* (HILB.) — IL'INA—NEVESSKAYA—PARAMONOVA, p. 232, tabl. I, fig. 49–54; tabl. IV, fig. 22–23.

Species with varying features. There are specimens with poorly or strongly developed ribs, specimens with steeply sloping and rounded posterior margin and there are ones in which the posterior ridge is accentuated by a more heavily developed rib. In the exposures in Budapest this latter type is the more frequent form approaching to some extent the species *Cardium hilberi* and *C. kubanicum*. Nota bene, ZHIZHCENKO (1936) also reported a specimen of this kind representing a link of transition to *C. kubanicum*. It is mainly the specimens encounterable in the Ervilia limestone of Budapest and Balatonakali (borehole Bak. 40) and, less frequently, in that of Pécsvárad that have a posterior area separated from the rest of the shell by a rib of varying strength as a characteristic feature. Another characteristic feature is that the middle among the 7–8 ribs of the sloping posterior area is a little bit stronger than the others. This feature can be observed earliest of all in the case of the tiny *Cardium holubicense* HILB. species (see FRIEDBERG 1936: tabl. 24, fig. 5a). (Nota bene, I found the species with a similar feature already in the Middle Badenian in Budapest.) I found this feature to be traceable up to the Early Pannonian forms. In addition, it can be recognized in some *C. obsoletum* specimens and in other species as well. Thus it can be concluded with good reason, on evidence of this feature, that the forms involved have a common ancestor—*C. holubicense*.

Its stratigraphic range is confined primarily to the Konkian stage, but ZHIZHCENKO (1936) indicated its presence from the Chokrakian already. In addition, it is found at the base of the Sarmatian, in the first place in the E Paratethys.

*Cardium lithopodolicum* DUBOIS

Pl. III, f. 6, 9

Recovered from the terminal Upper Badenian limestone of Örs vezér tér site in Budapest. Hitherto known with certainty from the lower part of the Sarmatian (KOJUMDGIEVA 1969, PAPP—MARINESCU—SENEŠ 1975).

*Cardium kokkupicum* ANDRUSOV

Pl. III, f. 7

1916. *Cardium kokkupicum* ANDR. — ANDRUSOV, p. 219, tabl. 16, fig. 55.

1932. *Cardium kokkupicum* ANDR. — OSSIPOV, p. 45, tabl. I, fig. 32.

Two fossil casts have been recovered from the terminal Upper Badenian bed of Örs vezér tér site in Budapest. Their characteristic features (outline, number of ribs, strength of ribs) have enabled identification with ANDRUSOV's species.

The species is reported from the Konkian beds in the literature. After KOJUMDGIEVA (1969) it may be present in the Sarmatian of Bulgaria too, though its figuring by KOJUMDGIEVA is not at all convincing.

*Cardium* cfr. *fischeriforme millelocum* SIDOROVA

Pl. III, f. 12

1969. *Cardium millelocum* SID. — SIDOROVA, p. 44, tabl. VII, fig. 4—10.

1976. *Cerastoderma (Obsoletiforma) fischeriforme millelocum* (SID.) — IL'INA—NEVESSKAYA—PARAMONOVA, p. 75, 234, tabl. IV, fig. 1—10.

Recovered as internal mould and damaged cast from borehole Bak. 40. Stands close to *C. lithopodolicum* from which it is distinguished by the salient ridge delimiting the posterior margin and the slightly spinose ribs on the upper posterior margin. Because of the incompleteness of the find a more convincing determination is impossible. Occurrence: E Paratethyan Lower Sarmatian.

*Cardium* cfr. *kaudense volhynicum* GRISCHKEVICH

Pl. III, f. 10, 11

1976. *Cerastoderma (Obsoletiforma) kaudense volhynicum* (GRIS.) — IL'INA—NEVESSKAYA—PARAMONOVA, p. 234, tabl. IV, fig. 27—32.

Cast recovered from the Veselyankian limestone of Örs vezér tér site in Budapest, possibly identical with the E Paratethyan Lower Sarmatian form in question. Characteristic features such as the strong ridge-rib delimiting the posterior area and the otherwise weakly developed ribbing are readily observable in our specimen as well. The specimen from Pécsvárad comes closer to the type of the species.

*Cardium praeplicatum* HILBER

Pl. III, f. 13—16

1882. *Cardium prae-plicatum* HILB. — HILBER, p. 14, taf. I, fig. 40—41.

1929. *Cardium praeplicatum* HILB. — KOLESNIKOV, p. 35, tabl. XII, fig. 278—292.

1935. *Cardium praeplicatum* HILB. — LIVEROVSKAYA, p. 9, tabl. II, fig. 15.

1955. *Cardium praeplicatum* HILB. — VOLKOVA, p. 29, tabl. XIV, fig. 6—7, tabl. XV, fig. 6—9.

1955. *Cardium praeplicatum* HILB. — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 47, tabl. X, fig. 1—8.

1959. *Cardium praeplicatum* HILB. — BODA, p. 683, taf. III, fig. 10—12.

1976. *Cerastoderma (Plicatiforma) praeplicatum* (HILB.) — IL'INA—NEVESSKAYA—PARAMONOVA, p. 232, tabl. I, fig. 26—36.

A lot of specimens have been collected from the base up to the top of the Upper Badenian. The species does not seem to be sensitive to facies, being encounterable in limestones, marls and argillaceous brachyhaline formations alike.

In the E Paratethys it appears first in the Konkian. I. SELMECZI mentions its presence from the Middle Badenian coal measures of Hidas. It occurs mainly in the eastern province in earliest Sarmatian deposits.



*Cardium mányense* KÓKAY

Pl. III, f. 18; Pl. IV, f. 1–3

1916. *Cardium* sp. aff. *praeaplicatum* HILB. — ANDRUSOV, p. 217, tabl. 16, fig. 61 (solum!)  
 1967b *Cardium mányense* KÓKAY — KÓKAY, p. 88, taf. VII, fig. 1–5.

From core samples of Upper Badenian age from the Mány area, I described a *Cardium* species the presence of which I quoted from the Tapolca Basin as well. Since that time, I have found it in a lot of core- and surface samples, but these are limited to the embayments, subbasins, along the southern side of the Hungarian Central Range, from Budapest up to Tapolca, primarily in argillaceous sediments. I see perfect agreement with the *Cardium* specimen published with a question mark by ANDRUSOV which was collected from the Konkian deposits of the northern coast of the Black Sea. Thus *C. mányense* is rightly regarded as an oriental species, though its having immigrated from the Mediterranean cannot be precluded either. In fact, it is absent in the Upper Badenian of the Mecsek Mountains. In case of immigration from the east, it should be present there too.

*Cardium irregulare* EICHWALD

Pl. III, f. 17

1903. *Cardium irregulare* EICHW. — LASKAREV, p. 141, taf. III, fig. 23–24.  
 1929. *Cardium irregulare* EICHW. — KOLESNIKOV, p. 3, tabl. I, fig. 1.

As obvious from the references cited, there is some uncertainty about the species, primarily owing to its Lower Sarmatian age, for EICHWALD mentions it, with an imprecise quotation though, from the Miocene of Volhynia.

Umbo characteristically pointed, lying approximately in the centre; ribs not too salient and approximately so wide as the intervals between the ribs. Our specimens from Balatonakali and Pécsvárad correspond well to EICHWALD's species including his original figure of the species (pl. IV, fig. 23).

*Cardium scylothicum* SOKOLOV

Pl. IV, f. 4–9; Pl. VII, f. 2b

1899. *Cardium scylothicum* SOK. — SOKOLOV, p. 62, taf. I, fig. 21–26.  
 1932. *Cardium scylothicum* SOK. — OSSIPOV, p. 44, tabl. I, fig. 28–31.

Specimens with complete shells, frequent in the Veselyankian horizon of borehole Perbál 2 and, particularly so, in borehole Perbál 5. A characteristic feature is the suborbicular outline, the umbo being just a little bit anterior to mid-length. Ribs flat, scarcely convex, closely spaced, with very narrow intervals between them. The small tubercles on the ribs in the posterior area of the valve are not typical of the species, being not observable in all specimens of SOKOLOV either. Otherwise, our specimens correspond well to the species described from the type section of Veselyanka, only the ribs on them are by 2–3 fewer in number.

The species is quoted from not too many localities other than the type locality in the relevant literature. It can be found, still within the Black Sea depression zone, near Nikopol, and also in the Donbass (DIDKOVSKIY—KULICHENKO 1975), in the same stratigraphic horizon. From Bulgaria, it is reported by STRACHIMIROV (1960) but, from the Chokrakian bed.

*Cardium* sp.

Pl. IV, f. 15

One small and flat *Cardium* specimen has been recovered from the Veselyankian horizon of borehole Perbál 5. The shell is ornamented with 21 slightly flat ribs of medium strength. The rib intervals are somewhat narrower than the ribs themselves. The ribs are smooth, growth lines, if any, being visible in the anterior and posterior marginal areas. In the intervals thin transverse bars are observed. The species in question has no ridge separating the posterior margin; the posterior margin is not sloped, but is curved into the lower and upper margins. Umbo anterior to mid-length.

Unidentifiable with any of the known species. Closest relation is *Cardium karabugasicum* SIDOROVA (1961). Unfortunately, because of the incompleteness of the specimen described, it cannot be decided whether the upper and posterior margins meet in an arc or in an angle. In addition, our specimen is shorter in size and smaller in terms of umbonal angle than it is the case with SIDOROVA's species.

Dimensions: Length 7.2 mm, height 6.0 mm.

Subgenus: *Acanthocardia* GRAY, 1851

*Cardium (Acanthocardia) aculeatum platovi* BOGATCHEV

Pl. IV, f. 10–14; Pl. V, f. 1–2

1905. *Cardium Platovi* BOG. — BOGATCHEV, p. 184, pl. III, fig. 1–11.

1932. *Cardium Platovi* BOG. — OSSIFOV, p. 42, tabl. I, fig. 25–27.

1979. *Acanthocardium platovi* BOG. — NEVESSKAYA—BAGDASARYAN—GONCHAROVA, p. 895.

From the railway-cut of Rákos “vasúti delta” in Budapest and the Veselyankian horizon of the boreholes of Mány and from deeper Badenian beds in the Tapolca Basin, a “spinose” *Cardium* species matching well the form described from the Konkian. It carries 19 to 21 ribs that are rotundo-triangular in cross-section. Rib intervals about the half of the rib width, growing wider towards both the anterior and posterior margins. Between the ribs and on their side there are perpendicular grooves. At about the top of the ribs (or rather towards the lower margin) poorly developed unequal spines or their rudiments are observable. The valves vary from “subcircular” to “subquadrangular” in outline. Umbo fairly salient, more or less sloped on the posterior margin. Related forms from the Miocene:

— *Cardium paucicostatum*: ribs fewer in number (14–15).

— *C. vidali ritzingense*: ribs a little bit fewer (17–19), considerably wider and stronger, intervals narrower; strong growth lines on the valve; rib-sides not grooved or striated; the small spines or rather tubercles disappear towards the lower margin on the adult specimens; shell of larger size; bound preferentially to argillaceous facies.

— *C. barrandei schafferi*: rib number: 20 to 24; ribs more closely spaced and more salient; semi-circular incross-section, carrying tiny and closely spaced “buttons”; shell of larger size; bound preferentially to calcareous and arenaceous facies; euhaline form.

In the Tapolca Basin, borehole Hegymagos 84 yielded, in addition to specimens 20 to 24 in diameter—size characteristic of “*platovi*”—specimens reaching even 30 mm. As suggested in the chapter on sea currents, these large specimens may be indicative of a Mediterranean provenance. In fact, the specimens in question come quite close to *Cardium aculeatum* L., species living even at present, which was reported from the “Helvetian” of Salles by COSSMANN and PEYROT (p. 476, Pl. XX, fig. 28–29). Having penetrated from the west into the more brackish seawater, the species in question was reduced both in size and, in certain measure, sculpture, as is observed nowadays on representatives of *Cardium*. This is how the “species” *C. platovi* evolved, to migrate then on in the Konkian sea, as far as the northern Black Sea coast (Novocherkask). I do not see any use in including it in the original “*aculeatum*” species owing to the important paleogeographic and stratigraphic role it plays in its reduced form. For this reason, I have preferred a subspecific distinction.

*Cardium (Acanthocardia) paucicostatum* SOWERBY var.

1955. *Cardium paucicostatum* SOW. — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 40, tabl. VI, fig. 7–8.

The species is still alive (in the Black Sea too). Its more or less spinose-tuberculate ribs are generally 14 to 15 in number. One poorly preserved specimen has been recovered from the Veselyankian limestone of Örs vezér tér, and one fragment from borehole Bak. 40.

What it resembles most is fig. 7 of MERKLIN and NEVESSKAYA rather than the classic illustrations. Similarly narrow, poorly developed, scarcely spinose ribs with rather wide and almost smooth intervals. For this reason, it is these specimens from the Konkian of Turkmenia that I consider ours to come very close to.

My I note that the specimens from Várpalota, Herend and from other Lower Badenian beds (e.g. KÓKAY 1966) identified with *Cardium paucicostatum* need to be revised, as the deviation from the Konkian form is remarkable.

Genus: *Trachycardium* MÖRCH, 1853

*Trachycardium pseudomulticostatum* (ZHIZHCENKO)

Pl. V, f. 3

1934. *Cardium pseudomulticostatum* ZHIZH. — ZHIZHCENKO, p. 22, tabl. IV, fig. 1–2.

1936. *Cardium pseudomulticostatum* ZHIZH. — ZHIZHCENKO, p. 12, tabl. I, fig. 1–4.

1955. *Cardium pseudomulticostatum* ZHIZH. — VOLKOVA, p. 42, tabl. XIX, fig. 1–3.

1955. *Cardium pseudomulticostatum* ZHIZH. — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 42, tabl. VI, fig. 13–17.

1959. *Cardium pseudomulticostatum* ZHIZH. — ZHIZHCENKO, p. 174, tabl. VII, fig. 13–16.

Cast recovered from the Veselyankian horizon of borehole Mány 8. It is readily identifiable with this species certainly representing a sister-species of *Trachycardium multicosatum*. The deviations are as follows:

- The ribs of *T. multicosatum* vary between 50 and 60 in number, while in case of ZHIZHCENKO's species this figure is reported in various publications as varying between 37 and 50. In our specimen, it is 45 or so.
- The eastern species has stronger ribs.
- *T. pseudomulticosatum* is usually wider in shape.

The species has so far been known from the Chokrakian only.

Familia: **VENERIDAE**

Genus: **Venus** LINNE, 1758

Subgenus: *Timoclea* BROWN, 1827

*Venus (Timoclea) konkensis* SOKOLOV

Pl. V, f. 4–12, 15

1899. *Venus konkensis* SOK. — SOKOLOV, p. 66, tabl. II, fig. 3–12.  
 1932. *Venus konkensis* SOK. — OSSIPOV, p. 52, tabl. II, fig. 32–37.  
 1935. *Venus konkensis* SOK. — LIVEROVSKAYA, p. 9, tabl. I, fig. 14–19.  
 1955. *Parvivenus konkensis* (SOK.) — VOLKOVA, p. 32, tabl. XV, fig. 12.  
 1955. *Venus konkensis* SOK. — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 57, tabl. XV, fig. 11–14.  
 1958. *Venus konkensis* SOK. — ZHGENTI, p. 64, tabl. V, fig. 7–13.  
 1959. *Venus (Parvivenus) konkensis* SOK. — ZHIZHCENKO, p. 186, tabl. XII, fig. 32–33.

I have found the species in several Upper Badenian drill core samples, in formations corresponding in age to a pre-Veselyankian Lower Konkian horizon. It has been particularly frequent in the lower third of the Upper Badenian sequence of borehole Perbál 6, being represented by shelled specimens of excellent preservation. It is typical of the Veselyankian horizon in the E Paratethys, the earlier data being rather obscure. In Hungary, it was reported by G. HÁMOR (1971) from the Pécs-várad limestone of similar age.

Close to the species is *Venus marginata* from which the most essential difference is that *V. konkensis* has a smooth outer shell surface, while *V. marginata* is ornamented with concentric ribs.

Among the Hungarian specimens I have found such as show the remnants of relict folds, testifying to the relationship.

Hence, it is with good reason that we may suppose that *Venus konkensis* migrated from here to the Veselyankian sea farther east, for here it had appeared earlier. Consequently, *V. marginata* may be supposed to have responded to a decrease in salinity by reduction, as is frequently the case with the molluscs. At the same time, it is not improbable either that, actually, *V. konkensis* immigrated from the Mediterranean already earlier, in the first third of Late Badenian time. In fact, SACCO figured, as *V. marginata*, specimens with a smooth shell surface [Parte XXVIII, p. 45, Tav. X, fig. 25 and 27 (solum!)].

Genus: **Paphia** (BOLTEN) RÖDING, 1798

*Paphia secunda* (BOGATCHEV)

Pl. V, f. 13–14, 16–22; Pl. VI, f. 1

1905. *Tapes secundus* BOG. — BOGATCHEV, p. 185, pl. III, fig. 19–25.  
 1932. *Tapes secundus* BOG. — OSSIPOV, p. 51, tabl. II, fig. 28–31.  
 1935. *Tapes secundus* BOG. — LIVEROVSKAYA, p. 11, tabl. I, fig. 21–24.  
 1959. *Tapes secundus* BOG. — ZHIZHCENKO, p. 189, tabl. XXI, fig. 30–31.

*Paphia* species of small size with fine, concentric ribs. It can be readily identified with BOGATCHEV's species which was described by him from the Konkian of the northern Black Sea coast. I have found it in the Upper Badenian sequence in a number of places. It is particularly frequent in the boreholes of Mány and Perbál.

*Paphia vitaliana infrasaromatica* (ANDRUSOV)

Pl. VI, f. 2–3, 5

1916. *Tapes vitalianus* ORB. var. *infrasaromaticus* ANDR. — ANDRUSOV, p. 215, tabl. 17, fig. 70–71.1968. *Tapes vitalianus* D'ORB. var. *infrasaromatica* ANDR. — IONESI, p. 241, pl. V, fig. 10, 11 (solum!).

Well-known and wide-spread, *Paphia vitaliana* is, as shown in the relevant literature and suggested by my own experience, rather variable even within one and the same population. Nevertheless, it seems to be justified to distinguish ANDRUSOV's subspecies from the species which has the following characteristics:

- The upper and lower margins are subparallel, the upper one being straight, the lower one scarcely arched.
- The umbo is more salient, but largely variable.
- Rather long elongated specimens. Length-height ratio about 1.6 to 1.8. In case of ANDRUSOV's original: 1.65.

Known from the Veselyankian beds and the base of the Sarmatian.

The length-width ratio of the specimen (an internal mould) recovered from the Veselyankian of Rákos "vasúti delta" in Budapest is about 1.6. That of the specimen of similar age from Keresztúri út is 1.81 and that of an older specimen ("Lower Cerithium Horizon") from Gyakorló út is 1.79.

There is no doubt that more squat forms with an index of 1.4 to 1.6 will take the upper hand as one proceeds up in the profile, their umbo being more reduced, sometimes merging with the upper margin (BODA 1959).

Since I have found no elongate forms like the ones from Budapest in the literature on the Paratethys and since the Budapest forms are the oldest ones (having been recovered even from beds underlying the Veselyankian), this form seems to have migrated east from here, after having immigrated here from the west. [Its ancestors may probably be looked for in *Tapes sacyi* COSSM. et PEYROT (COSSMANN et PEYROT: Tome LXVIII, pl. XXIV, fig. 22–25). Similarly to the case of our specimen of Keresztúri út, its index is 1.8, the accordance between the two being very good even as far as the outline and the position of the umbo are concerned.]

ANDRUSOV described the form originally from the Upper Konkian, but it occurs at the base of the Sarmatian as well.

Genus: *Irus* OKEN, 1815

Subgenus: *Paphirus* FINLAY, 1927

*Irus (Paphirus) gregarius modestus* (DUBOIS)

Pl. VI, f. 4

1903. *Tapes modesta* DUB. — LASKAREV, p. 137, taf. IV, fig. 17–18.1936. *Tapes gregaria* PARTSCH var. *modesta* DUB. — FRIEDBERG, p. 84, tabl. 15, fig. 11–12, 15 (non 13–14).

From the lower third of the Upper Badenian of borehole Perbál 6, a shelled specimen of this form, incomplete, but exhibiting the essential specific features, has been recovered. Two casts derive from the "Lower Cerithium Beds" of the exposures of Keresztúri út. Having examined the finds, I have found confirmation of FRIEDBERG's decision regarding the closeness of "modestus" to "gregaria". KAUTSKY's characterization of the genus (1936, p. 18) applies very well to the specimen from Perbál, in particular as far as the fine longitudinal ribbing of a banded pattern and the radial sculpture observable only under magnifier are concerned. Smooth areas, folds and growth lines are also observed on the shell surface. The teeth of the hinge margin are rather varied, as some teeth in a specimen are bifid, while in others the same teeth are coalesced.

The species in the Vienna Basin appears as early as the Early Badenian (Grund), persisting longer on in the Sarmatian. Having a smaller size, thinner shell and finer hinge margin, "modestus" is habitual, though not common, in the Upper Badenian (Buglov).

Familia: MESODESMATIDAE

Genus: *Ervilia* TOURTON, 1822

*Ervilia trigonula* SOKOLOV

Pl. VI, fig. 6, 7

SOKOLOV (1899) originally described this species from the type section of the Veselyankian, but it can be found in the lower part of the Sarmatian (BODA 1959, PAPP — MARINESCU — SENEŠ 1974).

*Ervilia pusilla dissita* EICHWALD

Pl. VI, f. 8, 9; Pl. VII, f. 7f

Primarily characteristic of the Sarmatian, the species occurs in older deposits as well (LASKAREV 1903, BODA 1959, PAPP—MARINESCU—SENEŠ 1974).

Familia: SEMELIDAE

Genus: *Abra* LAMARCK, 1818*Abra alba scythica* (SOKOLOV)

Pl. VI, f. 10—12; Pl. VII, f. 4b

1899. *Syndesmya alba* WOOD var. *scythica* SOK. — SOKOLOV, p. 76, taf. IV, fig. 1—8.1916. *Syndesmya alba* WOOD var. *scythica* SOK. — ANDRUSOV, p. 214, tabl. XVI, fig. 52—54.1932. *Syndesmya scythica* SOK. — OSSIPOV, p. 50, tabl. II, fig. 18—27.1955. *Abra alba scythica* (SOK.) — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 82, tabl. XXIII, fig. 9—11.1959. *Syndesmya alba* WOOD var. *scythica* SOK. — ZHIZHCENKO, p. 205, tabl. XXII, fig. 13—14.

Recovered, rather frequently, from a number of localities, mainly from the boreholes of Perbál and Mány as well as from the Pécsvárad limestone.

Trigonal like *Abra reflexa*, but SOKOLOV's form differs from it

- by its posterior margin being not so acute;
- by the absence of a sharp ridge (carina) at the boundary between the posterior and upper margins;
- by its being generally smaller than the large specimens typical of *Abra reflexa*.

The species is characteristic, as a rule, of the Konkian, notably of its upper, Veselyankian, member in both pelitic and calcareous formations. VOLKOVA (1955) quoted it from the Chokrakian as well, while MERKLIN and NEVESSKAYA did so from the base of the Sarmatian.

*Abra reflexa* (EICHWALD)

Pl. VI, f. 13, 14

The species occurs in the Upper Konkian and mainly in the lower part of the Sarmatian (PAPP 1954, BODA 1959, PAPP—MARINESCU—SENEŠ 1974).

*Abra parabilis attalica* MERKLIN

Pl. VI, f. 15—17; Pl. VII, f. 1

1950. *Abra parabilis* ZHIZHCENKO *attalica* MERKL. — MERKLIN, p. 81, tabl. VI, fig. 10—15.1966. *Abra stricta* BROCC. var. — KÓKAY, p. 79, taf. XIV, fig. 13.1968. *Abra (Alba) parabilis attalica* MERKL. — TEJKAL, p. 15, tabl. II, fig. 1—8.

From the original species described by ZHIZHCENKO (1934), MERKLIN separated, as a subspecies, the more elongate forms tapering towards the posterior margin. Although later ZHIZHCENKO (1959) included MERKLIN's form in his species, TEJKAL just like me, respected the separation.

Recovered from borehole Perbál 5 and, just vaguely, from borehole Hidas 6 (SELMECZI 1982) and, with a high frequency, even from the base of the Upper Badenian sequence exposed in borehole Hegymagos 78/18 in the Tapolca Basin. As regards the problem about the faunal element in question, I have already referred to it (p. 43). In fact, TEJKAL quoted this typically Chokrakian form from S Slovakia, from the Upper and Middle Badenian sequence. Hence:

— Either it had immigrated from the east already in Late Chokrakian time (which corresponds to the earliest Middle Badenian);

— or *Abra parabilis* is actually a species of Mediterranean provenance which, together with its varieties, was present during the whole of the Badenian. Since its salinity demand exceeded the salinity of the Konkian sea, it penetrated only into the Chokrakian sea. This second alternative is the more plausible one. To support it, let me mention that in an earlier work of mine I figured and described an *Abra* species from Lower Badenian formations. Referring to it as "*Abra stricta* BROCCHI var.", I did not identify it completely with BROCCHI's species, as it is longer. The agreement with the figures published by MERKLIN and TEJKAL is very good. Its length-height index is 1.8 which fits well in the variability range of the form in question.

Familia: **SOLENIIDAE**

Genus: **Cultellus** SCHUMACHER, 1817

*Cultellus scaphoideus* ZHIZHCHEKNO

Pl. VII, f. 2a, 3, 4a, 5

1934. *Cultellus scaphoideus* ZHIZH. — ZHIZHCHEKNO, p. 87, tabl. VI, fig. 25.

1950. *Cultellus papyraceus* REUSS var. *scaphoideus* ZHIZH. — MERKLIN, p. 82, tabl. VII, fig. 1–2.

1955. *Cultellus papyraceus scaphoideus* ZHIZH. — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 63, tabl. XVIII, fig. 1–3.

1959. *Cultellus scaphoideus* ZHIZH. — ZHIZHCHEKNO, p. 190, tabl. IV, fig. 23–25.

REUSS (1867) described *Cultellus papyraceus* from Wieliczka. Our specimens strikingly differ from it:

- by their growing wider backwards and by their being generally wider;
- by the presence of a sharp ridge running diagonally from the umbo backwards;
- by the greater size of the adult specimens. All these characteristics apply to ZHIZHCHEKNO's species. In some references this species is regarded as a subspecies of *C. papyraceus*, though the listed characteristics would justify a complete specific distinction in my personal opinion too.

Recovered from the argillaceous Upper Badenian deposits cut by boreholes Perbál 2 and 5 and by the boreholes put down in the Tapolca and Hidas Basins.

Known thus far only from the Chokrakian of the E Paratethys.

Familia: **MACTRIDAE**

Genus: **Lutraria** LAMARCK, 1799

*Lutraria* cfr. *primipara* EICHWALD

1955. *Lutraria primipara* EICHW. — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 85, tabl. XXIV, fig. 1–4.

From the Veselyankian horizon of borehole Perbál 5 an injured and subjuvenile specimen has been recovered which, on the basis of the position of the umbo and the shape, is supposed to correspond to this species.

Genus: **Mactra** LINNE, 1767

*Mactra basteroti konkensis* SOKOLOV

Pl. I, f. 3a; Pl. VII, f. 6–7a, 8–10; Pl. VIII, f. 1–3

1899. *Mactra Basteroti* MAYER var. *konkensis* SOK. — SOKOLOV, p. 73, taf. III, fig. 1–13.

1932. *Mactra Basteroti* MAYER var. *konkensis* SOK. — OSSIPOV, p. 47, tabl. II, fig. 9–13.

1935. *Mactra konkensis* SOK. — LIVEROVSKAYA, p. 15, tabl. I, fig. 29–33.

1955. *Mactra konkensis* SOK. — VOLKOVA, p. 33, tabl. XV, fig. 20–21

1955. *Mactra basteroti konkensis* SOK. — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 90, tabl. XXV, fig. 6–10.

1959. *Mactra konkensis* SOK. — ZHIZHCHEKNO, p. 214, tabl. XXII, fig. 39–40.

The differences between MAYER's species were summarized by MERKLIN and NEVESSKAYA in terms of numerical values. Accordingly,

- the subspecies is smaller, mostly 10 to 20 mm in length, i.e. a half to a third of MAYER's species;
- the species is more or less equilateral, while in SOKOLOV's form the umbo is displaced a little bit towards the anterior end of the shell;
- the species is more clearly, the subspecies in smaller measure, characterized by the cylindrical folds observable on either side of the umbo.

In conclusion, the deviations do not exceed the extent of a subspecific distinction, being explainable, mainly as far as the reduction in size is concerned, by an environment of more reduced salinity as well. From the Ervilia limestone of Pécsvárad, even specimens of a length of 21 to 22 mm have been recovered.

In the relevant literature the form in question is considered to be characteristic of the Veselyankian. At Gyakorló út site and in borehole METRO H. 34 in Budapest and in boreholes Perbál 6 and Hegymagos 78/18, specimens were also recovered from beds deeper than the Veselyankian.

*Maetra andrussovi* KOLESNIKOV

Pl. VIII, f. 5–7

1925. *Maetra Andrussovi* var. *Andrussovi* KOLES. — KOLESNIKOV, p. 890, tabl. XXIII, fig. 22–23.  
 1934. *Maetra Andrussovi* KOLES. — ZHIZHCHEENKO, p. 20.  
 1955. *Maetra andrussovi* KOLES. — VOLKOVA, p. 31, tabl. XIV, fig. 3.  
 1959. *Maetra andrussovi* KOLES. — BODA, p. 692, taf. XVII, fig. 1–2.  
 1969. *Maetra (Sarmatimaetra) andrussovi* KOLES. — KOJUMDGIEVA, p. 20, tabl. III, fig. 7, 8, 11.

Several small specimens of *Maetra* showing good accordance especially, with KOLESNIKOV's original figures have been recovered from the Veselyankian limestone of Örs vezér tér in Budapest. With its umbo bent forwards and its strongly sloping posterior margin, it is readily recognizable.

The species has been hitherto known only from the Lower and Middle Sarmatian. The "cradle" of the species seems to have been either in the Central Paratethys, where it appeared immediately prior to Sarmatian time, or it was then that it immigrated from the Mediterranean.

*Maetra quasideltoides* BOGATCHEV

Pl. VIII, f. 4

1910. *Maetra* sp. nov. — BAJARUNAS, p. 249, tabl. I, fig. 25–26.  
 1936. *Maetra quasi-deltaoides* BOG. — ZHIZHCHEENKO, p. 139, tabl. XV, fig. 1–5.  
 1959. *Maetra quasideltoides* BOG. — ZHIZHCHEENKO, p. 213, tabl. XII, fig. 1–4.

It was in the Upper Badenian sandy Ervilia—Mollusca limestone underlying the Veselyankian beds in borehole METRO H. 34 in Budapest that I found a high *Maetra* species (internal mould and cast) which I can identify only with this form. Length about 18 mm, height 15 mm, length-height ratio 0.85 as against 0.75 in *M. basteroti konkensis*. The species has been hitherto known from deposits of the Chokrakian sea.

*Maetra* ex aff. *timida* ZHIZHCHEENKO

Pl. VIII, f. 8

The terminal Upper Badenian beds of Örs vezér tér site in Budapest have yielded a left valve of *Maetra* standing closest to the "*timida*" species of ZHIZHCHEENKO (1934: p. 85, tabl. II, fig. 13–18) from the Sarmatian of Transcaucasia, though unidentifiable with it.

Our specimen is a small (length 11.0, height 7.2 mm) internal mould and cast. Outline specifically rhomboidal. Posterior side characteristically well-developed, sloped, being separated by a strong ridge from the scarcely arched lower margin. Thus the posterior side forms with the lower margin an angle of about 75°, whereas the angle it forms with the upper margin is 120° or so. Its umbo is rather salient and is closer to the anterior margin. Both the posterior and anterior tooth bars of its hinge margin are visible in form of a cast. The hinge margin corresponds to that of ZHIZHCHEENKO's species, but our form differs substantially from the species by having a more markedly angular-rhomboidal outline and a straight-sloping posterior side.

COSSMANN et PEYROT figured the species *Maetra ducomi* (Tome LXVIII. Pl. XXIII, fig. 46–49) which is to some extent similar in outline to our specimen, but which also lacks the heavily sloping posterior area.

We have probably to do with a new species. Given the availability of just one internal mould to me, I do not consider it to be suitable for description.

Familia: **CORBULIDAE**Genus: **Corbula** BRUGUIÈRE, 1797Subgenus: *Varicorbula* GRANT et GALE, 1931*Corbula (Varicorbula) michalskii* SOKOLOV

Pl. VIII, f. 9

1899. *Corbula Michalskii* SOK. — SOKOLOV, p. 74, tabl. III, fig. 18–32.  
 1932. *Corbula Michalski* SOK. — OSSIPOV, p. 57, tabl. II, fig. 40–47.  
 1955. *Aloidis michalskii* (SOK.) — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 77, tabl. XXI, fig. 23–26.  
 1959. *Corbula michalskii* SOK. — ZHIZHCHEENKO, p. 169, tabl. XXII, fig. 19–22.

A progressed form of well-known *Corbula gibba*, from which it differs by the following features: more elongate, its cylindrical, concentric ribs are deficient and sometimes the valve surface is completely smooth.

One specimen has been recovered from the Upper Badenian of borehole Perbál 6.

Known from the Konkian in the E Paratethys.

Familia: **PHOLADIDAE**

Genus: **Pholas** LINNÉ, 1758

*Pholas bogatchevi* OSSIPOV

Pl. VIII, f. 10–12

1905. *Pholas dactylus* L. — BOGATCHEV, p. 166, tabl. II, fig. 13.

1932. *Pholas bogatchevi* OSS. — OSSIPOV, p. 58, tabl. III, fig. 20.

Two fragments from the lower third of the Upper Badenian sequence of borehole Perbál 6, are characterized, as in the case of OSSIPOV's species, by a more pronounced longitudinal (concentric) ribbing near the anterior margin. Only acute tubercles arranged radially rather than radial ribs crossing the longitudinal ones can be spoken of.

Known from deeper Konkian beds in the E Paratethys.

*Pholas bogatchevi tanaica* OSSIPOV

Pl. VIII, f. 13

1905. *Pholas dactylus* var. *callosa* BOG. — BOGATCHEV, p. 166, tabl. II, fig. 14.

1932. *Pholas bogatchevi* n. sp. var. *tanaica* OSS. — OSSIPOV, p. 59, tabl. III, fig. 21.

Found together with the preceding form. Characterized by a heavily sculptured shell (stronger than in *Ph. bogatchevi*) and by a calcareous lamina, strongly developed and overhanging the upper margin, to which the anterior adductor muscle adheres. The deviation from the preceding forms appears to be more than subspecific.

Known from the deeper Konkian.

Genus: **Barnea** RISSO, 1826

*Barnea ustjurtensis sinzovi* OSSIPOV

Pl. VIII, f. 14

1905. *Pholas (Barnea) Hommairei* D'ORB. — BOGATCHEV, p. 168, tabl. II, fig. 15–16.

1932. *Barnea Sinzovi* OSS. — OSSIPOV, p. 61, tabl. II, fig. 29–30.

1955. *Barnea ustjurtensis sinzovi* OSS. — MERKLIN—NEVESSKAYA, p. 33, tabl. IV, fig. 9–11.

Found together with the two preceding forms, this fragment is characterized by a slender outline and thin radial ribs becoming weaker towards the posterior margin and carrying small spines.

Known from the deeper Konkian.

Classis: **GASTROPODA**

Familia: **TROCHIDAE**

Genus: **Gibbula** RISSO, 1826

*Gibbula confessa* (LIVEROVSKAJA)

Pl. VIII, f. 16–17

1935. *Trochus confessus* LIV. — LIVEROVSKAYA, p. 35, taf. II, fig. 36–37.

1959. *Trochus (Gibbula) confessus* LIV. — ZHIZHENKO, p. 241, tabl. XXII, fig. 17–18.

Casts recovered from the Pécsvárad limestone. 6 convex whorls, 7.5 mm height; 7 to 8 spiral striae. Basal lip weak, rounded supposedly present. Closest to the form here described is *G. subbalatro* characterized by less convex whorls, more dense and finer spiral striation, fewer whorls, and greater apical angle of shell.

In the relevant literature the species is considered to be characteristic of the Konkian.



*Gibbula cremenensis* (ANDRZEJOVSKIJ)

Pl. VIII, f. 15

1928. *Gibbula cremenensis* (ANDRZ.) — FRIEDBERG, p. 487, tabl. XXX, fig. 21–22 (solum!).

Whorls heavily convex, apical angle wide, weak spiral striation—restricted mainly to the upper whorls—are features characteristic of the species. Known hitherto from the Sarmatian.

Recovered from the Ervilia limestone of Pécsvárad.

*Gibbula subbalatro* (KOLESNIKOV)

Pl. VIII, f. 18; Pl. IX, f. 1–2

1935. *Trochus subbalatro* KOLES. — KOLESNIKOV, p. 146, tabl. XX, fig. 17–22.1955. *Trochus subbalatro* KOLES. — MOISESCU, p. 193, pl. XIX, fig. 1–2.

The species is characterized by convex whorls, a very dense and fine striation and possibly by a very weak basal lip observable on the last whorl. Recovered from the Ervilia limestone of Pécsvárad.

Hitherto known from the Sarmatian.

Genus: **Calliostoma** SWAINSON, 1840*Calliostoma angulatum* (EICHWALD)

Pl. IX, f. 3

Recovered from the Ervilia limestone of Pécsvárad (PAPP 1954, BODA 1959, PAPP—MARINESCU—SENEŠ 1974).

*Calliostoma guttenbergi* (HILBER)

Pl. IX, f. 9

Cast from the Ervilia limestone of Pécsvárad (PAPP 1954, BODA 1959, PAPP—MARINESCU—SENEŠ 1974).

*Calliostoma anceps joanneum* (HILBER)

Pl. IX, f. 7–8

Casts from the Ervilia limestone of Pécsvárad (BODA 1959).

*Calliostoma angulatum spirocarinatum* (PAPP)

Pl. IX, f. 4–6

1903. *Trochus* aff. *angulatus* EICHW. — LASKAREV, p. 145, taf. V, fig. 16–17.1954. *Gibbula angulata spirocarinata* PAPP — PAPP, p. 11, taf. 1, fig. 9–13.1959. *Calliostoma angulatum spirocarinatum* (PAPP) — BODA, p. 702, taf. XXII, fig. 4–5.

The species is characterized by a quite distinct, though not salient, basal lip, and by 5 to 10 fine spiral striae on the last whorl. The form figured by LASKAREV from the Buglovian horizon matches PAPP's fig. 13 particularly well.

Not unfrequent in the Ervilia limestone at Pécsvárad, it occurs in the Veselyankian limestone of Őrs vezér tér in Budapest and of Balatonakali as well.

Known from the Sarmatian, it was reported (see LASKAREV's figure) from the Veselyankian horizon as well.

Familia: **RISSOIDAE**Genus: **Mohrensternia** STOLICZKA, 1868*Mohrensternia pseudoinflata* FRIEDBERG

Pl. IX, f. 10–11

1903. *Mohrensternia inflata* (ANDRZ.) — LASKAREV, p. 146, tabl. V, fig. 29–31 (solum!).1928. *Mohrensternia pseudoinflata* FRIEDB. — FRIEDBERG, p. 390, tabl. XXIII, fig. 13.

I have found the species in the Upper Badenian of borehole Perbál 6 as well as in the Ervilia limestone of Pécsvárad. The perpendicular striation between the ribs is quite distinct. In the borehole of Perbál even specimens agreeing well with LASKAREV's fig. 31 were encountered. This stands very close to *M. inflata graecensis* HILB. (BODA 1959) the lower whorls of which are smooth too. An essential difference consists in that between the axial ribs the spiral grooving, quite distinct on the specimens of Perbál, is absent.

The species occurs in Konkian and Sarmatian deposits.

*Mohrensternia multicostata* SENEŠ

Pl. IX, f. 12

From the Upper Badenian of Perbál 6 (BODA 1959).

Familia: **CERITHIOPSIDAE**

Genus: **Bittium** GRAY, 1847

*Bittium reticulatum konkensis* SOKOLOV

Pl. IX, f. 13

1899. *Bittium reticulatum* DA COSTA var. *konkensis* SOK. — SOKOLOV, p. 81, taf. IV, fig. 25—30.

1932. *Cerithium konkensis* (SOK.) — OSSIPOV, p. 66, tabl. IV, fig. 10—12.

1932. *Cerithium konkensis* SOK. var. *Sokolovi* OSS. — OSSIPOV, p. 67, tabl. IV, fig. 13.

From COSTA's species it differs primarily by its more subdued sculpture and by the predominance of spiral elements. The presence of five rather than four spiral ornament rows is not unfrequent either.

I have found the species in the lower third of the Upper Badenian sequence of borehole Perbál 6, in Budapest and in the borehole of Balatonakali.

It occurs in the Konkian.

Genus: **Newtoniella** COSSMAN, 1893

*Newtoniella dertobicarinata agibetica* ZHIZHCHENKO

Pl. IX, f. 14—15

1955. *Newtoniella dertobicarinata* SACCO var. *agibetica* ZHIZH. — VOLKOVA, p. 49, tabl. XXII, fig. 12—13.

1959. *Newtoniella dertobicarinata* SACCO var. *agibetica* ZHIZH. — ZHIZHCHENKO, p. 253, tabl. XVI, fig. 32—34.

1960. *Newtoniella dertobicarinata* var. *agibetica* ZHIZH. — STRACHIMIROV, p. 287, tabl. LIX, fig. 27—30.

The essential difference from SACCO's species is that its ornament in two spiral rows is more pronounced. I have found the species in an excellent preservation state in the Upper Badenian of borehole Perbál 6.

Hitherto known from Chokrakian formations.

Familia: **SCAPHANDRIDAE**

Genus: **Acteocina** GRAY, 1874

*Acteocina lajonkaireana buhlovensis* (FRIEDBERG)

Pl. IX, f. 16

1928. *Tornatina Okeni* EICHW. var. *buhlovensis* FRIEDB. — FRIEDBERG, p. 540, tabl. XXXV, fig. 13—14.

Shell relatively large, sides parallel, spire stepped. Recovered from the Veselyankian limestone at Pécsvárad and at Örs vezér tér site in Budapest. In the relevant literature the species "okeni" is regarded as the subspecies of "lajonkaireana" (BODA 1959). For this reason, the form "buhlovensis" should be attached to BASTEROT's species too.

Known from the Buglovian beds.

Genus: *Cylichna* LOVEN, 1846

*Cylichna melitopolitana* (SOKOLOV)

Pl. IX, f. 17–20

1899. *Cylichna melitopolitana* SOK. — SOKOLOV, p. 84, taf. IV, fig. 48–52.  
1910. *Bulla* (*Cylichna*) cfr. *melitopolitana* (SOK.) — BAJARUNAS, p. 261, tabl. I, fig. 82–83.  
1932. *Bulla* (*Cylichnina*) *melitopolitana* (SOK.) — OSSIPOV, p. 75, tabl. IV, fig. 20–23.  
1955. *Bulla melitopolitana* (SOK.) — VOLKOVA, p. 52, tabl. XXIII, fig. 7–8.  
1959. *Cylichna melitopolitana* (SOK.) — ZHIZHCHENKO, p. 283, tabl. V, fig. 21–23.

Gastropod shell cylindrical, widening towards the base, 3 to 7 mm high, of small size. The species occurs in the “Lower Cerithium Limestone” of Keresztúri út in Budapest. The specimens recovered from the Veselyankian limestone of Órs vezér tér and Pécsvárad are not typical, but come close to the Buglovian form of LASKAREV (form widening subspheroidally at the base and narrowing at the top) (LASKAREV 1903, p. 147, taf. V, fig. 32). It may be worthy of being distinguished as a new taxon.

In the relevant literature, the species is reported as occurring from the Chokrakian up to the end of the Konkian. KOLESNIKOV (1935) mentions it from the Sarmatian, but his form differs from SOKOLOV's species, because the sides of his figured specimens are parallel rather than widening downwards.

# A KÖZÉPSŐ- ÉS A KELETI-PARATETHYS KAPCSOLATA A FELSŐ-BÁDENI TENGER SÓTARTALOM-VISZONYAI TÜKRÉBEN

Az utóbbi évek földtani kutatási és építési-feltárási tevékenysége lehetővé tette részletesebb vizsgálatok és összefüggő megfigyelések elvégzését felső-bádeni rétegsorokon. A budapesti Őrs vezér tér (Sugár Áruház), Kerepesi út, Gyakorló út és Keresztúri út mentén feltárt felső-bádeni szelvények részletes tanulmányozása (KÓKAY J.—MIHÁLY S.—MÜLLER P. 1984) érlelte meg az elhatározást, hogy a korábban már begyűjtött egyéb, a Dunántúli-középhegység előterében (1. ábra) lemélyített fúrások adatait is felhasználva részleteiben megvizsgáljam a Középső-Paratethys felső-bádeni tenger sótartalom-csökkenési folyamatát. A feldolgozás választ ad a bádeni korszak végének eddig nem kellően tisztázott eseménytörténetére a Középső-Paratethys területén. Tehát elsődlegesen nem felső-bádeni rétegsorok bemutatása a cél, hanem csak a Keleti-Paratethys kapcsolatokra utaló jelek feldolgozása, azok esemény-rétegtani és ősföldrajzi keretben való összegzése, elsősorban célszerűen malakológiai vizsgálatokra támaszkodva.

A Középső- és Keleti-Paratethys lokális miocén rétegtani nevezéktanát (A. PAPP—J. SENEŠ 1978; R. L. MERKLIN 1953 és mások alapján) az 1. táblázat mutatja be. Összehasonlító elemző tanulmányom szempontjából a Keleti-Paratethys konká emeletét emelem ki, mint a felső-bádeni korszak időbeni megfelelőjét.

A konká emeletet N. ANDRUSOV (1916) írta le N. SOKOLOV (1899) alapszelvénye után a Fekete-tenger É-i partvidékén a Konká folyó mellől, egy Veszeljanka nevű falu közelében. A konká emelet holosztratotípus szelvénye az emelet fogalmából csak a felső részt képviseli, amelyet „veszeljankai” szintnek, alemeletnek neveznek (F. F. STEININGER—L. NEVESSKAYA 1975; p. 252). Az emelet alsó részét „szartagani” szintnek, alemeletnek nevezik (ugyanott p. 319.).

MERKLIN (1953) javasolta a konká emelet felső részére a veszeljankai elnevezést és a „buglowi” (in s. s. LASKEREV 1903) szinttel megegyezőnek tartja. A prioritás a veszeljankai elnevezésé.

A konká emelet felett a szarmata, míg alatta a „karagan” (spaniodontellás) emelet helyezkedik el.

\* \* \*

Az angol nyelvű szövegben részletes ismertetés található a vizsgált felső-bádeni szelvényekről, elsőként a budapesti Őrs vezér tér, Kerepesi út, Gyakorló út, Keresztúri út, Rákosi vasúti delta feltárásokról (2. és 3. ábra).

A felső-bádeni szelvényvonal vizsgálati eredményeinek összefoglalása: A felső-bádeni rétegsorok az Őrs vezér tértől a Rákosi vasúti delta bevágásáig a pectenescutellás „főhomokig” bezáróan nagyjából hasonló kifejlődésűek (2. és 3. ábra), hasonló faunaegyüttességekkel (2. táblázat), normál só-tartalmú tengervízből leülepedve. A „főhomok”-ra következő rétegcsoportban azonban alapvető fácies-differenciálódás jött létre a szelvényvonalban:

— Az Őrs vezér tér és a Kerepesi út mentén folytatódott a normál só-tartalmú tengervízre utaló gazdag faunás mészkő („felső mészkő”) lerakódása 2,2 m vastagságban, legalább 40 m-es vízmélységben. A 132 Mollusca fajból 9 bizonyos mértékű (felső brachyhalin) só-tartalom-csökkenést el tud viselni (ezek csak szórvány alakok) és 3 a szarmatában is otthonos.

— Ezzel szemben a Gyakorló út, Keresztúri út és a Rákosi vasúti delta környékén kis mélygű, brachyhalin só-tartalmú vízben létrejött üledékek keletkeztek (erviliás, valamint cerithiumos mészkő), a Keresztúri úton 1,80 m vastagsággal. Az összetételből összesen 118 Mollusca taxont különböztettem meg, mely együttesnek kb. 40%-a só-tartalom-csökkenést elviselő vagy kedvelő, azaz filobrakk jellegű, gyakran tömeges fellépéssel, nagy egyedszámmal. A normál só-tartalmú környezetet kedvelő Molluscák csökkent méretűek, díszítettségük redukált. A 118 alakból 21 a szarmatában is otthonos, míg 10 Keleti-Paratethys kapcsolatra utal.

A megfelelő szintű összletnek a vastagsága a Rákosi deltában 2,75 m, a Keresztúri úti feltárásnál szegényesebb faunával. Figyelemre méltó különbség van azonban a Keresztúri út erviliás mészkő

padja és a Rákosi delta ekvivalens szintbeli cardiumos—cerithiumos—erviliás mészkő rétege között. Ugyanis fácies (képződési mélység és főleg a sótartalom) szempontjából az utóbbi az Örs vezér téri „felső mészkő” és az erviliás mészkő között áll, tehát közepes típus és nem pedig „átmenet a szarmata felé” (SCHAFARZIK F. — VENDL A. 1929).

Amint látjuk, a két kifejlődés egyidejűsége egyértelmű. Ezt alapvetően igazolja a fekü homokok azonossága és követhetősége, valamint a diszkordancia hiánya a „főhomok” és a rákövetkező réteg között.

Alapvető kérdés, mivel magyarázható ilyen kis távolságon belül a nagy sótartalom-különbség azonos időn belül a kétféle kifejlődés között. A válasz a következő lehet:

1. Lagunáris lefűződés. Erre semmi bizonyíték nincs, a képződmények jellege más.

2. Valahol a közelben folyóvíz ömlött be, a kis fajsúlyú édes-, illetve csökkentsósvíz 10—20—30 m vastagságban széterült a sűrűbb tengervíz tetején. Ezért a kis mélységben keletkezett üledékek csökkentsósvízi környezetben képződtek brachyhalia faunával, míg a mélyebb régiókban normál sótartalmú fauna élt. Ezt a lehetőséget el kell vetni, mert:

— Sokkal nagyobb területen is kimutatható ez a jelenség, amint azt a továbbiakban is látni fogjuk. Ebben az ösföldrajzi szigettenger környezetben óriási folyó beömlése nem képzelhető el, ennek hatalmas deltaüledék tömegei is lennének. Ebben az időszakban a terrigén anyag beszállítása erősen háttérbe szorult, ami egymagában is arra utal, hogy nagy folyóvíz-beömlés ekkor nem lehetett.

— Ez az esetleges álláspont nem magyarázza meg, hogyan kerültek ide a krímo-kaukázusi faunaelemek.

3. Egyedül reális magyarázat a két egyidejű képződmény szalinitás-genetikai különbözőségére a következő:

A felső-bádeni vége felé a földkéregmozgások eredményeként a Mediterraneummal való összekötetés lecsökkent, esetleg ugyanakkor a Keleti-Paratethys konká tengerével a kapcsolat szélesedett. Ennek eredményeként a mai Márvány-tenger áramlási viszonyaihoz hasonló kép állt elő a Középső-Paratethys területén. Ott ugyanis a Fekete-tenger 16—18% sótartalmú könnyű vize felül a Márvány-tenger medencéjébe ömlik (Bosporusz), míg az Égei-tenger felől normál sótartalmú víz folyik be alul a Márvány-tengerbe (Dardanellák). (A Fekete-tengerbe a Márvány-tenger felső 22—23%-es vize hatol be alul, mert a Bosporusz meghatározó mélysége csak 30 m.)

A mozaikkockákból az a kép rajzolódik ki tehát, hogy a Rákosi delta és az Örs vezér tere között a felső-bádeni—szarmata időszakban egy nagyjából K—NY-i csapású, némileg kiemelt hátság keletkezett, amelyet feltehetőleg a „főhomok” és a „felső mészkő” határán lezajlott földkéregmozgások hoztak létre.\* Ezért érthető, hogy itt:

— A felső-bádeni vége felé csökkentsósvízi képződmények rakódtak le, amelyekben a K felől áramló „felül híg” tengervíz a Keleti-Paratethys faunaelemeit ide szállította. Ez a „felül híg, alul normál” sótartalmú állapot eredményezte tehát azt, hogy néhány száz méter távolságon belül két, erősen eltérő fáciesű képződménysor keletkezett a területen.

— Ezen a legalább 2 km széles hátságon vékonyabbak az üledékek.

— A felső-bádeni tetején levő dacittufit vastagabb a terrigén beszállítás eredményeként.

— A Keresztúri úti feltárás felső részében levő „felső cerithiumos” képződmények (bázisukon törmelékkel és a vékony bryozoás—vermeses paddal) diszkordánsan települnek az „alsó cerithiumos” rétegekre, míg a Rákosi deltában konkordánsan. (Az Örs vezér téren is konkordánsan települ a veszeljankai mészsap a „felső mészkő” összletére.)

Az Örs vezér téri veszeljankai típusú faunát eredményező képződmények a „felső mészkő” fedőjében nyilvánvalóan azonos rétegtani szintben vannak a Keresztúri úti bryozoás—vermeses és „felső cerithiumos” rétegcsoportjával, valamint a Rákosi delta „felső cerithiumos” képződményeivel. Az Örs vezér téren a réteg vastagsága legalább 1,30 m, a Keresztúri úton a szarmata bázistörmelékig a vastagság 1,45 m, míg a Rákosi deltában 1,60 m. A három kifejlődés faunaegyütteseit a 2. és 3. táblázatban hasonlítom össze. Az összevetésből látható különbözőségek a fácies és szalinitás szempontjából nem lenyegesek. (Bár úgy tűnik, hogy a Keresztúri úti előfordulás valamivel magasabb sótartalom mellett keletkezett, de ez a különbség a homokos aljzattal is indokolható.) Az alapvető jelleg ugyanaz, tehát a fauna összetételében a szarmatához való közeledés és a víz sótartalmának csökkenése ezekben a legfelső bádeni rétegekben a legszembetűnőbb. Megjegyzem, hogy a Foraminifera együttes mindkét előfordulásban azonos képet mutat. Decapodákat csak a Rákosi deltában találtunk.

A Keresztúri úti szelvényben az „alsó” és „felső cerithiumos” szintek közötti kismértékű diszkordancia azt jelenti, hogy a veszeljankai alemelet letezése diasztrófikusan értelmezhető, összhangban a

\* Szerző tektonikai—geomechanikai cikkei a Magyar-középhegységben kimutatható miocén korú intenzív földkéregmozgásokkal kapcsolatban: КОКAY 1968, 1976, 1984, 1985 stb.

litológiai változással. Ez azonban nemcsak helyi jellegű, mert a holosztratotípus szelvényben a felső konká rétegösszlet az oligocénre transzgradált (N. SOKOLOV 1899; V. J. DIDKOVSKIJ—V. G. KULICHENKO 1975, p. 50; F. STEININGER—L. NEVESSKAYA 1975, p. 249) a szartagani alemelet kimaradásával. Más bemutatásra kerülő szelvényeinkben is feltűnő a veszeljankai rétegek litológiai megváltozása a fekü képződményekhez viszonyítva.

A Budapesten lemélyített igen sok fúrás közül a METRO H. 34. sz. (Mező Imre úti SZOT épületnél, 4. ábra) és a H. 27/1. sz. fúrás (Rottenbiller u.) felső-bádeni képződményeit vizsgáltam. A Keresztúriút „alsó cerithiumos” mészkő rétegeihez hasonló a faunatartalom a *Venus (T.) konkensis* fajjal, amely a konká emelet egyik jellegzetes alakja.

\* \* \*

A Mátyászsámbéki (bicskei) felső-bádeni öböl mélyvonala az É—D-i csapású medencevonulat keleti felében helyezkedett el. Az északi és nyugati peremvidékeken a partot több-kevesebb mértékben lagúnák szegélyezték. Ezekben a lagúnákban a tengervíz sótartalmának hígulása általában nagyobb volt. Ez kedvezőbb lehetőség volt a Keleti-Paratethys jellegű faunaelemek megtelepedéséhez (4. táblázat). Feltűnőbb keleti taxonok: *Venus (T.) konkensis*, *Paphia secunda*, *Pholas bogatchevi*.

A tárgyalt fúrásokban megkísértem elhatárolni a veszeljankai alemeletnek megfelelő szintet (5. ábra), érzékeltetve ezzel a tenger sótartalmának fokozatos csökkenését és a Keleti-Paratethysből származó faunaelemek térhódítását (2. táblázat). A Mátyászsámbéki 8. és 192. sz. fúrásokban a legfelső, szarmata bázis alatti deciméterekben nem a bádeni elemek bizonyítják, hogy még a szarmata alatt vagyunk, hanem helyettük a keleti középső-miocén fajok; a csak bádeni korszakra (és természetesen a Középső-Paratethysre is) korlátozódó alakok már nem bírták elviselni a további sótartalom-csökkenést, de a keleti középső-miocén fajok egy része még igen.

A Tihany Th. 62. sz. fúrásban (6. ábra) a *Venus (T.) konkensis* keleti kapcsolatra utaló alak tömegesen fordult elő.

A Balatonakali Bak. 40. sz. fúrásban a felső-bádeni normál sótartalmú tengervízből képződött mészkő összlet felett 30 cm vastag veszeljankai típusú mészkő maradt meg a bádeni—szarmata határon végbement kisebb lepusztulásból. Az erviliás—cardiumos mészkőből felismert 25 Mollusca taxon összetétele teljesen illeszkedik a többi hasonló rétegtani helyzetű előfordulásból megismert faunaegyütteséhez (2. táblázat).

A Tapolcai-medencében mélyített Hegymagos Hg. 78/18. sz. fúrás felső-bádeni pelites rétegsora (7. ábra) számos krímo-kaukázusi Mollusca elemet tartalmazott. Közöttük figyelemre méltó a perbáli fúrásokból is előkerült *Cultellus scaphoideus*, *Abra parabilis attalica* és *Cardium aculeatum platovi*.

A Mecsek hegységben SELMECZI I. (1982) mutatott ki felső-bádeni pelites üledékekből keleti kapcsolatra utaló Mollusca taxonokat. A veszeljankai típusú mészkő egyik legszebb előfordulása Pécsváradon, a budapesti műút bevágásában van (177-es km), erviliás mészkő formájában, mintegy 2 m vastagságban. Előfordulását már HÁMOR G. (1971) is említette, de a részletes faunafeldolgozás még hiányzott. A feldolgozással 66 puhatestű alakot különítettem el (5. táblázat). A képződményben leggyakoribb az *Ervilia pusilla dissita*, *Modiolus incrassatus*, *Cardium obsoletum*, *Mactra basteroti konkensis*, *Pirenella picta mitralis*. A taxonok közül 26 bádeni emeletre utal (pl. *Arca diluvii*, *Chlamys elegans* stb.).

\* \* \*

A Középső-Paratethys területéről csupán szórványos irodalmi adataink vannak a felső-bádeni alemeletben előforduló krímo-kaukázusi puhatestű elemek előfordulására (pl. SENEŠ 1955).

MERKLIN (1953) nyomán a későbbi irodalom hajlott arra, hogy a konká tenger vizét normálsós-nak tekintse. Részletes összehasonlító elemzésem alapján azonban a konká tenger vize nem lehetett lényegesen magasabb sótartalmú a mai Fekete-tenger vizénél, legfeljebb réteges felépítése lehetett eltérő a mélységi zónahatárok tekintetében.

A feltételezett tengeráramlási viszonyok vázlatosan a következők:

A budapesti Örs vezér téri és Keresztúri úti feltárások „felső mészkő” összeleteinek összehasonlító faciéselemzésénél már magyarázatot adtunk arra, miként lehetséges, hogy a normálsós tengervízben keletkezett mészkő horizontálisan néhány száz méteren belül átmegy az erviliás és cerithiumos — tehát erősen eltérő sótartalom-viszonyok között képződött — mészkőkifejlődésekbe. A mai Márvány-tenger áramlási viszonyaihoz hasonló körülmények jöttek létre a felső-bádeni korszakban a Középső-Paratethys területén. A felvetődő kérdésekre a következő válasz adható:

— A Középső- és Keleti-Paratethys közötti összeköttetés a Kárpátoktól keletre a Podoliai

masszívum és a Moesia tábla (Dobrudzsa) között keresendő, amivel az irodalom általában egyetért (N. ANDRUSOV 1897; F. STEININGER—F. RÖGL—C. MÜLLER 1978).

— A kapcsolat a Középső-Paratethys és a Mediteraneum között az Alpok DK-i lábánál, a mai Szlovénia területén keresztül a legvalószínűbb, É-Olaszország irányában. (Amennyiben másfelé keresnénk az összeköttetést a Mediterraneummal, akkor sem változna a lényeg: a Középső-Paratethys ebben az időben a „szilipkamra” szerepét töltötte be a Keleti-Paratethys és a Mediterraneum között, legfeljebb némileg módosított tengeráramlási útvonalakkal.)

Az összeköttetéseket biztosító két tengerszorosnak nem annyira a szélessége, hanem a mélysége a meghatározó. Példaként említem, hogy a Fekete-tenger vize 170—180 m mélységtől a legnagyobb mélységeig 22,5% sótartalmú, ami megfelel a Márvány-tenger felső néhány méteres átlagának. Mindez azért van, mert a Boszporusz mértékadó mélysége csak 30 m és így a nagyobb sótartalmú tengervíz nem tud behatolni a Fekete-tenger medencéjébe.

A Középső-Paratethys területén a felső-bádeni tenger áramlási viszonyai a 8. ábrán láthatók. Alapvetően szükséges megkülönböztetni a felső (kis fajsúlyú és csökkent sótartalmú) és alsó (nehezebb és normálsós) áramlást. Az alsó tengeráramlás (a térképen fekete nyíl jelzi) belépett a Középső-Paratethysbe az Alpok DK-i lábánál húzódó, nagyjából Ny—K-i csapású árokvonulatba. A Mediterraneumból hozta a normálsós tengervizet. A belépés után az áramlás három ágra vált szét. Az É felé kanyarodó ág a Bécsi-medence és Ny-Szlovákia felé haladt. A déli ág a Száva-medence mentén áramlott keleti irányba Belgrád térsége felé, majd tovább a Déli-Kárpátok előterébe — a Géta süllyedékbe. Onnan tovább az áramlás ÉK-i irányba kanyarodva érte el a Dobrudzsa—Podolia kaput.

A Mediterraneumból beömlő középső tengerág nagyjából irányváltoztatás nélkül haladt tovább ÉK-i irányba a Balaton, illetve a Magyar-középhegység déli előterében levő fő tengerárokban. Majd a Tokaji-hegység déli lábánál fokozatosan keleti irányba fordulva a „szatmári kapun” [Zilah (Zäläu) térségében] lépett be az Erdélyi-medencébe. A továbbiakban az akkor még nyitott Keleti-Kárpátok ívén átfolyva ellátta normálsós tengervízzel az Északkeleti- és Északi-Kárpátok elősüllyedékét, illetve a déli ággal egyesülve ömlött be a Keleti-Paratethysbe a Podolia—Dobrudzsa összekötő csatornán át.

A felső tengeráramlás (a térképen fehér nyíl jelzi) fő útvonala a középső volt. A Keleti-Paratethys Aral-tóig elnyúló medencéjébe nyilvánvalóan sok édesvíz ömlött be, a Mediterraneumnál hűvösebb éghajlatú környezet kevesebb párolgást is eredményezett (l. a mai Fekete-tengert!), továbbá a szűk egyoldalú tengeri összeköttetés eredményeként a tenger felső vízrétege mintegy 30—50—100 m vastagságban csökkent sótartalmú volt, hozzávetőlegesen 20—25% közötti szalinitással. A kis fajsúlyú víz felül áttört a Podolia—Dobrudzsa kapuzaton, fő tömegében Ny felé. A Keleti-Kárpátok akkor még nyitott ívén áthaladva benyomult az Erdélyi-medencébe. Nem zárjuk ki annak lehetőségét, hogy a Bihar és az Erdélyi-érchegység (Muntii Apuseni), valamint a Déli-Kárpátok között is volt kapcsolat Ny felé, de úgy látszik, hogy az Erdélyi-medence ÉNy-i sarkában, a „szatmári kapun” át kedvezőbbek voltak az áramlási feltételek. Így a K felől beáramló felső vízréteg tovább haladt a Tokaji-hegység, majd a Magyar-középhegység déli oldala mentén. A középhegység és a tőle délre, nagyjából vele párhuzamosan húzódó sziget sor között (HÁMOR—SZENTGYÖRGYI 1981, 13. ábra) kedvező körülmények jöttek létre egy áramlást terelő vályú kialakulására. (A felül mozgó csökkentsóvíz vastagsága haladás közben egyrészt vékonyodott, másrészt pedig a szalinitása növekedett.)

A krímo-kaukázusi medencéből érkező áramlás a Magyar-középhegység DNY-i végéig, a Tapolcai-medencéig követhető. A továbbiakban az alul szembeáramló normálsós tengervízben feloldódott, illetve sótartalma már annyira megnövekedett (28—30%), hogy az alacsonyabb sótartalmat igénylő faunaelemek már nem tudták elviselni. Hogy mindez nem csupán feltevés, azt egy érdekes adat is alátámasztja: A Tapolcai-medencében lefúrt Hg. 84. sz. fúrásban a *Cardium (Acanthocardia) platovianak* 30 mm nagyságú példányai is előfordulnak, míg máshol mindenütt a BOGATCHEW által leírt kisebb mérettel találhatók. Ebből két dolog következik:

1. A faj jobban kedvelte a nagyobb szalinitású környezetet, a csökkentsóvíz kedvezőtlen volt számára.

2. Előzőből következik, hogy a faj a Mediterraneumból érkezett, tehát nagyobb sótartalmú környezetből (l. a fajleírást).

A sósvíz-forgalom teljesebb megértéséhez érdemes figyelembe vennünk a márvány-tengeri viszonyokat: A Dardanellákon keresztül alul az Égei-tenger 39%-os vize ömlik be, míg a Boszporuszon át 22,5%-os víz hatol be a Fekete-tengerbe. Utóbbiból felül 16—18%-os víz folyik vissza. Ez a felső tengeráramlás fokozatosan növekvő sótartalommal, 25—26%-os koncentrációval ömlik vissza felül az Égei-tengerbe a Dardanellákon át.

A Középső-Paratethys vonatkozásában a tárgyalt földtani időben hasonló volt a helyzet, tehát a Középső-Paratethys ekkor „szilipkamra” szerepet töltött be, akárcsak a mai Márvány-tenger.

A felső-bádeni felső harmadában a Keleti-Paratethys behatása egyre nagyobb mértékben figyelhető meg, amint azt bőséges adattömeg bizonyítja, de csak a Középső-Paratethys meghatározott

területein. A keleti behatás növekedése földkéregmozgásokkal — azaz igen valószínűen a Dinaridák emelkedésével — hozható összefüggésbe, amikor a Mediterraneummal való összeköttetést biztosító süllyedék aljzata emelkedni kezdett, tehát a tenger sekélyebbé vált. Így a korábban (a Boszporusz esetében) említett meghatározó mélység csökkent.

\* \* \*

Az indopacifikus kapcsolatok kérdése az utóbbi évek irodalmában jelentkezett (F. RÖGL et C. MÜLLER, 1976). Ezt egyrészt a konka Mollusca taxonok elemzése nem támasztja alá (L. A. NEVESSKAYA—K. BAGDASARJAN—T. GONCHAROVA 1979), másrészt saját vizsgálataim is az atlanti—mediterrán eredet mellett szólnak. Az új — a Középső-Paratethysből ezideig ismeretlen — elemek behatolása a Mediterraneumból a felső-bádeni végéig tartott.

Az Indopacifikumnak a Keleti-Paratethysen keresztül (Irán felé) való összeköttetésével nem értek egyet — nem utolsó sorban tengerfizikai szempontból sem. Ugyanis az képtelenség, hogy egy csökkentésvízi tengernek az egyik fele (jelen esetben a Középső-Paratethys) normál sótartalmú tengervizet tartalmazzon úgy, hogy a világtengerekkel való összeköttetés az ellenkező irányban van. Ilyen helyzet több-kevesebb mértékben csak akkor létezhet, ha a normál sótartalmú tengermedence-rész sótartalmának fenntartásához az utánpótlás folyamatosan biztosított a világtengerek felől. Ha ez a kapcsolat valamilyen okból megszűnik, akkor a kisebb sűrűségű tengervíz azonnal felhígítja a nagyobb sótartalmú tengervizet. (Ismert dolog, hogy a 35‰ sótartalmú tengervíz sűrűsége 20 °C-on 1,02479; az ötödik tizedesben történő változás már heves konvekciós áramlásokat idéz elő.) Ezért lehetetlennek tartom azt, hogy a Középső-Paratethys területén normál (vagy közel normál) sótartalmú lehetett volna a tenger vize a Mediterraneummal való összeköttetés nélkül. Legalább ennyire képtelenség az is, hogy az Indopacifikumból feltételezhetően migráló, legalább egy nagyságrenddel gazdagabb euhalin tengeri élővilág Ny felé keresztül tudott volna hatolni a csökkentésvízi Keleti-Paratethys tengervízén, hogy azután itt letelepedjen a Középső-Paratethys tengermedencéiben. Az itteni fauna pedig egyértelműen atlanti—mediterrán típusú.

\* \* \*

A bádeni korszak végén a Meditterreneum felé a zsilipkapu (konkrétan a Dinaridák) felemelkedett, és a világtengerek vizének utánpótlása megszakadt. A zsilip bezáródása azt is jelentette még, hogy a Paratethys egyideig lefolyástalan beltengerré vált. Ennek következménye:

- általános vízszint-emelkedés (transzgresszió) és felhígulás, mert megszűnt a vízkiáramlás a Paratethysből;
- a beltenger élővilágának egyöntetűvé, uralkodóan Keleti-Paratethys jellegűvé (szarmata) válása.

\* \* \*

Az őslénytani fejezetben azt a Keleti-Paratethys kapcsolatra utaló 55 Mollusca taxont (6. táblázat) írom le, amelyek a tárgyalt felső-bádeni szelvényekből előkerültek. Egyesekről nagy valószínűséggel kimutatható, hogy a Mediterraneumból nyomultak be a bádeni korszak folyamán és megmaradtak eredeti alakjukban. A többség azonban a megváltozott fizikokémiai környezeti viszonyok hatására gyors átalakuláson, fejlődésen ment keresztül és sajátágosan a Keleti-Paratethysre vált jellemzővé. Ott egy sereg endemikusnak mondott alak jelenlétével külön faunaprovincia jött létre.



- ADAMS C. G.—GENTRY A. W.—WHYBROW P. J. 1983: Dating the terminal Tethyan event. — *Utrecht Micropal. Bull.* 30: 273—298.
- ANDRUSOV N. 1897: Die südrussischen Neogenablagerungen. Part 1. — *Verhandl. Russ. Min. Ges.*: 195—245. St. Petersburg.
- ANDRUSOV N. 1900: Bosphorus und Dardanellen. — *Ann. Géol. Min. Russ.* 12 (7—8): 204—207.
- ANDRUSOV N. I. 1916: Konkskiy gorizont. — *Trav. Mus. Geol. Min. Acad. Sc.* 2: 167—261. Petrograd.
- BACESCU M.—MÜLLER G.—GOMOIU M. 1971: Ecologie marină. IV. — *Ed. Acad. Rep. Soc. Rom.*: 1—357. București.
- BAJARUNAS M. 1910: Die miozäne Fauna der Stawropol-Sande. — *Mém. Soc. Nat.* 21 (3): 239—268. Kieff.
- BARASH A.—DANIN Z. 1972: The Indo-pacific species of Mollusca in the Mediterranean and notes on a collection from the Suez canal. — *Israel Journ. of Zool.* 21: 301—374.
- BODA J. 1959: A magyarországi szármata emelet és gerinctelen faunája. (Das Sarmat in Ungarn und seine Invertebraten-Fauna.) — *Földt. Int. Évk.* 47 (3): 567—862.
- BOGATSCHEW V. 1905: Nouvelles espèces de mollusques des dépôts miocènes aux environs de Novotcherkassk. — *Bull. Com. Géol.* 24: 159—188. St. Pétersbourg.
- COSSMANN M.—PEYROT A. 1909—1934: Conchologie néogénique de l'Aquitaine. — *Actes Soc. Linn. Bordeaux.*
- DIDKOVSKIY V. YA.—KULICHENKO V. G. 1975: Neogen. Stratigrafiya URSS. — *Kiev.*
- DUMITRICA P.—GHETA N.—POPESCU GH. 1975: Date noi cu privire la biostratigrafia și corelarea miocenului mediu din area carpatică. — *Dari de Seama ale Sedimentelor.* 61. Stratigr.: 65—84. București.
- EICHWALD E. 1853: *Lethaea Rossica* ou Paléontologie de la Russie. — *Stuttgart.*
- FÖLDI M. 1966: A hidasi terület földtani felépítése. [Geologischer Bau des Gebietes von Hidas (Mecsekgebirge).] — *Földt. Int. Évi Jel.* 1964-ről: 93—111.
- FRIEDBERG W. 1911—1936: Mollusca miocaenica Poloniae. I—II. — *Soc. Geol. Pol.*
- GATUEV S. A. 1916: Russkie neogenovye vidy roda *Modiolus* Lamk. — *Trav. Mus. Geol. Min. Acad. Sc.* 2: 141—163. Petrograd.
- GOLIKOV A. N.—STAROBOGATOV YA. I. 1972: Gastropoda. — *Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogo morey. AN USSR, Izd. „Naukova Dumka”*, 3: 65—166. Kiev.
- HÁMOR G. 1970: A kelet-mecseki miocén. (Das Miozän des östlichen Mecsek-Gebirges.) — *Földt. Int. Évk.* 53 (1).
- HÁMOR G.—SZENTGYÖRGYI K. 1981: Excursion guide of molasse formations in Hungary. Miocene. — *Földt. Int. kiadv.* 42—56.
- HILBER V. 1882: Neue und wenig bekannte Conchylien aus dem ostgalizischen Miocän. — *Abhandl. k. k. Geol. Reichsanst.* 7 (6): 1—33. Wien.
- HÖRNES M. 1856, 1870: Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien. — *Abhandl. k. Geol. Reichsanst.* 1., 2. Wien.
- IL'YINA L. B.—NEVESSKAYA L. A.—PARAMONOVA N. P. 1976: Regularities of mollusc development in the Neogene semimarine and brackishwater basins of Eurasia (Late Miocene—Early Pliocene). — *Acad. Sc. USSR, Transact. Palaeont. Inst.* 155: 1—287. Moscow.
- IONESI B. 1968: Stratigrafia depozitelor miocene de platforma dintre valea Siretului si valea Moldovei. — *Ed. Acad. Rep. Soc. Rom.*: 5—391. București.
- KAUTSKY F. 1936: Die Veneriden und Petricoliden des niederösterreichischen Miozäns. — *Bohrtechn. Zeitung*, 54: 1—27. Wien.
- KOJUMDGIEVA E. 1969: Sarmatian. Les fossiles de Bulgarie. — *Acad. Bulg. Sci.*: 1—135. Sofia.
- KOJUMDGIEVA E.—STRACHIMIROV B. 1965: Das Miozän im Varna-Gebiet. — *Karp.-Balk. Geol. Ass. VII. Kongr. Exkursionsführer, A*: 92—95. Sofia.
- KÓKAY J. 1966: A herend—márkói barnakőszéletterület földtani és őslénytani vizsgálata. [Geologische und paläontologische Untersuchung des Braunkohlengebietes von Herend—Márkó (Bakonygebirge, Ungarn).] — *Geol. Hung. Ser. Pal.* 36.
- KÓKAY J. 1967a: Sótartalomra vonatkozó öskörnyezettani vizsgálatok a bakonyi középsőmiocén cerithiumos faunákon. — *Ősl. Viták* 8: 1—6.
- KÓKAY J. 1967b: A Bakony-hegység felsőtortonai képződményei. (Obertortonische Ablagerungen des Bakonygebirges.) — *Földt. Közl.* 97: 74—90.
- KÓKAY J. 1968: Hegységképződési elméletek Bakony-hegységi adatok tükrében. (Tectonic theories in the light of Bakony Mountains evidence.) — *Földt. Közl.* 98: 381—393.

- KÓKAY J. 1976: Geomechanical investigation of the south-eastern margin of the Bakony Mountains and the age of the Litér fault line. — *Acta Geol. Acad. Sci. Hung.* 20: 245–257.
- KÓKAY J. 1984: Újabb adatok a moldvai mozgásokkal kapcsolatban. (New informations on Moldavian movements.) — *Földt. Int. Évi Jel.* 1982-ről: 501–503.
- KÓKAY J. 1985: Tektonikai-geomechanikai vizsgálatok a Bántapusztai-medence területén (Várpalota). [Tectonic and geomechanical studies in the Bántapuszta Basin (Várpalota, Bakony Mountains).] — *Földt. Int. Évi Jel.* 1983-ról.
- KÓKAY J.—MIHÁLY S.—MÜLLER P. 1984: Bádeni korú rétegek a budapesti Örs vezér tere környékén. (Badenian layers at the eastern part of Budapest.) — *Földt. Közl.* 114: 285–295.
- KOLESNIKOV V. 1926: Sur les Mactridae du Miocène russe. — *Bull. Com. Géol.* 44 (9): 885–900. Leningrad.
- KOLESNIKOV V. 1929: Sur les Cardides de l'étage sarmatique. — *Trav. Mus. Géol. Acad. Sci. URSS.* 5: 1–64. Leningrad.
- KOLESNIKOV V. 1935: Sarmatische Mollusken. — *Paläont. USSR. Akad. Wiss. USSR.* 10 (3): 1–326. Leningrad.
- KRACH W. 1981: The Baden reef formations in Roztocze Lubelskie. — *Polska Akad. Nauk. Oddzial w Krakowie, Komisja Nauk Geol., Prace Geol.* 121: 5–90.
- LASKAREV V. 1903: Die Fauna der Buglowka-Schichten in Volhynien. — *Mém. Com. Géol. Nouv. Sér.* 5: 1–148. St. Petersburg.
- LIVEROVSKAYA E. 1935: Die Fauna der konkischen Schichten des Berges Dubrowaja (Nord-Kaukasus). — *Mitt. Geol. Erdölinst. Ser. A.* 44: 1–35. Leningrad–Moscow.
- LŐRENTHEY I. 1913a: Jelentés az 1912. év nyarán végzett erdélyrészi kutatásokról. — *M. Kir. Pénzügymin. kiad.: Jel. az Erdélyi Medence földgázéleford. körül eddig végzett kutató munk. eredm. II.* 1: 63–64. Budapest.
- LŐRENTHEY I. 1913b: Neuer Beiträge zur Stratigraphie der Tertiärbildungen in der Umgebung von Budapest. — *Math. Nat. Ber. aus Ungarn.* 27: 315–329.
- LUKOVIČ K. 1922: Facies of the II. Mediterranean Series around Belgrad. — *Geol. An. Balkan.* 7: 22–41.
- MARINESCU F.—SENEŠ J. 1974: Das Buglowien und seine Äquivalente. — *Chronostr. und Neostat. M<sub>5</sub> Sarmatien. VEDA Slow. Akad. Wiss.: 137–138.* Bratislava.
- MARTIN K. 1914: Wann löste sich das Gebiet des Indischen Archipels von der Tethys? — *Samml. Geol. Reichsmuseums in Leiden.* 9: 337–355.
- MERKLIN R. L. 1950: Plastinchatozhabernye spirialisovykh glin, ikh sreda i zhizn'. — *Trudy Paleont. Inst. Ab SSSR:* 3–96.
- MERKLIN R. L. 1953: Étapy razvitiya kónskogo basseyna v miotsene na yuge SSSR. — *Byull. Mosk. obshch. isp. prirody N. S.* 58. otd. geol. 28 (3): 89–91.
- MERKLIN R. L.—NEVESSKAYA L. A. 1955: Opredelitel' dvustvorchatykh molluskov miotsena Turkmenii i Zapadnogo Kazakhstana. — *Trudy Paleont. Inst. AN SSSR:* 1–115.
- MOISESCU G. 1955: Stratigrafia și fauna fe moluște din depozitele tortoniene și sarmatiene din regiunea Buituri. — *Acad. Rep. Pop. Rom.: 1–218.* București.
- MULDINI-MAMUŽIĆ S. et al. 1978: Drau und Sava Becken, die Srem und Batschka-Banat Depressionen in Jugoslawien. — *Chronostr. und Neostat. M<sub>4</sub> Badenien. VEDA Slow. Akad. Wiss.: 91–93.* Bratislava.
- MÜLLER P. 1974: Budapesti miocén mészkövek Decapoda rák faunája. (Les faunes de Crustacés Décapodes des calcaires miocènes de Budapest.) — *Földt. Közl.* 104: 119–132.
- MÜLLER P. 1984: Bádeni Decapoda rákok. (Decapod Crustacea of the Badenian.) — *Geol. Hung. Ser. Pal.* 42.
- NAGYMAROSY A. 1980: A magyarországi bádenien korrelációja nannoplankton alapján. (Correlation of the Badenian in Hungary on the basis of the nannoplankton.) — *Földt. Közl.* 110: 206–245.
- NATTERER K. 1895: Tiefseeforschungen im Marmarameer auf S. M. Schiff „Taurus“ im Mai 1894. — *Denkschrift k. Akad. Wiss. Math. Nat. Kl.* 62: 19–117. Wien.
- NEVESSKAYA L.—BAGDASAR'YAN K.—GONCHAROVA T. 1979: On probable connections of Miocene basins of Eastern Paratethys with adjacent marine basins based upon assemblages of Bivalve molluscs. — *Ann. Géol. Pays Hellén. Hors série, 2 Proc. VII. Congr. RCMSNS:* 889–898. Athens.
- OSSIPOV S. S. 1932: Kónskiy gorizont. — *Rukovod. iskop. nef. rayonov Krymsko-kavkazskoy oblasti,* 4: 26–82.
- OSTROUMOV A. 1896: Über die Dregungen und Planktonfänge der Expedition „Selanik“. — *Bull. Acad. Imp. Sc.* 5. Sér. 5: 33–91. St. Pétersbourg.
- PAPP A. 1954: Die Molluskenfauna im Sarmat des Wiener Bäckens. — *Mitt. Geol. Ges.* 45: 1–112. Wien.
- PAPP A.—CICHA I.—SENEŠ J.—STEININGER F. 1978: M<sub>4</sub> Badenien. — *Chronostr. und Neostat. (Miozän der Zentralen Paratethys.) VEDA Slow. Akad. Wiss. 6.* Bratislava.
- PAPP A.—MARINESCU F.—SENEŠ J. 1974: M<sub>5</sub> Sarmatien. — *Cronostr. und Neostat. (Miozän der Zentralen Paratethys.) VEDA Slow. Akad. Wiss. 4.* Bratislava.
- PAPP A.—SENEŠ J. 1978: Äquivalente des Badenian in der Östlichen Paratethys. — *Chronostr. und Neostat. M<sub>4</sub> Badenien. VEDA Slow. Akad. Wiss.: 53–54.* Bratislava.
- PAPP A.—STEININGER F. 1979: Die Äquivalente des Tortonien und Messinien in der Zentralen Paratethys. — *Verhandl. Geol. Bundesanst.: 161–170.* Wien.
- POPA-DIMIAN E. 1962: Contributiuni la studiul paleontologie al tortonianului din Subcarpati (Crivineni si valea Muscelului) cu privire speciala la fauna cu Venus konkensis. — *Dari de Seama ale Sedintelor.* 47: 185–198. București.
- RADÓCZ GY. 1974: Zostera—Bryozoa—Spirorbis biocönózis a Borsodi-medencéből. (A Zostera—Bryozoa—Spirorbis biocoenose from the Borsod basin.) — *Földt. Int. Évi Jel.* 1972-ről: 55–59.
- RAILEANU G. 1956: Prezenta Buglovianului in regiunea Apahida. — *An. Univ. C. I. Prahon,* 9 (9): 159–163. București.
- REUSS A. 1867: Die fossile Fauna der Steinsalzablagerungen von Wieliczka in Galizien. — *Sitzungsber. k. Akad. Wiss. Math. Nat. Cl.* 55. Abt. 1: 1–166. Wien.

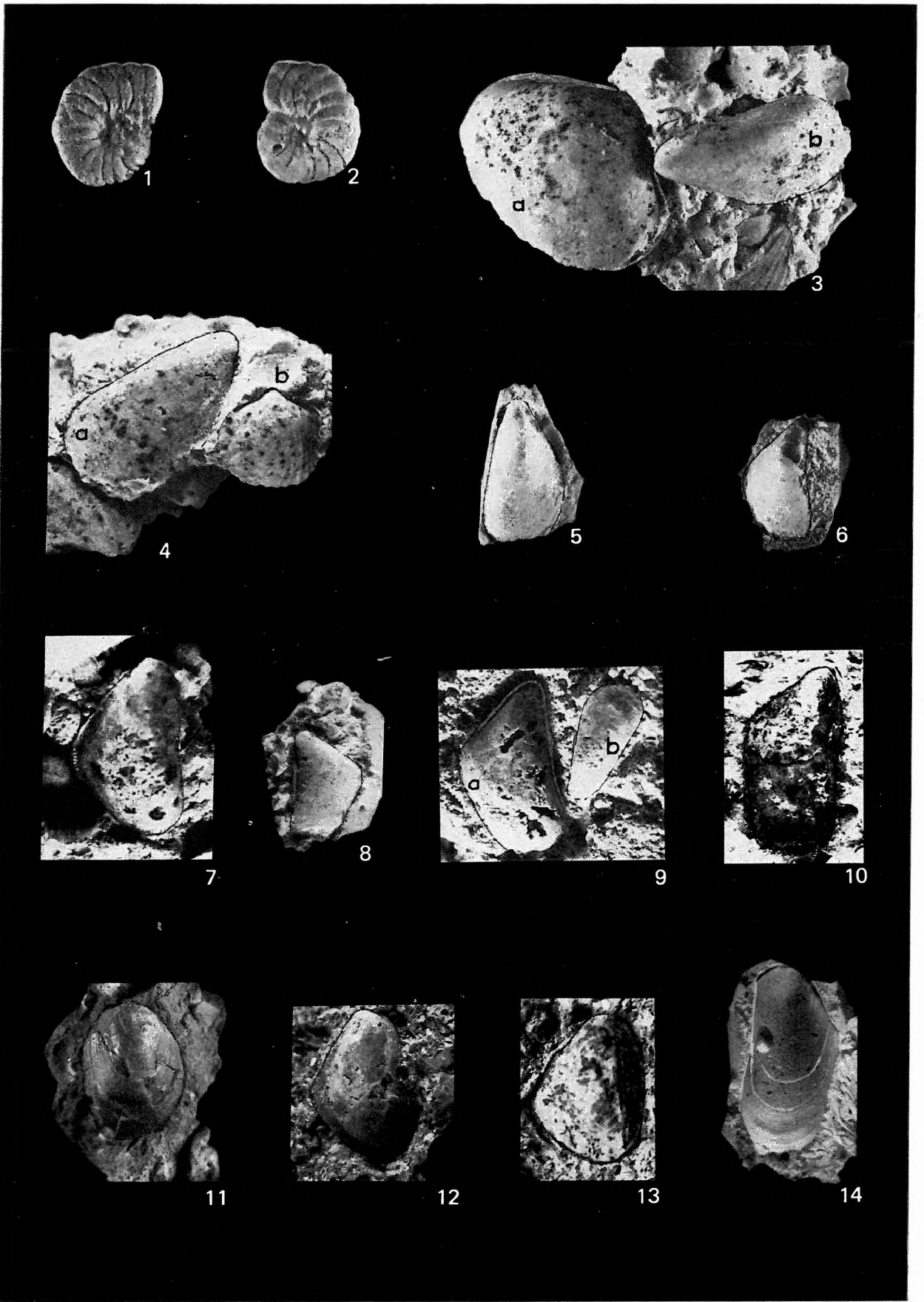
- RÖGL F.—MÜLLER C. 1976: Das Mittelmiozän und die Baden—Sarmat Grenze in Walbersdorf (Burgenland). — Ann. Naturhist. Mus. 80: 221—232. Wien.
- SACCO F. 1890—1904: I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. — 6—30. Torino.
- SAULEA E. 1960: Contributions à la stratigraphie du Miocène des Subcarpathes de la Munténie. — Ann. Com. Géol. 29—30: 241—270.
- SCHAFARZIK F.—VENDL A. 1929: Geológiai kirándulások Budapest környékén. — Földt. Int. kiadv.
- SCHWETZ T. 1912: Die Fauna der Tschokrak-Kalke der Halbinsel Kertsch. — Verhandl. Russ.-Kais. Min. Ges. 2. Ser. 49: 251—380. St. Petersburg.
- SELMECZI I. 1982: A Baranya megyei Hidas község térségében lemélyített három barnaközszen-kutató fúrás miocén rétegsorának öslénytani vizsgálata. — Eötvös Loránd Tud. Egyet. Ősl. Tanszék, kézirat.
- SENEŠ J. 1955: Stratigraphische und biofazielle Untersuchung einiger neogener Sedimente der Ostslowakei auf Grund der Makrofauna. — Geol. Práce, 40: 1—171. Bratislava.
- SENEŠ J. 1956: Die Menge des Vorkommens einiger Weichtierarten in der brackischen Sedimenten. — Geol. Sborník, 7 (3—4): 214—221.
- SIDOROVA N. P. 1961: Some new Sarmatian cardiids from Mangyshlak. — Palaeont. Journ. 2: 43—49. Moscow.
- SKARLATO O. A.—STAROBOGATOV YA. I. 1972: Bivalvia. — Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogo morey. AN USSR, Izd. „Naukova Dumka”, 3: 178—242. Kiev.
- SOKOLOV N. 1899: Die Schichten mit Venus konkensis am Flusse Konka. — Mém. Com. Géol. 9 (5): 1—96. St. Petersburg.
- STEININGER F. F.—NEVESSKAYA L. A. 1975: Stratotypes of Mediterranean Neogene Stages. — Slow. Acad. Sc. 2: 1—364. Bratislava.
- STEININGER F.—RÖGL F.—MÜLLER C. 1978: Geodynamik und paläogeographische Entwicklung des Badenien. — Chronostr. und Neostat. M<sub>4</sub> Badenien. VEDA Slow. Akad. Wiss.: 110—116. Bratislava.
- STEVANOVIČ P. M. 1960: Das Neogen in Jugoslawien in seinen Beziehungen zum Wiener Becken. — Mitt. Geol. Ges. 52: 189—201. Wien.
- STRACHIMIROV B. 1953: La faune tertiaire de littoral de la mer Noire entre la riv. de Kamtchia et le cap Eminé. — Bulg. Akad. Nauk. Otl. za Geol.-Geogr. i Kim. Nauki: 27—87. Sofia.
- STRACHIMIROV B. 1960: Tortonien du type Crimeo-Caucasien. Les fossiles du Bulgarie. VII. Tortonien. — Akad. Sc. Bulg.: 247—299. Sofia.
- STRACHIMIROV B. 1971: Sur la présence du faune sténohaline dans les couches du Miocène moyen au sud de la Ville de Burgas, Bulgarie. — Földt. Közl. 101: 316—320.
- ŠVAGROVSKY J. 1960: Die Biostratigraphie und Molluskenfauna aus dem Obertorton des östlichen Fusses des Gebirges Slanské Hory. — Geol. Práce, 57: 3—156. Bratislava.
- TEJKAL J. 1968: Molluskenfauna und Entwicklung des Biotop im Torton der Umgebung von Zelizovce (Donautiefebene). — Folia Facult. Sc. Nat. Univ. Purk. Brunensis, Geologia. Ser. 9. Geologia. 13 (1): 1—58. Brno.
- VADÁSZ E. 1906: Budapest-Rákos felső mediterrán korú faunájáról. (Über die obermediterrane Fauna von Budapest-Rákos.) — Földt. Közl. 36: 256—283 (323—351).
- VANCEA A. 1960: Neogenul din Bazinul Transilvaniei. — Edit. Acad. Rep. Pop. Rom.: 40—52. București.
- VOLKOVA N. S. 1965: Polevoy atlas fauny tretichnykh otlozheniy Tsentral'nogo Perdkavkaz'ya. — Moscow.
- VREDENBURG E. 1928: Descriptions of Mollusca from the Post-Eocene—Tertiary formation of North-Western India. — Mem. Geol. Survey of India. Calcutta.
- ZHGENTI E. M. 1958: Razvitie mollyuskovoy fauny konskogo gorizonta Gruzii. — Trudy Inst. Paleob. AN Gruz. SSR. 5: 19—116.
- ZHIZHENKO B. 1934: Mollusca from the Miocene of Ciscaucasia. — Transact. Oil Geol. Inst. Ser. A. 38: 1—92. Moscow.
- ZHIZHENKO B. 1936: Tschokrakische Mollusken. — Paläont. USSR. Akad. Wiss. USSR. 10 (3) Leningrad.
- ZHIZHENKO B. P. 1959: Atlas srednemiotsenovoy fauny Severnogo Kavkaza i Kryma. — Gostoptekhizdat, Moscow.



PLATES  
FÉNYKÉPTÁBLÁK

## Plate I — I. tábla

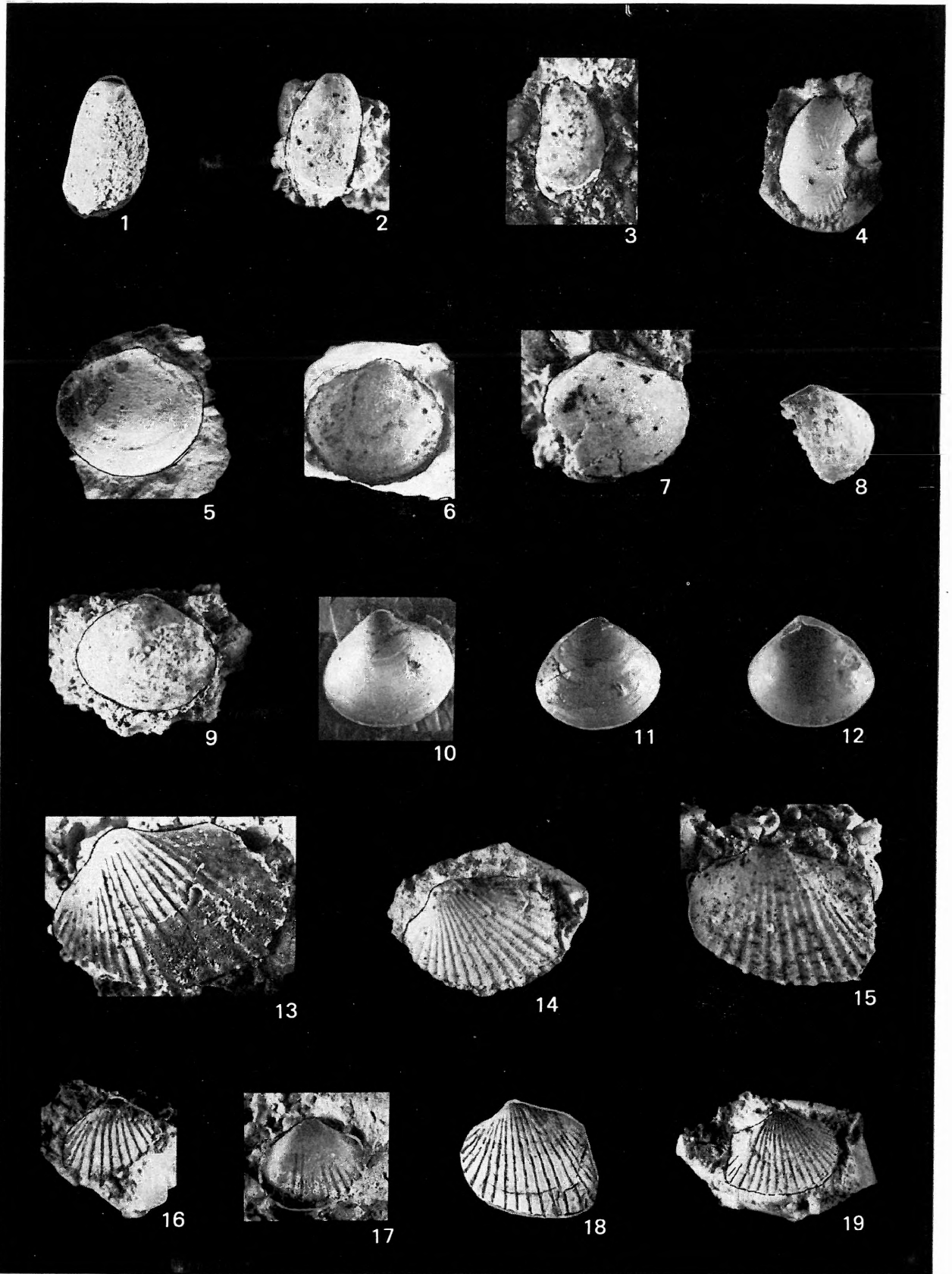
- 1—2. *Spirolina rimosa ukrainica* DIDK.  
Mány 194. 8×
3. a) *Mactra basteroti konkensis* SOK.  
b) *Modiolus incrassatus* D'ORB.  
Pécsvárad. 2.1×
4. a) *Modiolus incrassatum* D'ORB.  
b) *Cardium ruthenicum* HILB.  
Pécsvárad. 2×
5. *Modiolus incrassatus* D'ORB.  
Pécsvárad. 2×
- 6—8. *Modiolus incrassatus buglovensis* GAT.  
6—7. Pécsvárad. 2×  
8. Budapest, Keresztúri út. 1.5×
9. a) *Modiolus incrassatus buglovensis* GAT.  
b) *Modiolus incrassatus* D'ORB.  
Budapest, Rákos "vasúti delta". Veselyankian. 2×
- 10, 14. *Modiolus incrassatus sultanensis* GAT.  
Internal mould and silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 2.8×
11. *Modiolus ustjurtensis* ZHIZH.  
Perbál 5. Veselyankian. 2.5×
12. *Modiolus incrassatus subpapilio* GAT.  
Budapest, Keresztúri út. 2×
13. *Modiolus incrassatus subpapilio* GAT.  
Pécsvárad. 2.4×



## Plate II — II. tábla

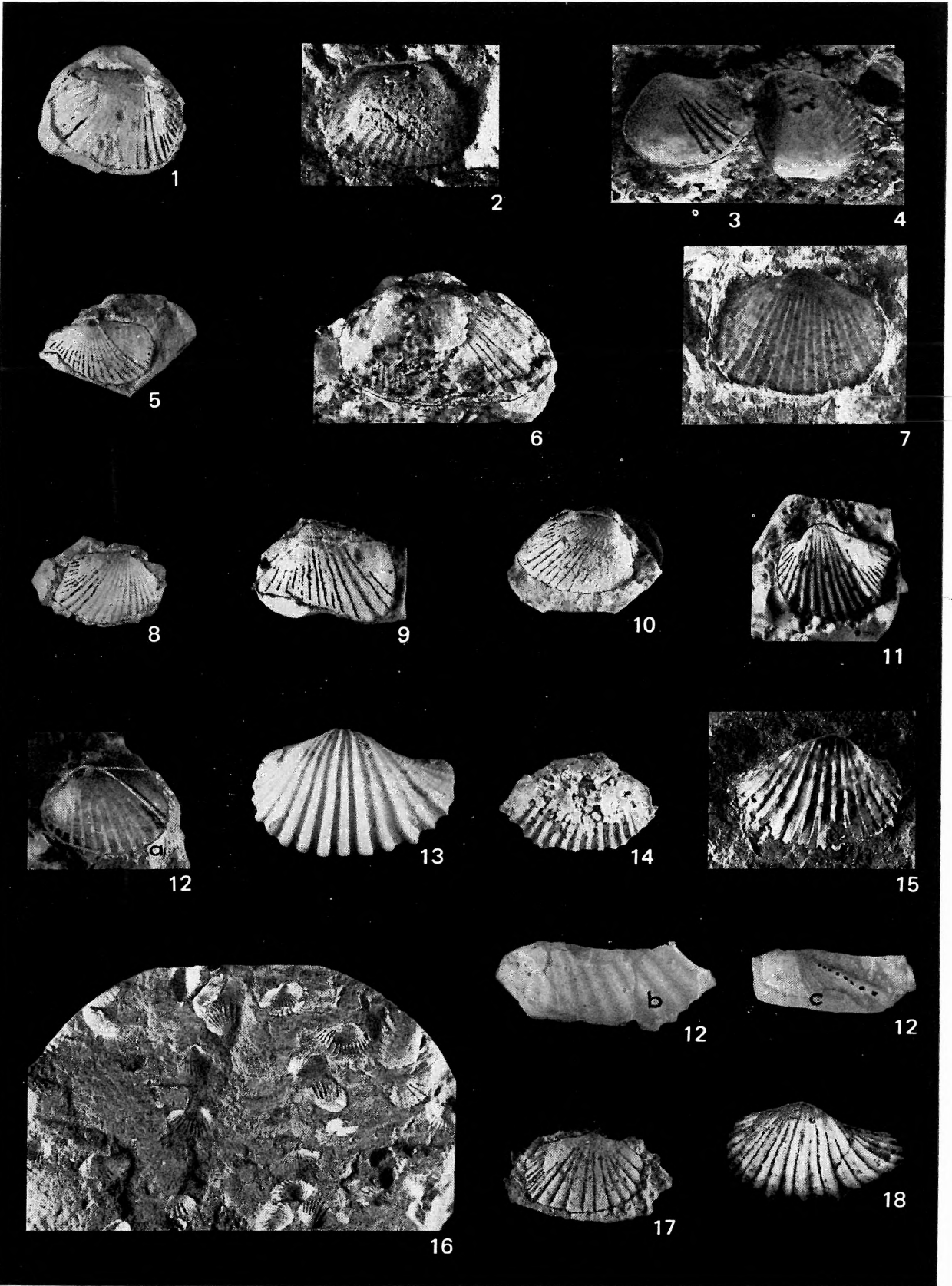
- 1—3. *Musculus sarmaticus* GAT.  
Pécsvárad. 2×
4. *Musculus sarmaticus naviculoides* KOLES.  
Silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 2×
- 5—6. *Taras rotundatus caucasicus* ZHIZH.  
Silicon rubber mould and internal mould.  
Budapest, Örs vezér tér. Veselyankian. 2.8×
7. *Taras rotundatus caucasicus* ZHIZH.  
Pécsvárad. 2.8×
- 8—9. *Taras rotundatus caucasicus* ZHIZH.  
Budapest, Gyakorló út. 2×
- 10—12. *Lutetia (Spaniodontella) sokolovi* SINZ.  
Perbál 5. Veselyankian. 8×
- 13—15. *Cardium obsoletum* EICHW.  
13, 15. Internal mould. 3×  
14. Silicon rubber mould. 2×  
Pécsvárad.
16. *Cardium obsoletum* EICHW. subjuv.  
Silicon rubber mould.  
Budapest, Keresztúri út. 2×
17. *Cardium obsoletum* EICHW.  
Silicon rubber mould.  
Balatonakali 40. Veselyankian. 1.3×
18. *Cardium obsoletum* EICHW.  
Perbál 5. Veselyankian. 2×
19. *Cardium ruthenicum* HILB.  
Silicon rubber mould.  
Budapest, Keresztúri út. 2.3×





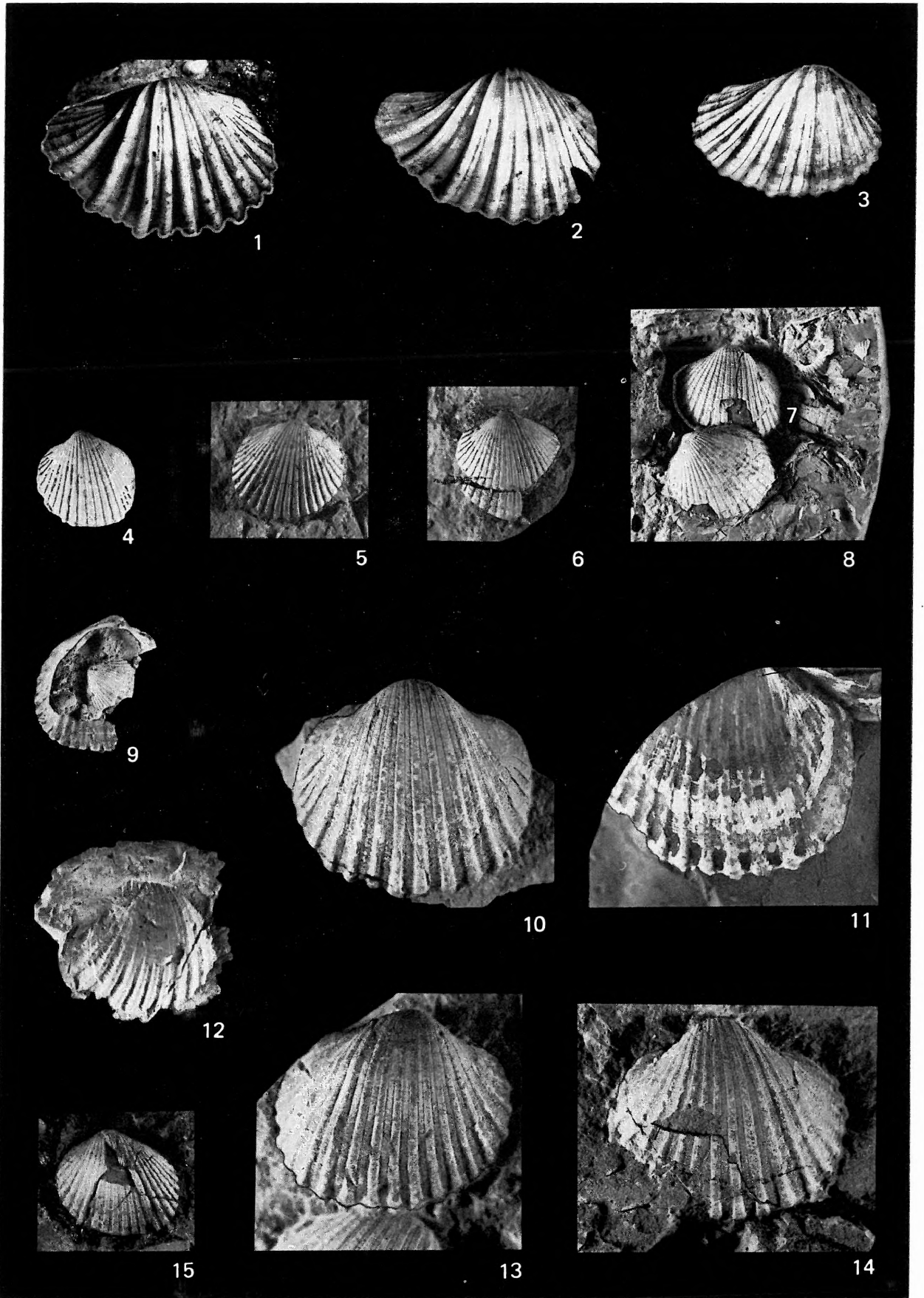
## Plate III — III. tábla

1. *Cardium ruthenicum* HILB.  
Budapest, Örs vezér tér. Veselyankian. 2×
- 2—5, 8. *Cardium ruthenicum* HILB.  
2—5 and 8. Silicon rubber mould.  
Balatonakali 40. Veselyankian. 2×
- 6, 9. *Cardium lithopodolicum* DUB.  
Budapest, Örs vezér tér. Veselyankian. 2×
7. *Cardium kokkupicum* ANDR.  
Budapest, Örs vezér tér. Veselyankian. 3×
10. *Cardium* cfr. *kaudense volhynicum* GRISCH.  
Silicon rubber mould.  
Budapest, Örs vezér tér. Veselyankian. 3×
11. *Cardium* cfr. *kaudense* SIDOR.  
Silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 4×
12. *Cardium* cfr. *fischeriforme millelocum* SIDOR.  
a) 2×  
b—c) Silicon rubber mould. 4×  
Balatonakali 40. Veselyankian.
- 13—16. *Cardium praeplicatum* HILB.  
13. Mány 192. 3.7×  
14. Budapest, Gyakorló út. 2×  
15. Mány 8. Veselyankian. 2.4×  
16. Hegymagos 84. 1×
17. *Cardium irregulare* EICHW.  
Silicon rubber mould.  
Balatonakali 40. Veselyankian. 2×
18. *Cardium mányense* KÓKAY  
Mány 6. 3.5×



## Plate IV — IV. tábla

- 1—3. *Cardium mányense* KÓKAY  
Mány 6. 3.5×
- 4—9. *Cardium scylothicum* SOK.  
Perbál 5. Veselyankian. 4—8: 2.3×, 9: 3×
- 10—14. *Cardium (Acanthocardia) aculeatum platovi* BOG.  
10, 13, 14. Hegymagos 84. 1.5×  
11. Mány 198. Veselyankian. 1.6×  
12. Mány 8. Veselyankian. 1.3×
15. *Cardium* sp.  
Perbál 5. Veselyankian. 3.1×



## Plate V — V. tábla

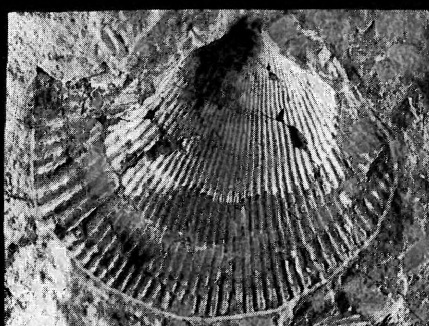
- 1—2. *Cardium (Acanthocardia) aculeatum platovi* BOG.  
Mány 8. Veselyankian. 1.8×
3. *Trachycardium pseudomulticostatum* ZHIZH.  
Mány 8. Veselyankian. 1.7×
- 4—12. *Venus (Timoclea) konkensis* SOK.  
Perbál 6. 6×
- 13—14, 16—22. *Paphia secunda* BOG.  
Perbál 6. 2.8×
15. *Venus (Timoclea) konkensis* SOK. juv.  
Mány 192. 15×



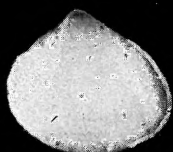
1



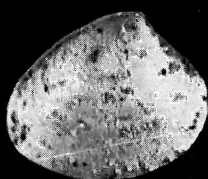
2



3



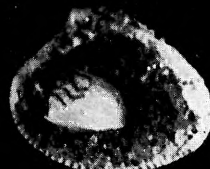
4



5



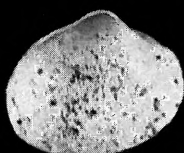
6



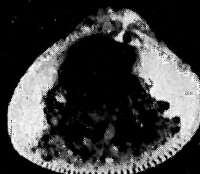
7



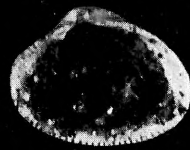
8



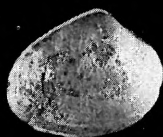
9



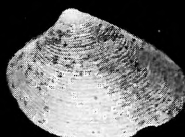
10



11



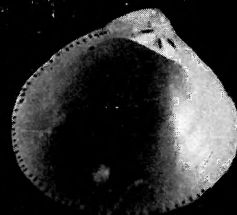
12



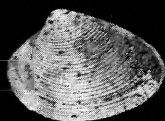
13



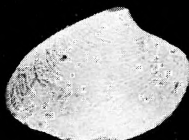
14



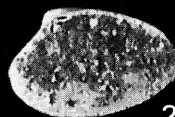
15



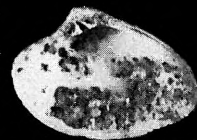
16



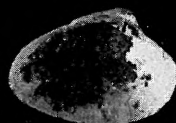
18



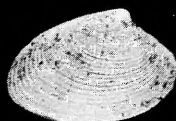
20



21



17



19

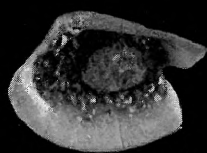


22

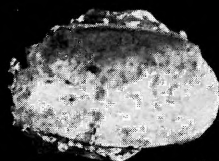
## Plate VI — VI. tábla

1. *Paphia secunda* BOG.  
Mány 192. 3×
- 2—3. *Paphia vitaliana infrasarmatica* ANDR.
  2. Budapest, Rákos "vasúti delta". Veselyankian. 2.7×
  3. Budapest, Gyakorló út. 2.7×
4. *Irus (Paphirus) gregarius modestus* DUB.  
Perbál 6. 3×
5. *Paphia vitaliana infrasarmatica* ANDR.  
Budapest, Keresztúri út. Veselyankian. 2.7×
- 6—7. *Ervilia trigonula* SOK.
  6. Budapest, Keresztúri út. 4.5×
  7. Mány 8. Veselyankian. 5×
- 8—9. *Ervilia pusilla dissita* EICHW.  
Pécsvárad. 2.2×
- 10—12. *Abra alba scythica* SOK.
  10. Perbál 5. Veselyankian. 2.5×
  - 11—12. Pécsvárad. 2.5×
- 13—14. *Abra reflexa* EICHW.  
Pécsvárad. 2.2×
- 15—17. *Abra parabilis attatica* MERKL.
  15. Mány 192. 3.5×
  - 16—17. Hegymagos 78/18. 1.9×





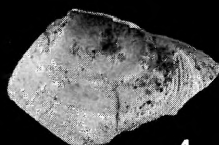
1



2



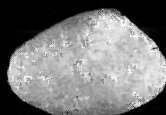
3



4



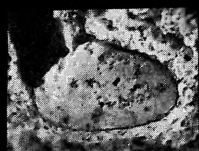
5



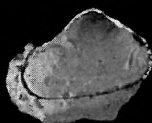
6



7



8



9



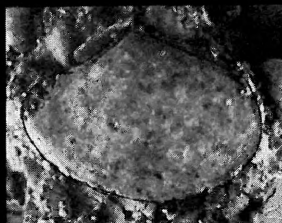
10



11



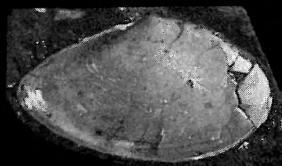
12



13



14



15



16

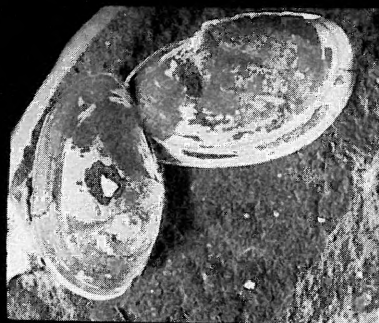


17

## Plate VII — VII. tábla

1. *Abra parabilis attalica* MERKL.  
Hegymagos 78/18. 1.5×
2. a) *Cultellus scaphoideus* ZHIZH.  
b) *Cardium scylothicum* SOK.  
Perbál 5. Veselyankian. 2.4×
- 3, 5. *Cultellus scaphoideus* ZHIZH.  
Perbál 5. Veselyankian. 2.4×
4. a) *Cultellus scaphoideus* ZHIZH.  
b) *Abra alba scythica* SOK.  
Perbál 2. Veselyankian. 1.6×
- 6, 10. *Mactra basteroti konkensis* SOK.  
Pécsvárad. 2×
7. a) *Mactra basteroti konkensis* SOK.  
b) *Modiolus incrassatus* D'ORB.  
c) *Cardium ruthenicum* HILB.  
d) *Cardium obsoletum* EICHW. juv.  
e) *Pirenella picta mitralis* EICHW.  
f) *Ervilia pusilla dissita* EICHW.  
Pécsvárad. 1.7×
- 8—9. *Mactra basteroti konkensis* SOK.  
8. Budapest, Örs vezér tér. 2×  
9. Rákos "vasúti delta". Veselyankian. 2×

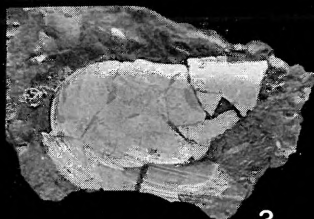




1



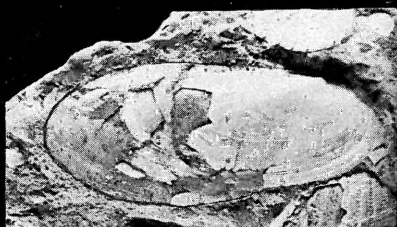
2



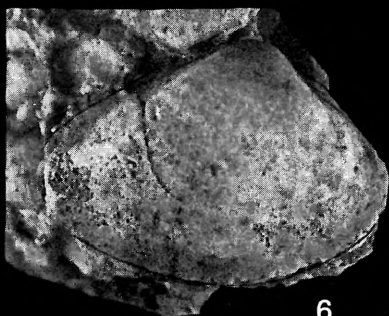
3



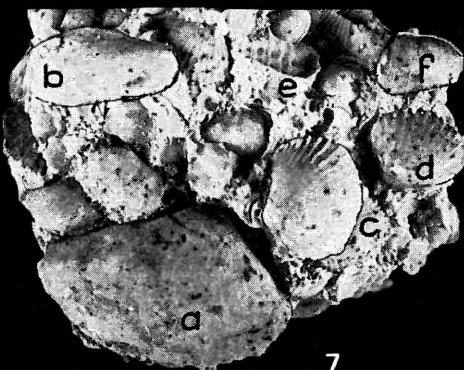
4



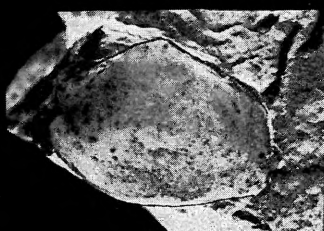
5



6



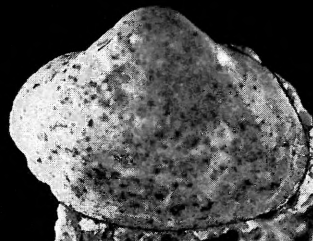
7



8



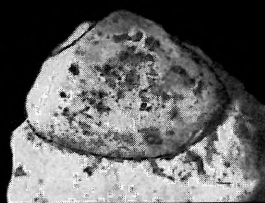
9



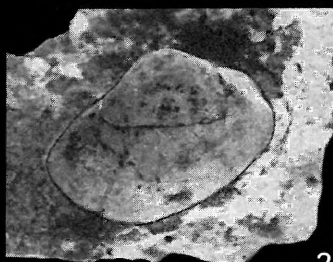
10

## Plate VIII — VIII. tábla

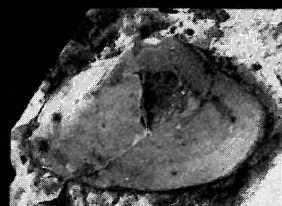
- 1—3. *Mactra basteroti konkensis* SOK.  
Budapest, Őrs vezér tér. Veselyankian. 2×
4. *Mactra quasideltoides* BOG.  
Budapest, H. 34. 1.7×
- 5—7. *Mactra andrussovi* KOLES.  
Budapest, Őrs vezér tér. Veselyankian. 2.3×
8. *Mactra* ex aff. *timida* ZHIZH.  
Budapest, Őrs vezér tér. Veselyankian. 2.6×
9. *Corbula michalskii* SOK.  
Perbál 6. 3×
- 10—12. *Pholas bogatchevi* OSSIPOV  
Perbál 6. 6×
13. *Pholas bogatchevi tanaica* OSSIPOV  
Perbál 6. 4×
14. *Barnea ustjurtensis sinzovi* OSSIPOV  
Perbál 6. 10×
15. *Gibbula cremenensis* ANDRZ.  
Silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 3×
16. *Gibbula confessa* LIVER.  
Silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 3.5×
17. *Gibbula* cfr. *confessa* LIVER.  
Silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 3×
18. *Gibbula subbalatro* KOLES.  
Silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 3×



1



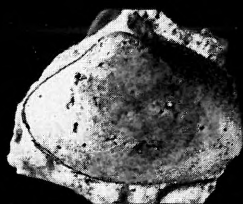
2



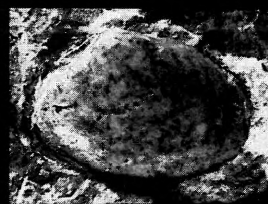
3



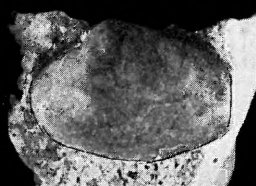
4



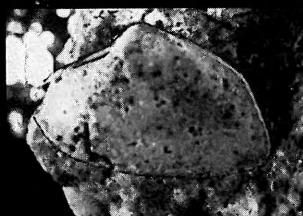
5



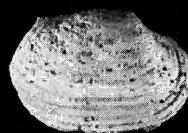
6



7



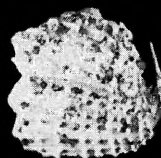
8



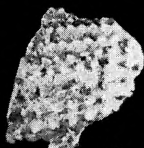
9



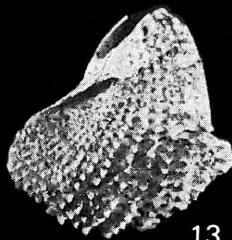
10



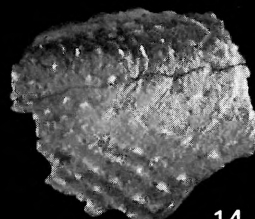
11



12



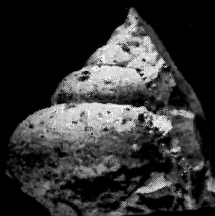
13



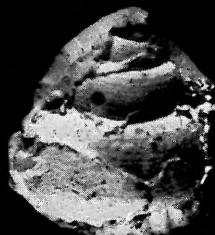
14



15



16



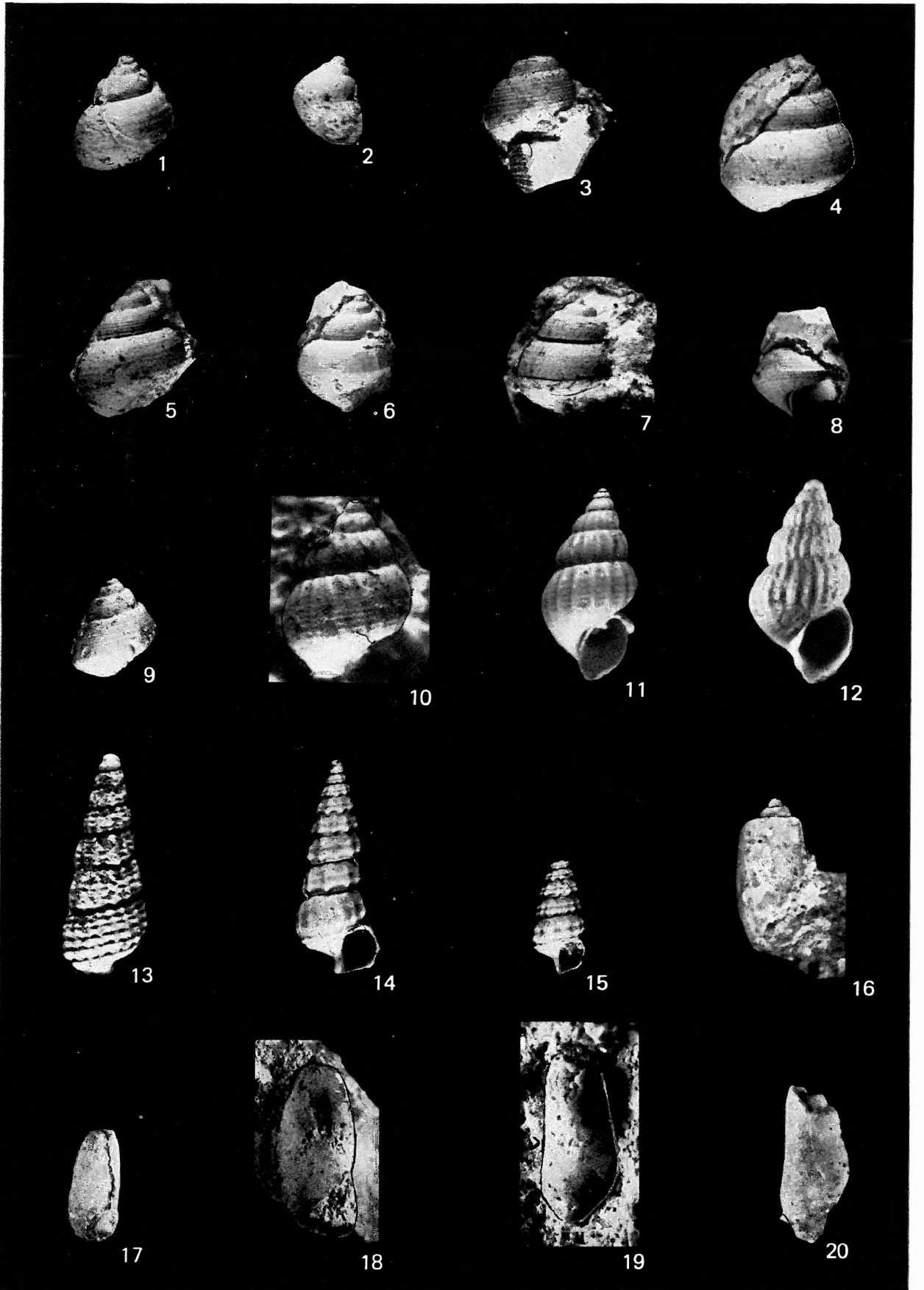
17



18

## Plate IX — IX. tábla

- 1—2. *Gibbula subbalatro* KOLES.  
Silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 3.2×
3. *Calliostoma angulatum* EICHW.  
Silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 3×
- 4—6. *Calliostoma angulatum spirocarinatum* PAPP  
Silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 3×
- 7—8. *Calliostoma anceps joanneum* HILB.  
Silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 3×
9. *Calliostoma guttenbergi* HILB.  
Silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 3×
10. *Mohrensternia pseudoinflata* FRIEDB.  
Silicon rubber mould.  
Pécsvárad. 5×
11. *Mohrensternia pseudoinflata* FRIEDB.  
Perbál 6. 10×
12. *Mohrensternia multicostata* SENEŠ  
Perbál 6. 10×
13. *Bittium reticulatum konkensis* SOK.  
Perbál 6. 10×
- 14—15. *Newtoniella dertobicarinata agibelica* ZHIZH.  
Perbál 6. 6×
16. *Actaeocina lajonkaireana buhlovensis* FRIEDB.  
Pécsvárad. 5.8×
- 17—18. *Cylichna melitopolitana* SOK.  
17. Budapest, Keresztúri út. 4.2×  
18. Budapest, Őrs vezér tér. Veselyankian. 5×
- 19—20. *Cylichna melitopolitana* SOK. var.  
Pécsvárad. 3.7×







**A STUDY OF OTTNANGIAN MOLLUSCS  
FROM THE EASTERN BORSOD BASIN  
(N HUNGARY)**

by

DR. M. BOHN-HAVAS

**A KELET-BORSODI MEDENCE  
OTTNANGI KÉPZŐDMÉNYEINEK MOLLUSCA VIZSGÁLATA**

Írta

DR. BOHNNÉ DR. HAVAS MARGIT



# A STUDY OF OTTNANGIAN MOLLUSCS FROM THE EASTERN BORSOD BASIN

## INTRODUCTION

Recent upswing of brown-coal explorations in the Borsod Basin has provided an excellent opportunity for a paleontological study of the Miocene formations. Jointly with the exploration programmes in this Basin, the present writer has studied megafossils since 1978.

The research hitherto carried out has embraced four exploration areas covering the whole territory of the Eastern Borsod Basin (Fig. 1). 32 boreholes cutting Eggenburgian to Sarmatian formations were evaluated from the study area.

Our task was to study the fauna primarily of the Salgótarján Brown-Coal Formation, so in the present paper we shall give an evaluation of only those borehole sections (19 boreholes) which have furnished important information on the brown-coal measures. The megafossils of the schlier-like rocks overlying the Salgótarján Brown-Coal Formation and occurring only on the eastern margin of the basin (Újdiósgyőr-Forrásvölgy, Duzsnok) are dealt with just tangentially.

In our evaluation of the megafossils, we have profited of the results of paleontological studies by T. BÁLDI (1973a, in BÁLDI—RADÓCZ 1971), A. KECSKEMÉTI-KÖRMENDY (1959), GY. RADÓCZ (1960—75) and Z. SCHRÉTER (1929, 1952, 1959) as well.

Tertiary boundaries to the E Borsod Basin are set by the Bükk Mountains in the southwest, the uplifted basement ranges of the Bükk and Rudabánya Mountains in the north-northeast and the Lower Paleozoic fault blocks of the Szendrő Mountains in the north-northeast.

Our studies have encompassed four brown-coal exploration areas within the basin (Fig. 1):

1. Újdiósgyőr-Forrásvölgy;
2. Tardona—Peres;
3. Felsőnyárád—Sajóalgóc;
4. Duzsnok (Sajószentpéter).

The idealized geological sections of the exploration areas are given in Fig. 2, the distribution of the most common and typical faunal associations is shown in Fig. 3.

#### **Area 1: Újdiósgyőr-Forrásvölgy**

The Újdiósgyőr-Forrásvölgy area lies on the southeastern margin of the E Borsod Brown-Coal Basin, north of Miskolc, in the immediate neighbourhood of the city. The boreholes studied from the area in question were Dgy. 366 (Újdiósgyőr) and Dgy. 367 (Forrásvölgy) (Fig. 4a).

##### *Gyulakeszi Rhyolite Tuff Formation*

Known as being constituted by terrestrial, water-deposited, weathered, redeposited and argillaceous facies in the study area, the Gyulakeszi Rhyolite Tuff Formation has been identified with the rhyolite tuffs and tuffaceous clays intersected in the interval of 364.9 to 357.0 m of borehole Dgy. 366. Borehole Dgy. 367 did not intersect the Lower Rhyolite Tuff.

##### *Salgótarján Brown-Coal Formation*

The coal measures and the rocks with uniform and peculiar sedimentary features appearing in the higher overlying series of Seam I, and probably assignable to the Garáb Schlier Formation, were cut in the interval of 357.0 to 31.6 m by borehole Dgy. 366 and between 472.1 and 224.0 m by borehole Dgy. 367. The alleged Garáb Schlier Formation in the borehole Dgy. 366 had a thickness of 90 m, and, in Dgy. 367, a thickness of 80 m, as shown by the results of faunal analyses. On evidence of the sequences studied for a comparison, the formation is common, though in varying thickness, in the study area.

The Salgótarján Brown-Coal Formation is represented, as a rule, by a five-seam-built coal measures complex, with intercalations composed of sands, micaceous sands, clayey sands, clays, clayey silts and sandy clays of varying grain size containing a comparatively rich, diversified, but usually poorly preserved Mollusca fauna.

##### *Seam V*

No Mollusca fauna was found.

##### *Intercalations between Seams V and IV*

Composed of sandy silts, tuffaceous sands and clays as well as sandy rocks, the sequence in question has a Mollusca fauna assignable to the Crassostrea- and Cardium—Pirenella—Theodoxus- and Congeria—Hydrobia—Melanopsis associations.

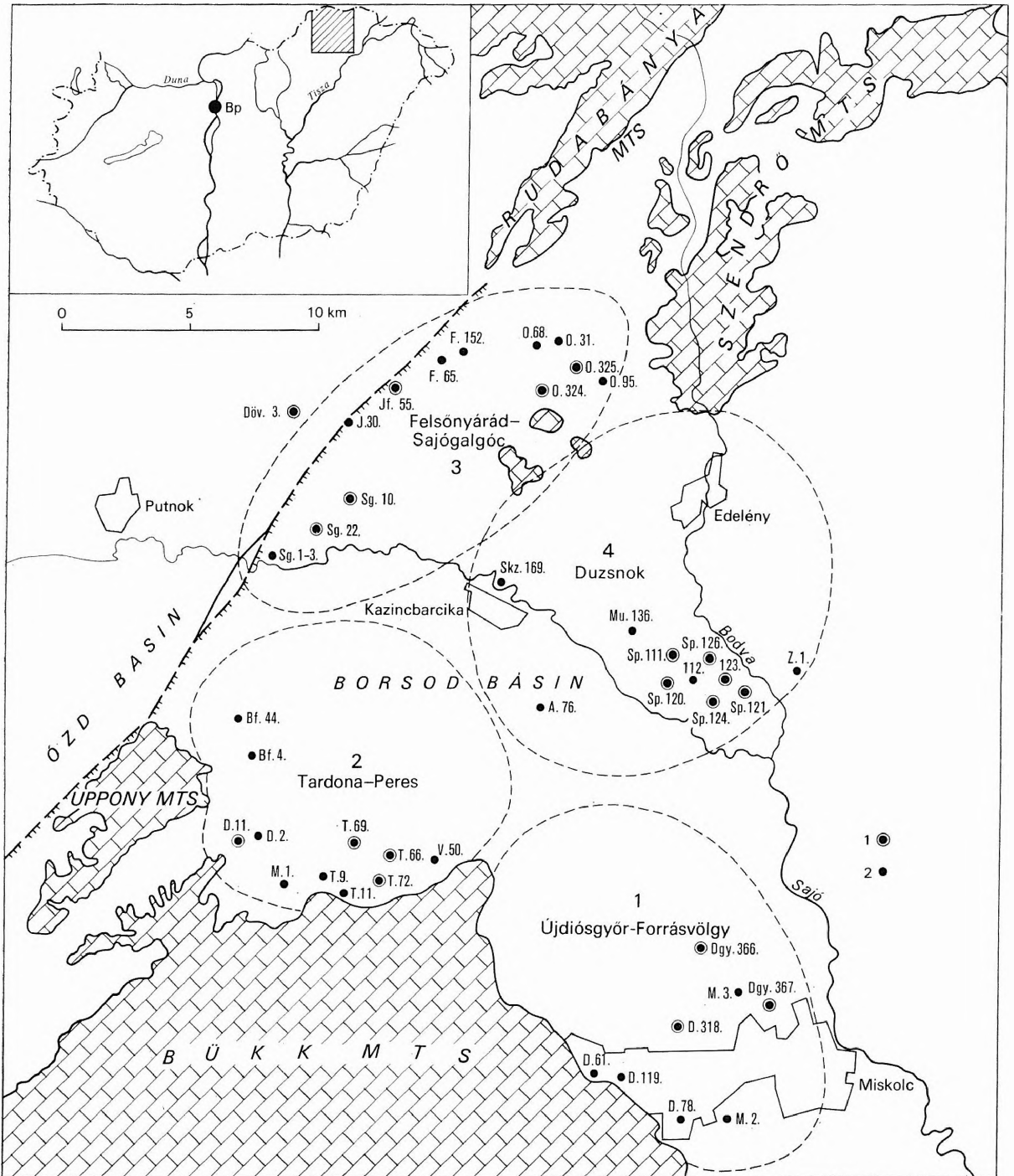


Fig. 1. Layout of exploration areas and important boreholes

1. Studied boreholes, 2. comparative boreholes. F = Felsőnyárad, O = Ormosbánya, Jf (J) = Jákfalva, Sg = Sajóalgóc, Skz = Sajókaza, Mu = Mucsony, Sp = Sajószentpéter, A = Alacska, Bf = Bánfalva, T = Tardona, D = Dédestapolcsány, Döv = Dövény, M = Miskolc, V = Varbó, Dgy = Diósgyőr

1. ábra. A kutatási területek és a legfontosabb fúrások helyszínrajza

1. Vizsgált fúrások, 2. összehasonlító fúrások

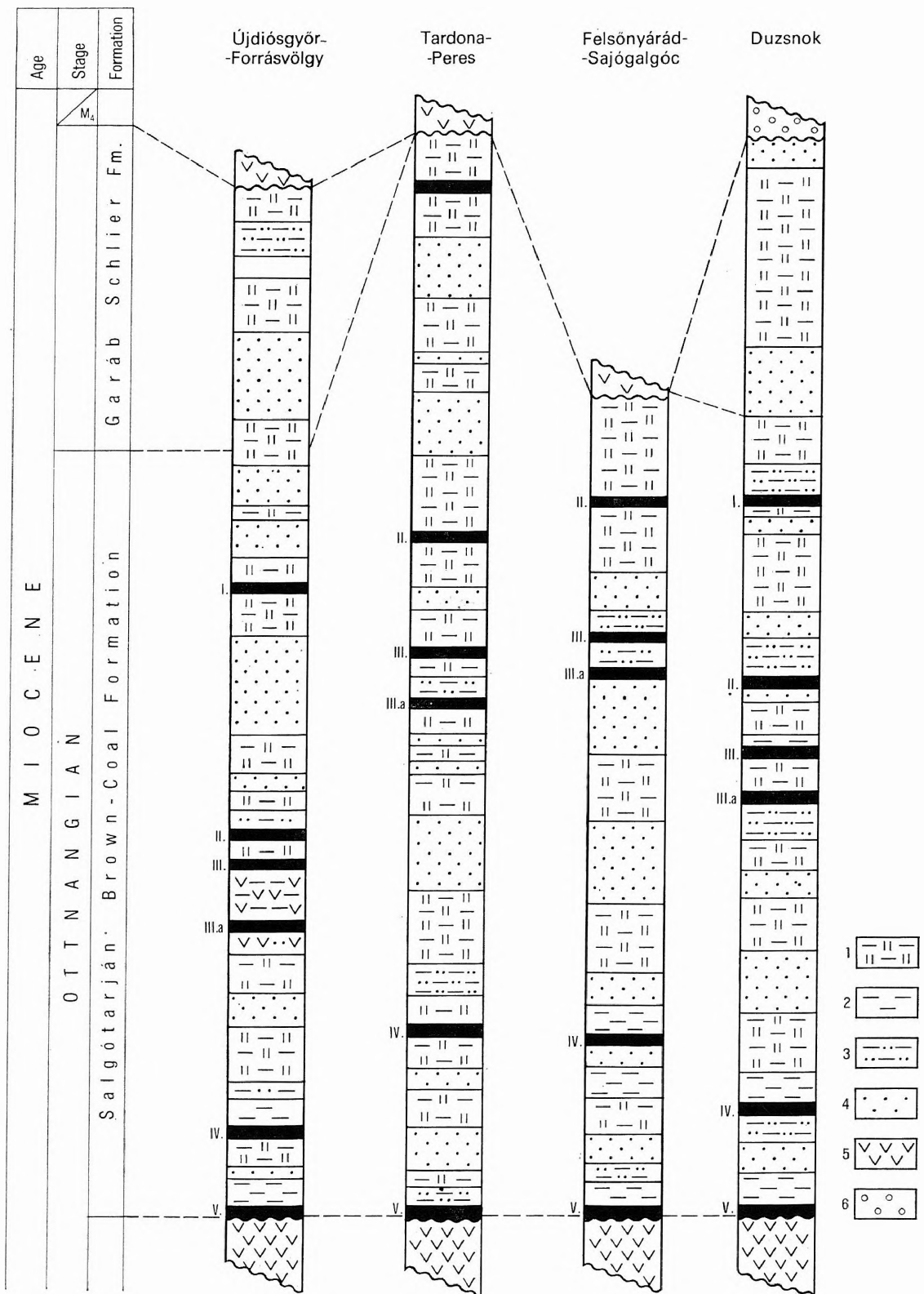


Fig. 2. Schematic geological section across exploration areas

1. Silt, sandy silt, 2. clay, claymarl, 3. sandy clay, 4. sand, 5. rhyolite tuff, 6. gravel

2. ábra. A kutatási területek vázlatos földtani szelvénye

1. Aleurit, homokos aleurit, 2. agyag, agyagmárga, 3. homokos agyag, 4. homok, 5. riolituffa, 6. kavics

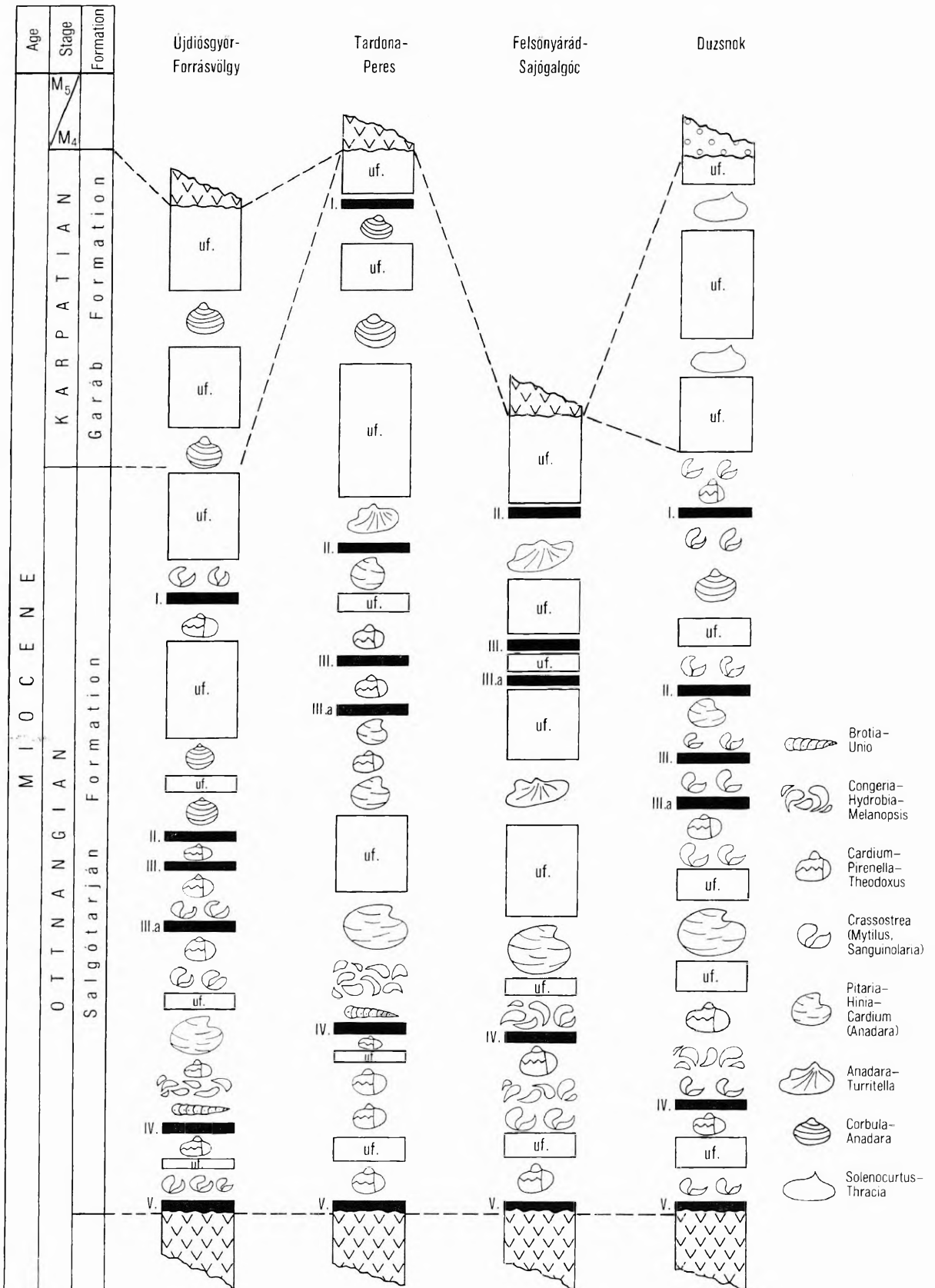


Fig. 3. Distribution of characteristic megafossil associations by exploration areas

2. ábra. A jellemző megafauna asszociációk elterjedése kutatási területekén

Above Seam V there is a bed composed of an accumulation of single *Crassostrea crassissima* valves washed together, including very frequent borer-perforated shells in the upper part of the bed. On top of this, the *Cardium—Pirenella—Theodoxus* association grades upwards into that of the *Congeria—Hydrobia—Melanopsis*. In the tuffaceous clays underlying the redeposited tuffs forming the immediate footwall of Seam IV, it is the *Cardium—Pirenella—Theodoxus* association that regains predominance.

#### *Seam IV*

From the carbonaceous clay intercalations in the upper part of Seam IV, *Brotia escheri* and *Helix* sp. have come into the fore.

#### *Intercalations between Seams IV and III/a*

The sequence is composed of alternating silts, sandy silts, silts and clayey sands with two major sandy intercalations that are for the most part unfossiliferous. The Mollusca fauna is characterized by faunal associations showing the predominance of *Crassostrea*; *Cardium—Pirenella—Theodoxus*; *Congeria—Hydrobia—Melanopsis*; *Pitaria—Cardium—Hinia* (*Anadara*) and *Sanguinolaria*.

In borehole Dgy. 366, it is first *Crassostrea—Mytilus* and then *Congeria* lumachelles that appear above Seam IV, as being accompanied by *Pirenella*, *Theodoxus*, *Hydrobia* and *Congeria*. And, after a thin unfossiliferous interval, it is the *Pitaria—Cardium—Hinia* (*Anadara*) association that takes over the lead. Next to follow there is again an unfossiliferous interval and eventually there follow alternating beds with *Cardium—Pirenella—Theodoxus*, *Congeria—Hydrobia—Melanopsis*, *Crassostrea* and *Pitaria—Cardium—Hinia* (*Anadara*). The footwall of Seam III/a is represented by a tuffaceous-argillaceous formation containing a very peculiar fauna (*Sanguinolaria labordei* being predominant).

Borehole Dgy. 367 went through similar fossil assemblages, the difference consisting here, by and large, in that the *Ostrea—Mytilus* fauna in the hanging wall of Seam IV is absent, and that of the *Pitaria—Hinia—Cardium* (*Anadara*) association is present instead.

#### *Intercalations between Seams III/a and III*

The sequence is constituted predominantly by nontuffaceous, clayey, sandy, silty beds. In this interval of borehole Dgy. 366, *Crassostrea*- and *Pitaria—Cardium—Hinia* (*Anadara*) associations appear.

#### *Intercalations between Seams III and II*

The sequence is composed overwhelmingly of (unfossiliferous) sands, silts and clayey silts, the fauna of these latter being characterized by *Crassostrea*- and *Cardium—Pirenella—Theodoxus*. Seams II and II/a are underlain by *Crassostrea*-bearing beds.

#### *Intercalations between Seams II—I/a—I*

Borehole Dgy. 367 cut, in this interval, overwhelmingly unfossiliferous sands and sandy clays, with a *Cardium—Pirenella* association in the hanging wall of Seam II.

In borehole Dgy. 366 the sandy beds are usually unfossiliferous, while the silty or, subordinately, sandy beds around the middle of the sequence turned out to contain an *Anadara* fauna. Above Seam I/a, in borehole Dgy. 366, an alternation of *Cardium—Pirenella—Theodoxus* and *Crassostrea* associations is characteristic.

#### *Beds overlying Seam I*

In the hanging wall of Seam I, silt- and sandy silt beds occur. Characteristically enough, a *Crassostrea* bed appears at a height of about 8 to 10 m above Seam I. Next to it, in borehole Dgy. 367, the overlying sand beds are completely unfossiliferous and, at 224 m, the last fossiliferous bed is indicated by fragments of *Crassostrea*.

In borehole Dgy. 366, the immediate overlying bed is characterized by an alternation of *Crassostrea* and *Cardium—Pirenella—Theodoxus* associations and, subsequently, a *Corbula—Anadara* association appears in the silty sequence of the higher overburden, between 143.0 and 115.0 m. Higher up the section, the rocks with the afore-mentioned assemblage alternate with unfossiliferous beds. From this interval of the borehole, only point samples were available to the author.

Borehole Dgy. 366 started in this sequence, whereas in borehole Dgy. 367 it is Sarmatian (rhyolite tuff) rocks that follow in the higher overlying sequence of the Salgótarján Brown-Coal Formation.



## Area 2: Tardona—Peres

The Tardona—Peres brown-coal deposit lies on the southwestern side of the E Borsod Basin.

### *Salgótarján Brown-Coal Formation*

Of the boreholes studied, T. 66, 69 and 72 were those which cut the formation. This includes supposedly five coal seams, but Seam I and, in a lot of cases, Seam II too are absent due to erosion, so that deeper members of the coal measures would be overlain by Badenian marine or Sarmatian deposits (Fig. 4b).

### *Intercalations between Seams V and IV*

The sequence is composed of alternating clays, silts, sandy silts and sands. The *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* association is most common in borehole sections T. 66 and T. 69, and a thin *Congeria*—*Hydrobia lumachelle* and, in the latter, an interbedding with *Pitaria*—*Cardium*—*Hinia* (*Anadara*) is also present. As opposed to the case of the two afore-mentioned boreholes, in the sandy silt beds underlying Seam IV in borehole T. 72, an *Anadara*—*Turritella* association was identified.

### *Intercalations between Seams IV and III/a—III*

The sequence is composed largely of unfossiliferous sand, clayey sand and sandy silt beds. In borehole T. 72, Seam IV is directly overlain by a *Congeria lumachelle*, and the sandy silt overlying this shows the return of the *Anadara*—*Turritella* association observed in, and thus known from, the footwall of Seam IV. At a height of about 15 m above the seam, first a *Zostera*—*Spirorbis* association and then a *Mytilus*—*Unio* fauna appear and, after 3 metres of unfossiliferous interval, it is again the *Pitaria*—*Cardium*—*Hinia* (*Anadara*) association that regains predominance for a long interval on. Above Seam IV, at a height of about 40 to 50 m from its surface, it is for the most part unfossiliferous sands that follow in all three boreholes. In T. 66, the footwall of Seam III/a is marked by the *Pitaria*—*Cardium*—*Hinia* (*Anadara*) association.

In borehole sections T. 72 and T. 69, Seam III/a is absent. Here, after the unfossiliferous interval—before the appearance of Seam III—, the occurrence or alternation of *Congeria*—*Hydrobia*—*Melanopsis*-, *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus*-, *Mytilus*—*Sanguinolaria*- and *Pitaria*—*Cardium*—*Hinia* associations is observable. The footwall of Seam III is represented, unlike the other cases, by sands with molluscan shell detritus or without fauna.

### *Intercalations between Seams III and II*

The sequence is composed of unfossiliferous sand (immediately underlying Seam II), silt and sandy silt beds. In borehole section T. 72, Seam III is directly overlain by a *Congeria lumachelle*, whereas in T. 66 and T. 69, after an alternation of *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* and *Crassostrea* associations, a *Pitaria*—*Cardium*—*Hinia* (*Anadara*) one makes its appearance.

### *Beds overlying Seam II*

Our two point samples taken from the silt and sandy silt beds of the sequence do not enable the delineation of the upper formation boundary. Both samples are composed of silt, with the presence of a *Corbula*—*Anadara* association being conspicuous.

## Area 3: Felsőnyárad—Sajóalgóc

The Felsőnyárad—Sajóalgóc area is situated in the northwestern part of the E Borsod Basin, occupying the vicinities of Jákfalva, Felsőnyárad, Kurittyán and Ormosbánya. In the studied borehole sections (Jf. 55, Ku. 630, 631, Ob. 322, 323), the brown-coal measures complex is represented only by Seams V and IV. It was in conjunction with this area that the fauna from boreholes Sajóalgóc 10 and 22 was studied (Fig. 4c).

### *Gyulakeszi Rhyolite Tuff Formation*

Redeposited tuffaceous, sandy and argillaceous rocks traceable in comparatively great extension and thickness in the Feketevölgy area have been assigned to the Gyulakeszi Rhyolite Tuff Formation.

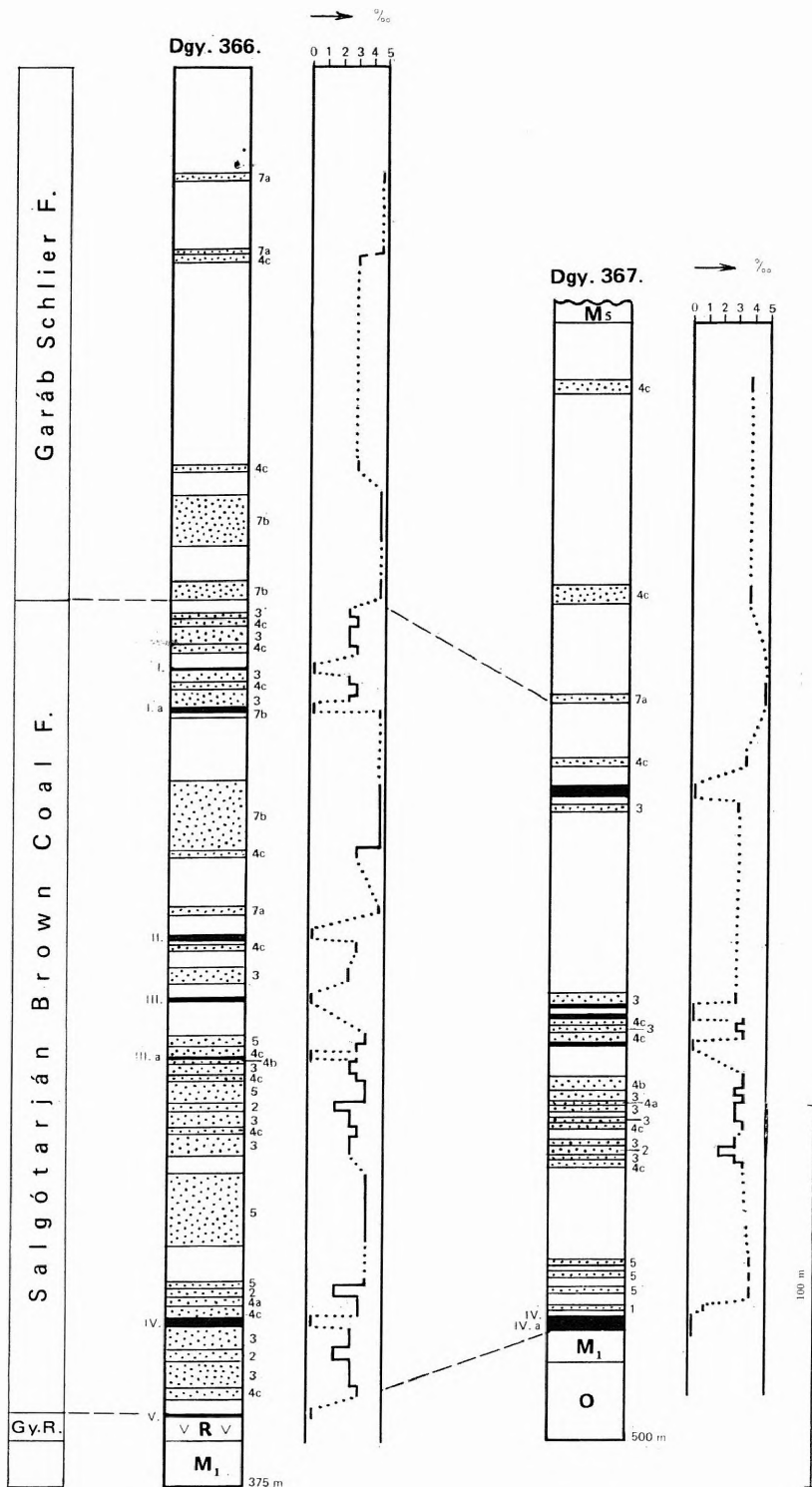


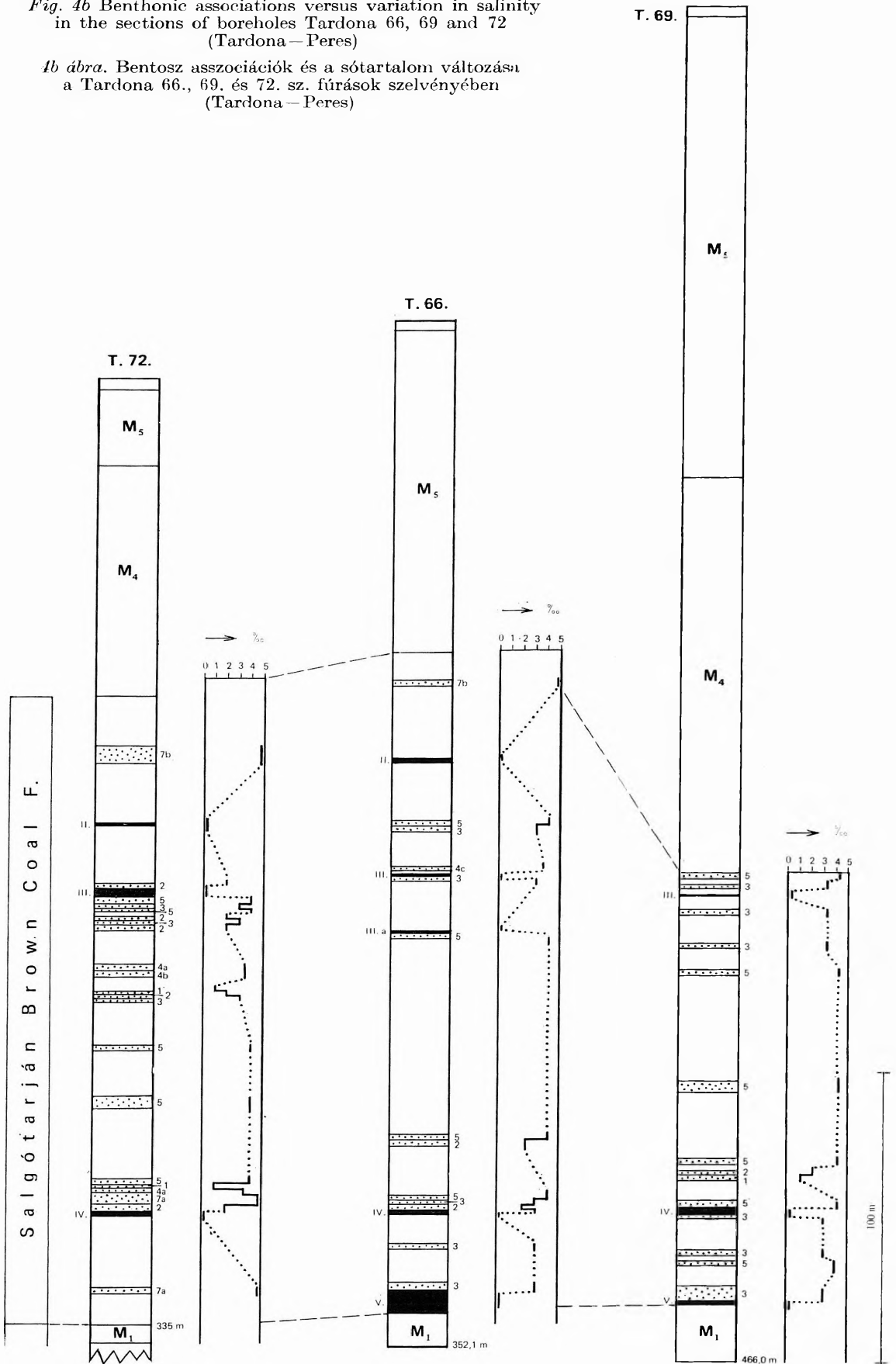
Fig. 4a Benthonic associations versus variation in salinity in the sections of boreholes Diósgyőr 366 and 367 (Újdiósgyőr-Forrásvölgy)

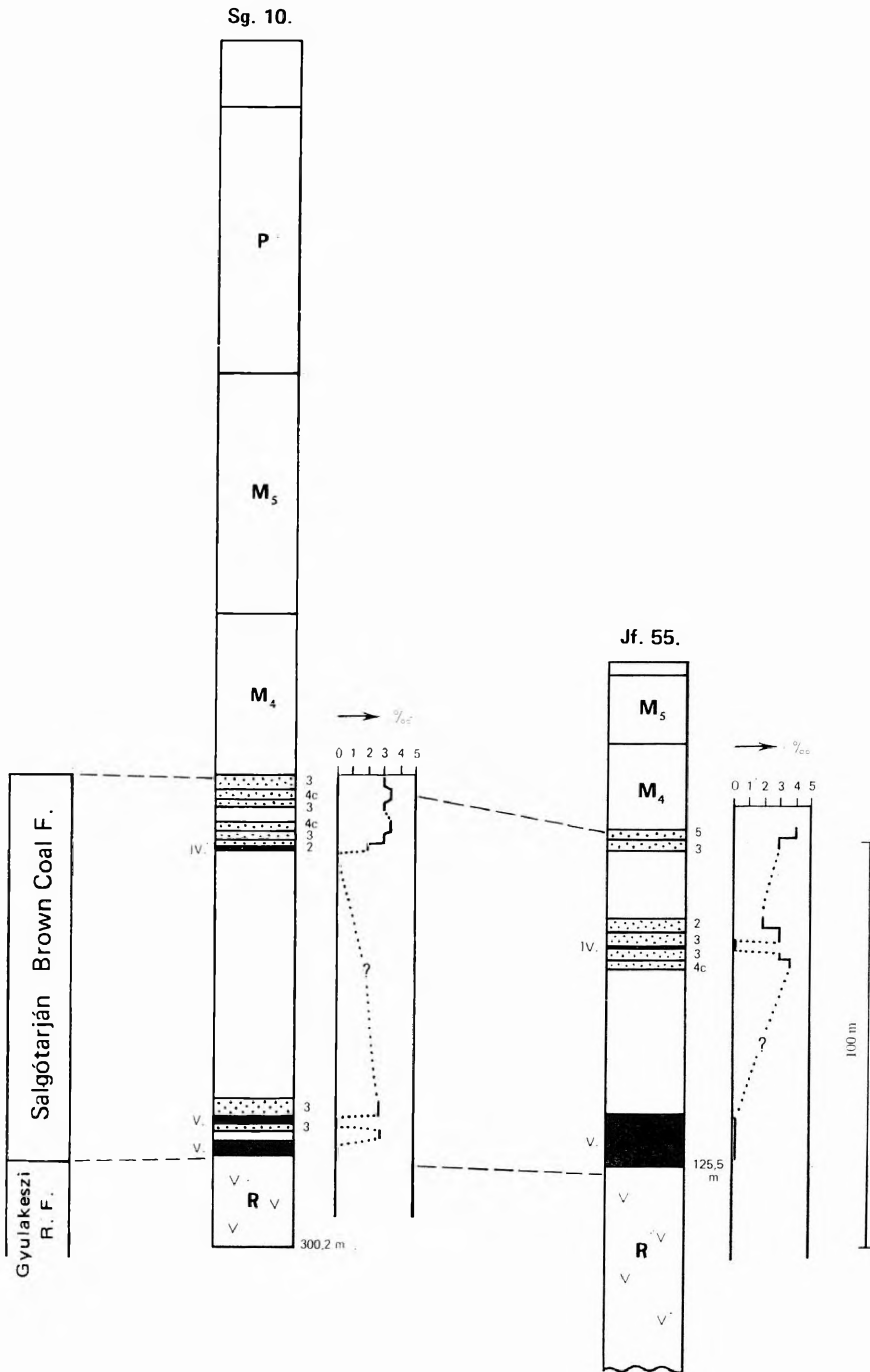
Fossiliferous beds: 1. Brotia—Unio, 2. Congeria—Hydrobia—Melanopsis, 3. Cardium—Pirenella—Theodoxus, 4a Mytilus association, 4b Sanguinolaria association, 4c Crassostrea association, 5. Pitaria—Cardium—Hinia (Anadara), 6. Zostera—Spirorbis, 7a Anadara—Turritella, 7b Corbulia—Anadara, 7c Solenocurtus—Thracia—Pitaria. Unfossiliferous beds: H=Holocene, P=Pannonian, M<sub>5</sub>=Sarmatian, M<sub>4</sub>=Badenian, R=Ottngian (Lower Rhyolite Tuff), M<sub>1</sub>=Eggenburgian, O=Oligocene. Salinity (‰): 1. freshwater (0.5), 2. oligohaline (0.5—3.0), 3. mesohaline (3.0—16.5), 4. polyhaline (16.5—30.0), 5. marine (>30.0) (O=coal seam)

4a ábra. Bentsz asszociációk és a sótartalom változása a Diósgyőr 366. és 367. sz. fúrások szelvényében (Újdiósgyőr-Forrásvölgy)

Fig. 4b Benthonic associations versus variation in salinity in the sections of boreholes Tardona 66, 69 and 72 (Tardona—Peres)

4b ábra. Bentosz asszociációk és a sótartalom változása a Tardona 66., 69. és 72. sz. fúrások szelvényében (Tardona—Peres)





*Fig. 4c* Benthonic associations versus variation in salinity in the sections of boreholes Sajógalgóc 10 and Jákfalva 55 (Felsőnyárád – Sajógalgóc)

*4c ábra.* Bentosz asszociációk és a sótartalom változása a Sajógalgóc 10. és a Jákfalva 55. sz. fúrások szelvényében (Felsőnyárád – Sajógalgóc)

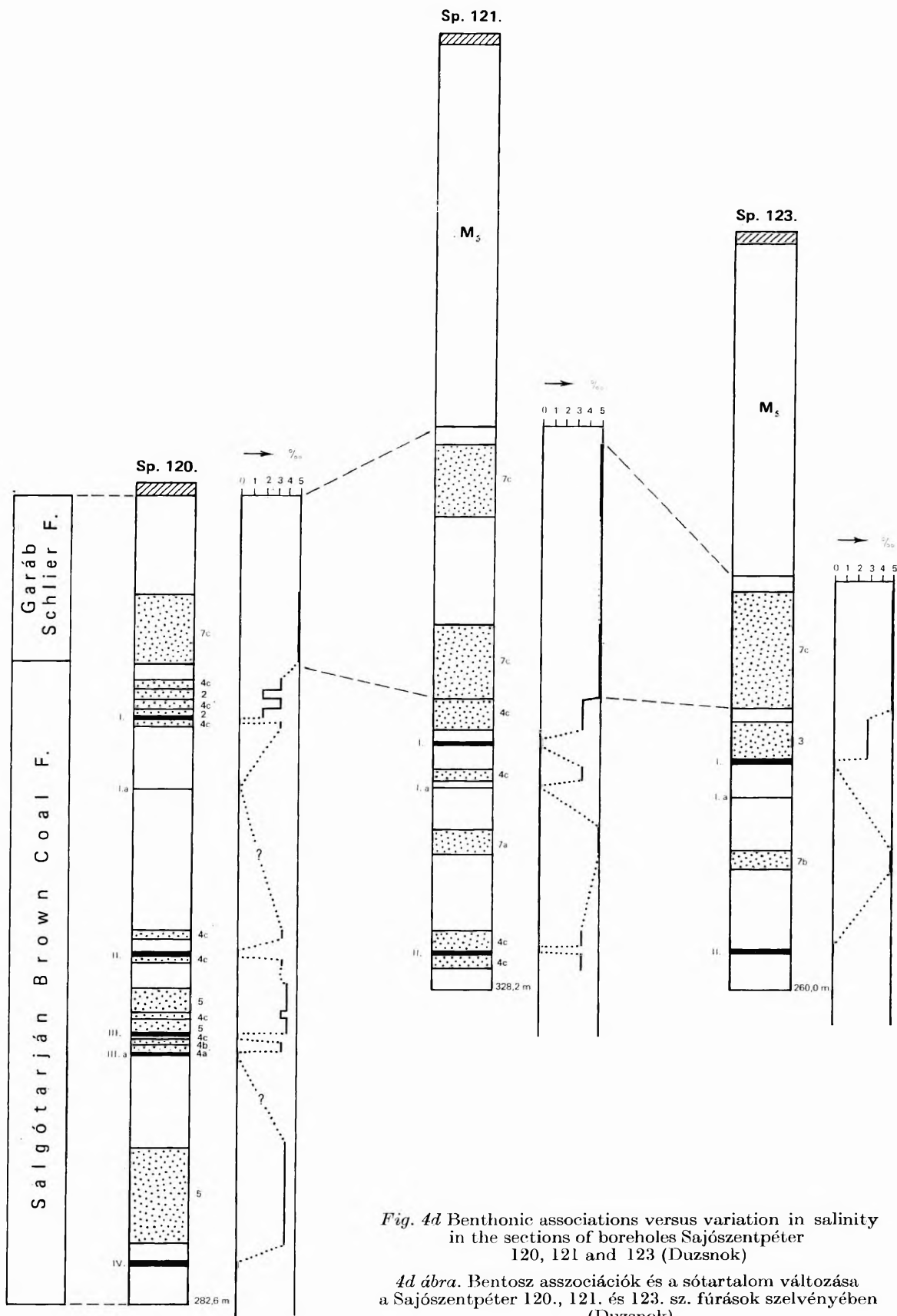


Fig. 4d Benthonic associations versus variation in salinity in the sections of boreholes Sajószentpéter 120, 121 and 123 (Duzsnok)

4d ábra. Bentosz asszociációk és a sótartalom változása a Sajószentpéter 120., 121. és 123. sz. fúrások szelvényében (Duzsnok)

*Salgótarján Brown-Coal Formation**Intercalations between Seams V and IV*

The immediate hanging wall of Seam V is constituted partly by unfossiliferous sands, partly by silts with a *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* association. At about 5 m beneath Seam IV there is an *Ostrea* bed and also *Congeria*-bearing beds appear.

*Sequence overlying Seam IV*

Seam IV is immediately overlain partly by *Congeria lumachelle*, partly by beds with *Crassostrea* and *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* associations. Higher up the section, this latter becomes predominant. In samples from borehole Jf. 55, the presence of a *Pitaria*—*Cardium*—*Hinia* (*Anadara*) association can be observed too.

**Area 4: Duzsnok (Sajószentpéter)**

The Duzsnok (Sajószentpéter) area lies on the NNE margin of the E Borsod Basin, north of the village Sajószentpéter. Of the boreholes studied by the writer, only Sp. 120 did intersect 4 seams or, respectively, penetrate into the beds underlying Seam IV. The rest of the boreholes stopped in the barren rock underlying Seam II (Fig. 4d).

For a comparison, the results obtained by the study of boreholes Sp. 110, 112 and 113 have been used for getting familiar with the beds underlying Seam IV.

*Salgótarján Brown-Coal Formation*

On evidence of the drilled sections referred to above, the Salgótarján Brown-Coal Formation in the Duzsnok area is represented by a five-seam coal measures complex.

*Intercalations between Seams V and IV*

The data available on the barren-rock-interval between Seams V and IV are scant. It is presumably *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* and *Crassostrea* associations that alternate and, in addition, *Congeria*-bearing beds, from borehole Sp. 112, are recorded too. As evidenced by borehole Sp. 120, no molluscs are found in the sandy sequence about 13 m thick with some redeposited tuff material underlying Seam IV, i.e. the tuffaceous clays in the interval of 281.8 to 282.6 m (hole bottom), contains only poorly preserved *Turritella* remains.

*Intercalations between Seams IV—III/a—III*

Borehole Sp. 120 intersected the sequence in question between 267.4 and 189.3 m as composed overwhelmingly of alternating fine-sandy silt, silt and sand beds. The mostly silty beds immediately overlying Seam IV bear a poor fauna represented, almost exclusively, by—very frequently in an autochthonous position—specimens of *Cardium sociale* and *Pitaria islandicoides*. In the silty intervals it is *Cardium*, in the more sandy beds it is *Pitaria* that predominate, being seldom accompanied by *Hinia* sp.

Higher up in the section, unfossiliferous strata occur or even prevail. It is these that constitute the footwall of Seam III/a, being represented by sands, sandy clays and sandstones with evidence of slumping or, less frequently, with ichnofossils of Y-shape.

In the clay intercalation between Seams III/a and III, *Crassostrea*, *Mytilus* and *Sanguinolaria* embedded para-autochthonously was encountered.

The silts directly underlying Seam III contain a mixed and fragmentary fauna (*Pirenella*, *Theodoxus*, *Nucula*).

*Intercalations between Seams III and II*

The alternating clayey, silty and sandy beds overlying Seam III are characterized by the predominance of *Cardium* and *Pitaria*. The difference from the type between III and IV consists in that its associated fauna is richer (*Corbula*, *Spissula*, *Tellina*, *Nucula*, etc.).

At a vertical distance of 2 m above Seam III there are interbeds containing *Crassostrea* shells washed together, but undergone hardly any transport. The silty beds overlying the *Crassostrea*-bearing intercalations abound with allochthonous, complete or incomplete *Congeria*- and juvenile *Ostrea* valves.

*Intercalations between Seams II, I/a and I*

In boreholes Sp. 120 and 121, Seam II is overlain by a *Crassostrea* bed, while in borehole Sp. 123 the hanging wall is represented by silts with ichnofossils.

The total thickness of the intercalations is rather constant (50–60 m). They are composed of silts and fine sands mostly with ichnofossils, the intervals devoid of molluscs being rather frequent. The silty clay beds appearing in about the middle of the sequence (in a thickness of about 4–5 m) contain an autochthonous fossil assemblage characterized by the predominance of deposit feeder elements.

Seam I/a is underlain, as a rule, by unfossiliferous silts, except for borehole Sp. 123, where the footwall is represented by a sandy layer with fragments of *Pitaria*, *Crassostrea* and *Anadara* shells. The interbeddings between Seams I/a and I are usually unfossiliferous. Seam I is underlain by a *Crassostrea* bed (boreholes Sp. 120, 121).

*Beds overlying Seam I*

The silts overlying Seam I have yielded a *Congeria*–*Hydrobia*–*Melanopsis*- (borehole Sp. 120) and a *Crassostrea* assemblage (borehole Sp. 120, 121), the sandy sequence has been observed to contain a *Cardium*–*Pirenella*–*Theodoxus* fauna.

After an unfossiliferous interval of about 1 m thickness there are silts from which a *Congeria*–*Melanopsis*–*Hydrobia* association has become known, overlain by sands with *Cardium*–*Pirenella*–*Theodoxus*. At about 10 to 15 m above Seam I, or, respectively, above the appearance of the *Cardium*–*Pirenella*–*Theodoxus* and *Crassostrea* associations, after an unfossiliferous interval of 5 to 10 m, it is sands of varying grain size with small pebbles that follow, grading upwards into silts affected by slumping and containing ichnofossils and a peculiar Mollusca fauna.

Characterized by the predominance of *Solenocurtus antiquatus vindobonensis*, *Thracia ventricosa*, *Pitaria islandicoides elongata* and *Lutraria*—very often in an autochthonous position—the aforementioned fossil assemblage shows the most striking abundance in the silty beds overlying Seam I.

The enclosing beds are traceable over a large distance, in a thickness of 20 to 80 m (borehole Sp. 121) in the study area, belonging presumably already to the Garáb Schlier Formation.

## II. PALEOECOLOGICAL EVALUATION

In the Miocene, Eggenburgian to Sarmatian beds of the Eastern Borsod Basin, a total of 18 megafossil assemblages have been distinguished (Fig. 5). The dominance relations of the species have been used to define these assemblages. For monitoring the ecological requirements of the associations, we used the isocoenosis method (THORSON 1957, BÁLDI 1973b). In addition, the results of modern

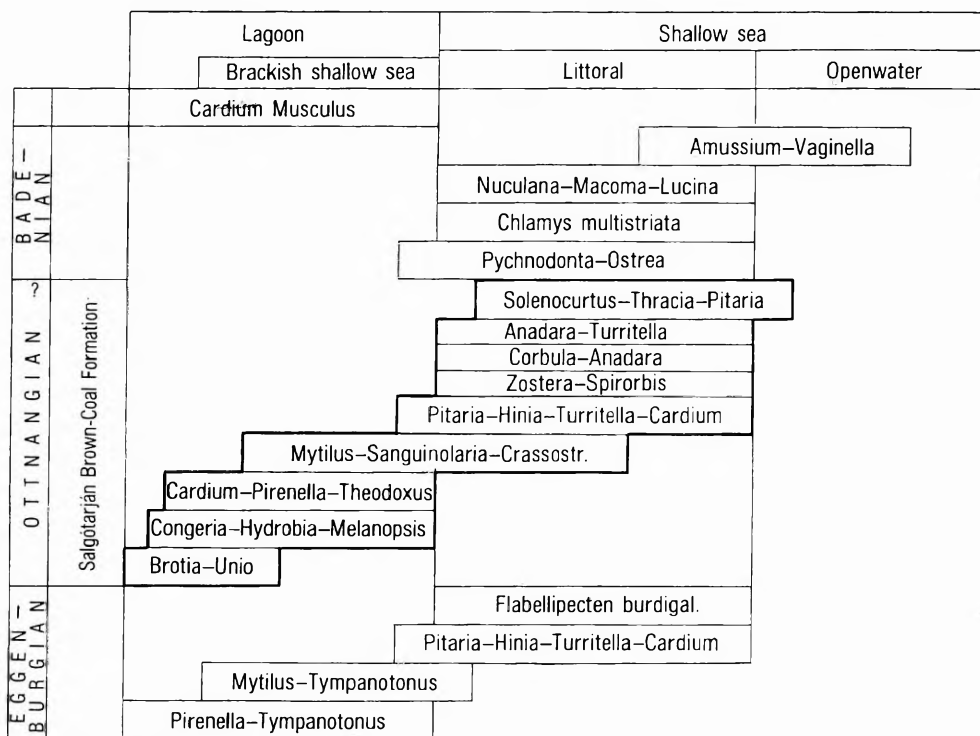


Fig. 5. Miocene faunal associations from the Eastern Borsod Basin. The items given in fatter frame represent benthonic associations described in the present study

5. ábra. A kelet-borsodi medence miocén faunaasszociációi. A vastagabb keret az e tanulmányban leírt bentosz asszociációkat jelzi

marine-biological research and of the ecological analyses of fossil paleocoenoses, with particular emphasis on bay-, lagoon- and estuarium environments (see list of references), have been taken into account. Special attention has been paid to the sedimentological features of the enclosing rock and to the biostratinomical phenomena involved (preservation, mode of embedding, orientation of shells with special regard for the life position, sorting by size, encrusters, borers, etc.).



### Salgótarján Brown-Coal Formation: paleoecological description of the benthonic Mollusca associations

In the E Borsod Basin, the Salgótarján Brown-Coal Formation is represented largely by silty sands and, subordinately, by clay beds. Seven benthonic Mollusca associations have been distinguished (Fig. 6). In our brief description of the particular associations, we draw only final paleoecological conclusions, refraining from a detailed comparative analysis of the modern or fossil biocoenoses as this would have passed beyond the frame of this paper (for details, see BOHN-HAVAS 1983). The evaluation of the author's own results has been complemented with data concerning the *Zostera*—*Bryozoa*—*Spirorbis* biocoenosis (GY. RADÓCZ 1974) and, in addition, a short review of the *Solenocurtus*—*Thracia*—*Pitaria* association known from the Salgótarján Brown-Coal Formation has been appended.

#### *Brotia*—*Unio* association

Characteristic species: *Brotia escheri*, *Unio borsodensis*, *Anodonta* sp., accompanied by *Helix* sp., *Viviparus* sp., and *Congeria* sp.

Enclosing rock: Huminitic, coal-bearing clay.

Mode of embedding: Para-autochthonous, the *Unio* shells being accumulated in nacreous, bivalved form.

Most frequent occurrence: In the upper, huminitic, coal-bearing clays interbedded with the coal seams.

Description: An assemblage of epifauna character, of suspension-feeding predominance, distributed over a rather small area, its optimum habitat having been probably a shallow-water, nonagitated lagoon of oscillating salinity (not higher than oligohaline), rich in huminite, with a lush vegetation, on the way of transformation into a swamp.

#### *Congeria*—*Hydrobia*—*Melanopsis* association

Characteristic species: *Congeria* ex gr. *clavaeformis*, *C. amygdaloides*, *C. basteroti*, *Hydrobia frauenfeldi*, *Melanopsis impressa monregalensis*, *Cardium edule arcella*, *Theodoxus pictus*, *Unio* sp.

Enclosing rock: Clay, clayey silt, silt.

Mode of embedding: Allochthonous with traces suggestive of a short transport. Sorted and winnowed lumachelles are common. Complete, coloured valves, convex on the top, of *Congeria*, most frequently *Congeria* ex gr. *clavaeformis*, may form a lumachelle up to 30 cm thick. *Hydrobia* shells are accumulated in thin, 1 to 2 mm layers.

Most frequent occurrence: In the vicinity of coal seams, in the hanging wall of the seams, in form of lumachelles forming a "key horizon", less frequently, in the intercalations between the coal seams, being accompanied, in these cases, by *Crassostrea*- or *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* associations.

Description: Epifaunal, suspension-feeding structura with an occasionally striking number of browser elements, with frequent transitions to the *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* association. The optimum of the habitat for the association seems to have been represented by a shallow, oxygen-rich, agitated-water tract of unstable salinity (oligohaline) of a lagoon with a lush vegetation, where the effect of freshwater recharge was still strongly being felt.

#### *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* association

Characteristic species: *Cardium edule arcella*, *C. sociale*, *Pirenella borsodensis*, *P. moravica*, *Theodoxus pictus*, *Congeria clavaeformis*, *C. amygdaloides*, *Hydrobia* sp., *Theodoxus* aff. *cyrtocelis*, *Brachyodontes* sp., *Calliostoma* sp., accompanied by fish remains.

Enclosing rock: Silt and silty fine sand.

Mode of embedding: Generally allochthonous.

Most frequent occurrence: In the footwall of the seams or in the interbeddings, in alternation with *Congeria*- and *Crassostrea* assemblages. This is the most common and most typical association of the Salgótarján Brown-Coal Formation.

Description: Assemblage of epifauna character. Dominated by browser suspension-feeding forms, the association often shows a mixing with *Congeria*-, *Crassostrea*- and *Mytilus* assemblages. The association in question may have lived in a shallow-water, oxygen-rich, agitated environment of unstable salinity, though mostly mesohaline (9—16.5‰), with a bottom overgrown with seaweeds, on the leeward (lagoon-facing) side of the *Crassostrea* bars that were extending along the shoreline.

#### *Crassostrea* association

Characteristic species: *Crassostrea gryphoides*, *Ostrea* sp. (of small size), *Cardium edule arcella*, *Brachyodontes* sp., *Mytilus haidingeri*, *Pirenella moravica*, *Theodoxus pictus*, *Hydrobia* sp.

Enclosing rock: Silt, sand.

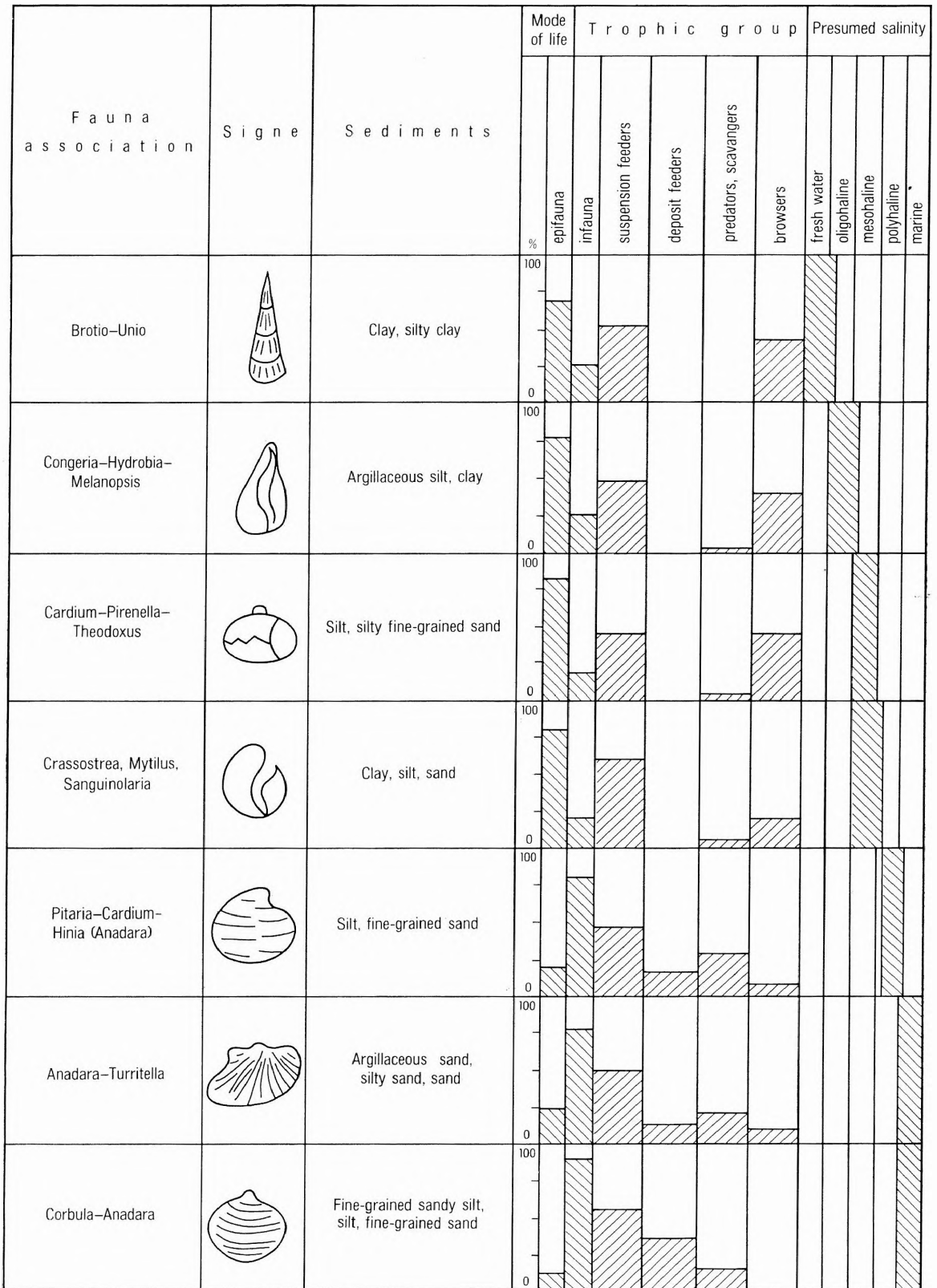


Fig. 6. Combined ecological characterization of the megafossil associations of the Salgótarján Brown-Coal Formation

6. ábra. A Salgótarjáni Barnaköszén Formáció makrofauna asszociációjának összevont ökológiai jellemzése

Mode of embedding: In situ in frequent cases, with *Crassostrea* valves preserved in life position, suggesting a rapid burial.

Most frequent occurrence: In the over- and underlying beds quite close to the coal seams and in the country rock, accompanied, in rare cases, by a *Congeria* assemblage, more frequently, by a *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* association.

*Mytilus* — *Sanguinolaria* association

Characteristic species: *Mytilus haidingeri*, *Sanguinolaria labordei*, *Brachyodontes* sp., *Modiolus* sp., *Ostrea* sp., *Pirenella moravica*, *Theodoxus pictus*, *Calyptra chinensis*.

Enclosing rock: Clay, clayey silt.

Mode of embedding: Para-autochthonous in the vicinity of Seams III and III/a, allochthonous elsewhere.

Most frequent occurrence: Associated with Seams III and III/a.

Description: Association of epifauna type, dominated by suspension-feeders, indicative of a shallow-sublittoral environment of agitated waters of fluctuating salinity (meso- to polyhaline) with a muddy to fine-sandy bottom.

*Pitaria* — *Hinia* — *Cardium* (*Anadara*) association

Characteristic species: *Pitaria islandicoides grundensis*, *P. islandicoides elongata*, *Hinia edlaueri*, *H. hörnesi*, *Dorsanum ternodosum*, *Cardium edule arcella*, *Anadara diluvii*, *Spissula subtruncata triangula*, *Gastrana fragilis*.

Enclosing rock: Silt, fine sand.

Mode of embedding: Often autochthonous, with valves of *Pitaria*, *Cardium*, and *Gastrana* preserved in life position.

Most frequent occurrence: Far away from the seams in the country rock. This is the second most widely traceable association from the Salgótarján Brown-Coal Formation.

Description: Infauna type, dominated by suspension-feeders suggesting a shallow-sublittoral environment with agitated polyhaline (about 30‰) waters of proper O<sub>2</sub> supply (15—30 m deep).

*Anadara* — *Turritella* association

Characteristic species: *Anadara diluvii*, *Turritella* ex gr. *aquitaniensis*, *T. eryna*, *Hinia hörnesi*, *Myrtea spinifera*, *Nuculana fragilis*.

Enclosing rock: Clayey sand, silty sand, sand.

Mode of embedding: Most frequently allochthonous, with traces indicative of a short transport, in rare cases para-autochthonous, *Anadara* preserved with open double valves.

Most frequent occurrence: Far away from the coal seams, in the country rock.

Description: Association of infauna character, dominated by suspension-feeders with frequent transitions towards the *Anadara*—*Turritella* association suggesting a shallow-sublittoral (20—30 m), sea-current-agitated environment of normal salinity with a sandy, silty bottom.

*Corbula* — *Anadara* association

Characteristic species: *Corbula gibba*, *Corbula* sp., *Anadara diluvii*, *A. turonensis*, *Myrtea spinifera*, *Macona elliptica otnangensis*, *Mitraefusus otnangensis*.

Enclosing rock: Fine-sandy silt, silt.

Mode of embedding: Most frequently allochthonous with traces suggesting a short-distance transport, sometimes with accumulation of selected *Anadara* or *Corbula* valves in an upward-convex position.

Most frequent occurrence: Far away from the coal seams, in the country rock.

Description: Association of infauna type dominated by suspension-feeders with frequent transitions towards the *Anadara*—*Turritella* association. The bottom must have been relatively rich in nutrients, as suggested by the increase in number of deposit-feeders. The total absence of browser elements is conspicuous. The association is suggestive of a nearshore, shallow-sublittoral (about 30 m) environment with a water of normal salinity, periodically agitated by sea currents.

### Spatial relations of biofacies

As indicated by the ecological analyses of the seven benthonic Mollusca association distinguished within the Salgótarján Brown-Coal Formation, it is salinity and substratum quality that are factors controlling the lateral ranges of the associations i.e. their distribution by habitat.

Being familiar with the ecological characteristics, we have attempted to reconstruct the generalized spatial distribution pattern of the associations. In doing so, we considered basically the lateral

distribution variants, association-relations and mixing trends observed in the individual exploration areas and we compared the resulting pattern (Fig. 7) with the extension regularities of modern facies and biocoenoses characterized by similar geographical and ecological features.

As shown by the results, the associations under consideration may have lived partly in a near-shore shallow-water environment, partly in a brackish-water lagoonal environment adjacent to a marine sedimentary basin.

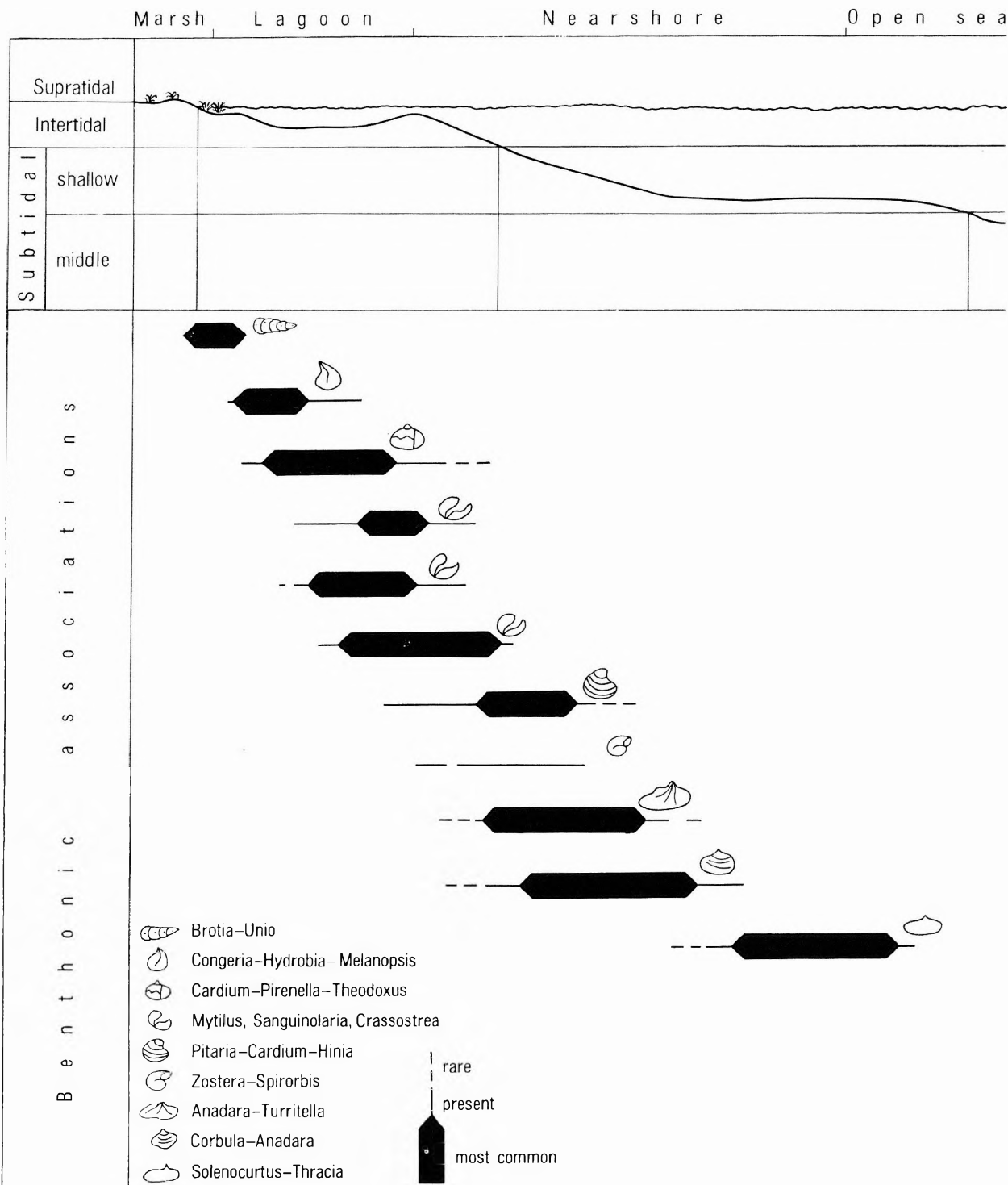


Fig. 7. Distribution of benthonic associations by habitats  
 7. ábra. A bentosz asszociációk élettér szerinti elterjedése

Proceeding offshore, the following intertonguing biofacies zones can be distinguished (Fig. 8):

- A freshwater to oligohaline lagoon, marshy, coastal, tidal zone of argillaceous facies characterized by the *Brotia*—*Unio* association.
- A more protected lagoonal environment of varying salinity (oligohaline to mesohaline), with a clayey to silty bottom, where the diluting effect of the rivers is felt even more strongly. Predominant association: *Congerina*—*Hydrobia*—*Melanopsis*.
- The largest stretch of lagoon, a few metres deep, of varying salinity (not lower than mesohaline), with a silty bottom, dominated by the *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* association.
- A near-shore, shallow-water or lagoonal environment, heavily agitated and of varying salinity (mesohaline to polyhaline), characterized by the appearance of *Mytilus*—*Crassostrea* associations (biostrome).

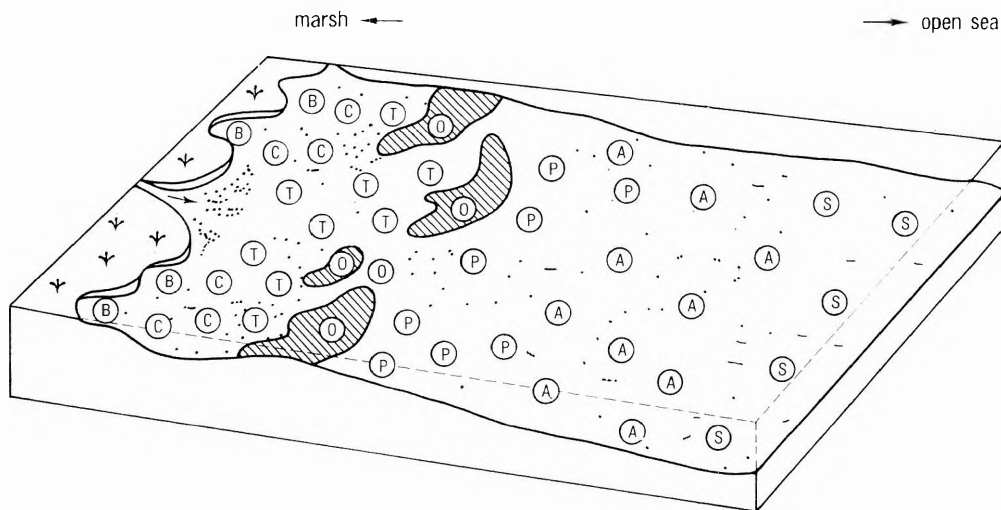


Fig. 8. A schematic reconstruction of paleoenvironment upon the distribution of faunal associations

B = *Brotia*—*Unio*, C = *Congerina*—*Hydrobia*—*Melanopsis*, T = *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus*, O = *Mytilus*—*Crassostrea*, P = *Pitaria*—*Cardium*—*Hinia* (*Anadara*), A = *Anadara*—*Turritella* (*Corbula*—*Anadara*), S = *Solenocurtus*—*Thracia*—*Pitaria*

8. ábra. Vázlatos őskörnyezeti rekonstrukció

— A shallow sublittoral (15–30 m) environment of varying salinity (polyhaline to marine), agitated by sea currents, having a silty fine-sandy bottom and characterized by the abundance of the *Cardium*—*Hinia*—*Pitaria* association.

— A near-shore, shallow sublittoral (30–60 m) zone with a sea-current-agitated water of normal salinity and a silty bottom, characterized by *Anadara*—*Turritella* and *Corbula*—*Anadara* associations.

### Biofacies variations in space and time in the E Borsod Basin

Traceable quite clearly upon the variation or alternation trends of the association involved, the shifts in space and time of the biofacies zones are of cyclic character and testify to frequent, positive to negative shifts of the shoreline. During the birth of the Salgótarján Brown-Coal Formation the filling of the marginal lagoons with sediment and their transformation into a paralic swamp and then, with the progress of transgression, the re-establishment of lagoonal or littoral, shallow-water regimes repeated themselves several times. It is to this cyclic development that the formation owes its diversified sequence.

In the Újdiósgyőr-Forrásvölgy area, after littoral, shallow-water lagoonal conditions in Eggenburgian time, the “Lower Rhyolite Tuff” was settled in a terrestrial, limnic or oligohaline environment. At the time of formation of the Vth Seam, an uneven tuff surface constituted the terrain. As a consequence of this, the seam was very often formed only in the deeper parts.

As a result of the subsidence that followed the birth of Seam V, the whole area submerged and lagoonal environmental conditions took the upper hand, with the predominance of a *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* association, accompanied by *Crassostrea* beds. With the decline of the rate of subsidence a new cycle of swamp development set in, embracing the whole area and resulting in the rise of Seam IV.

An initial slow subsidence trend marking the end of the formation of the seam is suggested by the appearance of a *Brotia* faunal assemblage in the carbonaceous clay interbeddings of upper part of the seam for which a strongly brackish-water lagoonal environment should be postulated. Next to follow there is a *Crassostrea* association and eventually littoral, shallow-water conditions are verified as predominant for a rather long span of time, upon the predominance of the *Pitaria*—*Hinia*—*Cardium* association.

During the differential movements responsible for the formation of the younger coal seams, frequent alternations of swamp-, lagoonal and marine environments may have existed several times. Associated with Seams III and III/a, the *Mytilus*—*Sanguinolaria* association appears in this area, too.

Prior to the birth of Seam I, nearshore, shallow-sublittoral conditions gained predominance being characterized by the predominance of a *Corbula*—*Anadara* association.

With the completion of the swamp development cycle of Seam I, the study area witnessed the re-establishment of littoral shallow-water conditions with the appearance, in the initial stage, of *Crassostrea* beds that are later to be replaced definitively by the *Anadara*—*Corbula* association.

In the Tardona—Peres area, the brown-coal measures complex rests transgressively on the SSE marginal basement of the subbasin, whereas in the NNW subareas the coal measures group is underlain by the so-called "Amussium-bearing schlier" and the "glauconitic sandstone". The Mollusca fauna of these latter formations was studied by T. BÁLDI (in BÁLDI—RADÓCZ 1971).

The initial Ottnangian eruption of acidic tuffs is represented only in traces in the study area. Introducing the slow Ottnangian transgression, the first transformation of the area into swamps is witnessed by the formation of Seam V. The irregular configuration of its extension boundary was determined by the diversified topography. The swamp of Seam V reached its largest southward extent in the central part of the area (boreholes T. 66 and 69), while in the SSW part the terrestrial regime persisted. After the formation of the seam the whole area submerged, and lagoonal or near-shore, shallow-water conditions prevailed, as evidenced by the *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus*, *Congeria*—*Hydrobia*—*Melanopsis* or *Cardium*—*Pitaria*—*Hinia* and *Turritella*—*Anadara* associations.

Eventually, as a result of the slowing down of the subsidence, a new cycle of swamp development set in, encompassing the whole area. After the birth of Seam IV the initial lagoonal environment was replaced, for a rather long span of time, by nearshore, shallow-water conditions, as indicated by the appearance of *Pitaria*—*Hinia*—*Cardium* and *Turritella*—*Anadara* associations.

Prior to the time of formation of Seam III, the lagoonal regime was re-established and the peculiar *Mytilus*—*Sanguinolaria* association appeared too.

After this swamp development cycle, it was again the lagoonal regime that was established, as indicated by *Congeria*—*Hydrobia*—*Melanopsis* and *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* associations, accompanied by *Crassostrea*. With the progress of transgression, however, littoral shallow-water conditions gained predominance.

As a result of the Styrian orogeny, the area emerged and, as a consequence of this, the higher parts of the brown-coal measures were eroded. So Seam II is overlain by littoral to more openwater neritic beds of the Badenian transgression containing *Macoma*—*Lucina* and *Amussium*—*Pteropoda* (*Vaginella*) associations.

In the Felsőnyárád—Sajógalgóc area, the Eggenburgian begins with the sedimentary sequence of a slow transgression, overlying the Paleozoic basement. All the boreholes studied by the author cut this formation in varying thickness. The Felsőnyárád Formation is found in depressions of varying size within the relatively elevated basement belt connecting the Uppony and Szendrő Mountains (GY. RADÓCZ 1973).

The initial limnic coal measures, as traversed in the boreholes studied by the author, contained no fossils, but the frequency of beds with siderite nodules (beds under- and overlying Seam VI) indicative of the swamp facies was conspicuous.

In the higher beds overlying the coal measures, however, already a typical brackish-water fauna was observed. *Mytilus*- and *Pirenella* associations alternated with each other, suggesting minor shifts of the shoreline. The *Mytilus aquitanicus* communities indicate the more agitated, more sandy parts of the beach, while the *Tympanotonus*—*Pirenella* communities are more in favour of a muddy beach environment overgrown with seaweeds (T. BÁLDI 1973b). With the progress of transgression there appear various types of Mollusca assemblages that are quite peculiar, being characterized by the predominance of *Pitaria* and *Turritella* or *Flabellipecten*, testifying quite clearly to the establishment of a shallow-sublittoral (15–30 m) marine environment of normal salinity. These formations are traceable over large areas.

The Eggenburgian sedimentation was followed by erosion and thereafter the "Lower Rhyolite Tuff" sequence was formed, overlain, in turn, already by the coal measures produced by the Ottnangian oscillations (Salgótarján Brown-Coal Formation). At the beginning of the cycle, littoral, brackish-water, lagoonal sedimentation prevailed (*Congeria*—*Hydrobia*—*Melanopsis* and *Crassostrea* associa-

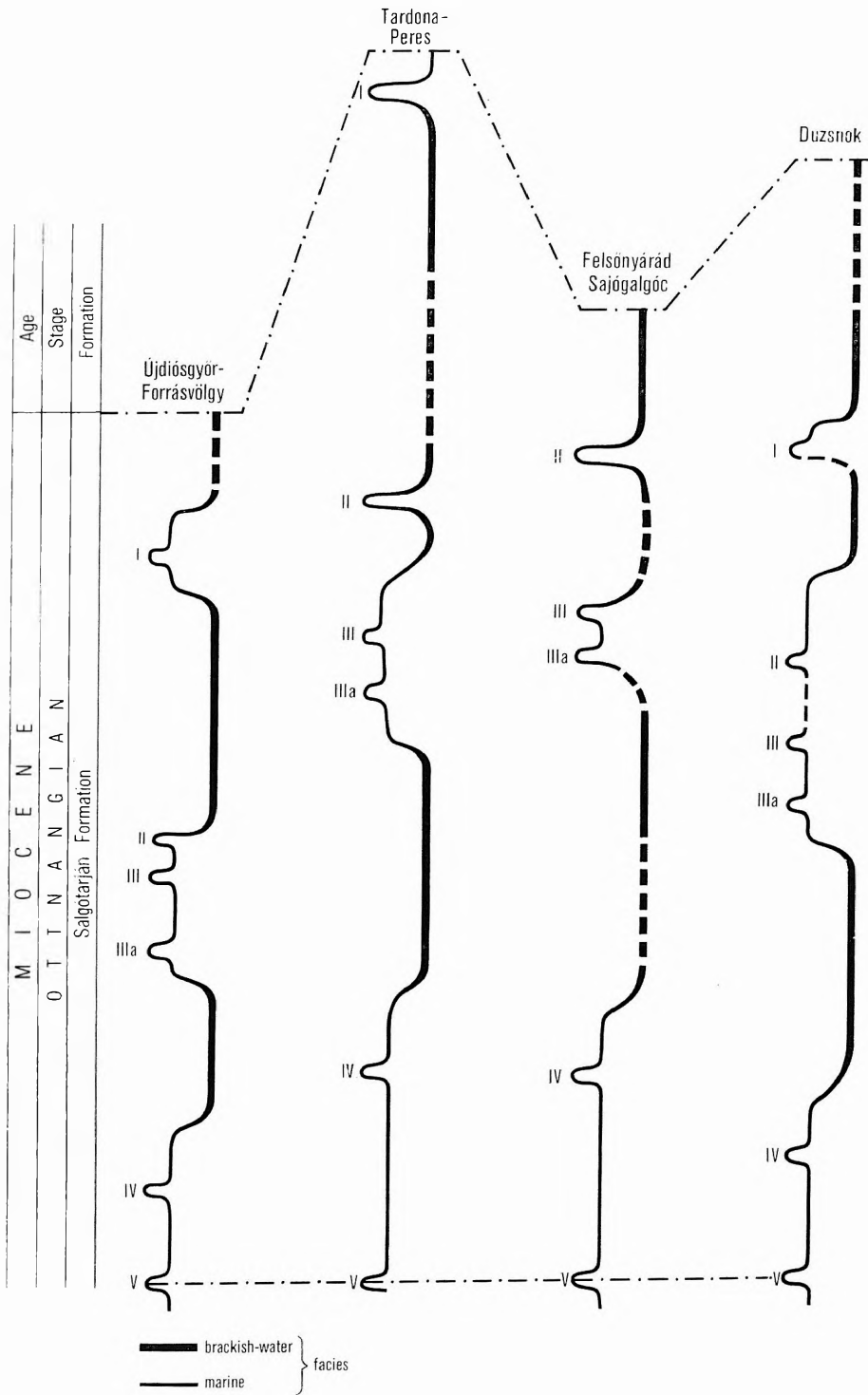


Fig. 9. Comparative facies diagram of exploration areas  
 9. ábra. A kutatási területek összehasonlító fáciesdiagramja

tions), but in the higher parts of the sequence, benthonic Mollusca assemblages indicative of normal-saline nearshore environments [Pitaria—Hinia—Cardium (Anadara)] also appear. In the studied boreholes, however, the beds of faunal assemblages concomitant of a full-scale transgression typical of the higher parts of the Ottnangian are absent (e.g. the Anadara—Corbula association).

Let us note that GY. RADÓCZ (1964), in describing the general geological column of the study area, registered the changes in the fauna too. Complementing my own data, I should like to quote two important data of RADÓCZ. He indicates the presence of the Corbula—Anadara association in the silt sequence intercalated between Seams III/a and IV. Furthermore, he quotes a Sanguinolaria—Mytilus association from the clays underlying Seam III/a.

In the Duzsnok—Sajószentpéter area the Salgótarján Brown-Coal Formation overlies, quite unconformably, the basement. The basal beds of the formation and the formations posterior to Seam V have not been analyzed for megafossils. So, referring only to the data of drilling records, we may suppose that, immediately prior to the birth of Seam IV, lagoonal circumstances prevailed in the study area. Although the sample taken from the 282.6 to 281.8 m interval of borehole Sp. 120 suggests a littoral shallow-water environment, a question like this cannot be settled upon the testimony of one single sample.

Assigned to the Pitaria—Cardium—Hinia (Anadara) association, the fauna appearing in the hanging wall of Seam IV shows some deviation from the earlier outlined association picture (the main difference consisting in its being featureless). The higher overlying beds of Seam IV contain no Mollusca fauna.

Between Seams III and III/a there are Crassostrea and Mytilus—Sanguinolaria associations in this area too.

With the closure of the swamp development cycle of Seam III, the Pitaria—Hinia—Cardium (Anadara) association reappears showing typical frequency pattern and suggesting a littoral shallow-water environment of deposition.

Before the appearance of Seam II, a Crassostrea association appears, as washed together, but scarcely transported, indicating shifts in the position of the shoreline and fluctuations in salinity. Appearing after a rather long vertical interval with no Mollusca, but with ichnofossils above Seam II, the Corbula—Anadara association is indicative of a littoral shallow-water environment. As compared to this, a definite change by more agitated water and a decrease of salinity is indicated by the rise of the Crassostrea association before the birth of Seam I.

With the conclusion of the coal-bearing complex, in the bed immediately overlying Seam I, the Crassostrea association returns and then the Congeria—Hydrobia—Melanopsis or Cardium—Pirenella—Theodoxus association appear, clearly indicating a lagoonal environment of deposition. Next to follow is a mollusc-sterile interval, then the return of sublittoral shallow-water depositional conditions is diagnosed upon the appearance of a Solenocurtus—Thracia—Pitaria association.

The trends of variation in fauna and facies during the deposition of the Salgótarján Brown-Coal Formation are shown in Fig. 3 and 9, comparatively for the four exploration areas.



### III. PALEO GEOGRAPHIC INTERPRETATION

The most important events of the period that preceded the birth of the Salgótarján Brown-Coal Formation are connected with the Savian orogeny. It was in the compression phase of the cycle that the NW—SE trending Sajó Graben was formed. Eventually, along deep faults that had widened into rifts, eruptions of rhyolite tuffs took place just between Eggenburgian and Ottnangian times, resulting in the appearance of the Gyulakeszi Rhyolite Tuff Formation (G. HÁMOR et al. 1982). In the majority of the cases, this formation constitutes the immediate underlying of the brown-coal measures.

The slow oscillating transgression in Ottnangian time was ushered by deposition of the gravelly basal beds of the Salgótarján Brown-Coal Formation. The irregular areal extent of the latter was pre-determined by diversified topographic conditions. The deposition of the coal seams was terminated by seawater inundation of the subsiding rift-valley structures. The transgression reached the Újdiósgyőr-Forrásvölgy and Duzsnok areas from the southeast, having arrived from NNE direction in the Tardona—Peres region.

Because of the varied topography, the resulting depositional basins were actually intercommunicating subbasins which, as reflected in the light of facies changes, evolved in different ways owing to the position they occupied within the megatectonic graben (Fig. 8).

In the period that followed the birth of Seam V a lagoonal-brackish-water regime prevailed throughout the system, supposedly owing to the intense diluting effect of the rivers (Fig. 10).

Overgrown with seaweeds on its bottom and carrying a maze of suspended organic detritus in its sea-current-agitated, oxygen-rich waters, the resulting environment gave rise to a prolific and diversified biota. The envolving associations were characterized by an epifauna character and the predominance of suspension-feeders or browsers. The lower-salinity zones of the lagoons were inhabited by the *Congeria—Hydrobia—Melanopsis* association frequently grading to the *Cardium—Pirenella—Theodoxus* association that represented the most widespread and commonest association in the lagoon system. The afore-mentioned associations are now very often joined by *Crassostrea* beds and, less frequently, they accompany *Mytilus* associations.

In the SSE part of the Tardona—Peres exploration area, as evidenced by borehole Tardona 72, this period witnessed a littoral shallow-water sedimentation or the salinity in this part of the lagoon system was so high as to enable the spread of the *Pitaria—Hinia—Cardium* and *Anadara—Turritella* associations. As far as the eastern boundary of the area is concerned, no information is available to the author, but there is no manifestation of a virtual marine communication in the nearest Újdiósgyőr-Forrásvölgy area either.

After the subsidence of the basin had slowed down, the filling-up of the lagoons intensified, leading to the development of a swamp facies. Most widespread in the E Borsod Basin is Seam IV formed that time.

It was the slow restarting of the subsidence that put an end to the swamp development cycle. The initial freshwater to oligohaline, lagoonal environment was gradually replaced by a littoral shallow-water sedimentation or, as a consequence of the intensifying sea communication, the salinity of the water in the lagoon system rose higher, as indicated by the spread of assemblages of higher salinity demand. In the period that followed the formation of Seam IV, this trend was felt throughout the E Borsod Basin (Fig. 10).

In the Újdiósgyőr-Forrásvölgy area the process was slow, as feedbacks and changes in fauna or facies being quite frequent. In the Tardona subbasin, it is after a short brackish-water interval that the littoral shallow-water conditions became predominant, being characterized by a peculiar *Pitaria—Hinia—Cardium* association. A similar trend is exhibited by the Felsőnyárad subbasin, where the predominance of the *Pitaria—Hinia—Cardium*, and the *Corbula—Anadara* associations are conspicuous (GY. RADÓCZ 1964). The withdrawal of this vast ingression is indicated by a slow spread of the brackish-water fauna. As a consequence of the cessation of the subsidence a new cycle of swamp development sets in.



After the formation of Seam III/a, a change affecting the whole lagoon system is observed, as indicated by the almost simultaneous spread of the *Mytilus*—*Sanguinolaria* association embedded, in many cases, para-autochthonously. The *Mytilus* associations are indicative of a relative small water depth (at or above the base of wave action) and a heavily agitated water. Such circumstances existed even earlier in the lagoon system, the afore-mentioned assemblage being known to us from older deposits as well. Although two or even more hypotheses may account for their sudden appearance encompassing the whole basin, no exact answer to this question is known to us.

At the beginning of the period that followed the formation of Seam III, a lagoonal, brackish-water environment evolved over much of the basin. In the Tardona and Duzsnok areas the brackish-water sedimentation was soon replaced by littoral, shallow-water conditions, whereas the Diósgyőr subbasin was witnessing the persistence of the brackish-water environment.

After the formation of Seam II, littoral shallow-water circumstances became predominant over most of the basin and, after an initial brackish-water interval, the same change took place in the Diósgyőr area too.

As far as the further history is concerned, it is only from the eastern part of the basin, the Diósgyőr—Duzsnok area, that we have got information, for, in the rest of the basin, the younger part of the coal measures has been lost to erosion.

The Újdiósgyőr-Forrásvölgy and Duzsnok areas show very similar development trends. The difference in faunal associations indicates quite clearly that the Diósgyőr area must have had a marginal position and the Duzsnok area was inside the basin. In both areas, prior to the birth of Seam I, *Crassostrea* biostromes were formed and eventually, with the completion of the swamp development cycle, the lagoon was re-populated. In the Duzsnok area, after the formation of Seam I, the *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* association indicative of brackish-water lagoonal conditions appeared too.

After this brief intermezzo—which may mark already the compression phase of the Styrian orogeny—littoral shallow-water sedimentation continued in both areas, a more littoral character having prevailed in the Diósgyőr area and a more openwater one in the Duzsnok area.

Summarizing the above discussion (Fig. 10), let us conclude that at the time when the Salgótarján Brown-Coal Formation was being deposited, the facies changes characterizable by faunal associations showed, in spite of local deviations, essentially the same trend. On megafossil evaluations, some events are generalizable for all the basin, as well as

- An overall ingression that followed the birth of Seam IV;
- An environmental change responsible for the sudden spreading of the *Mytilus* association that invaded the entire basin immediately before and after the birth of Seams III and III/a;
- A transgression which followed the formation of Seam II and which ended with the onset of the period of accumulation of Seam I.

#### IV. BIOSTRATIGRAPHIC INTERPRETATION

The biostratigraphic interpretation of the Mollusca fauna has been based primarily on studying the stratigraphic ranges of the faunal associations. Overlying the Devonian, initially limnic to brackish-water and later becoming increasingly marine in character, the clayey, silty sequence (Felsőnyárad Formation) traceable in great extension in the Feketevölgy of Felsőnyárad contains a peculiar megafauna of Eggenburgian character readily reflecting the changes in facies.

The Mollusca fauna of the initial brackish-water sequence (*Mytilus aquitanicus*, *Theodoxus pictus*, *Pirenella plicata*, *Tympanotonus margaritaceus*, etc.) comes very close to the *Mytilus*–*Pirenella*–*Tympanotonus* communities of the faciologicaly similar, latest Oligocene regression phase. Upon the greater number of younger species presenting themselves in the Eggenburgian and the absence of characteristic Egerian species (*Ampullina crassatina*, *Turritella beyrichi*, *Theodoxus buekkenensis*, *Polymesoda convexa*, etc. — T. BÁLDI–GY. RADÓCZ 1971), the formation in question has been assigned to the Eggenburgian.

The brackish-water beds are followed by clayey fine-sandy formations. The marine Mollusca fauna of these (*Pitaria*–*Hinia*–*Turritella*–*Cardium*–*Flabellipecten burdigalensis* assemblages) is

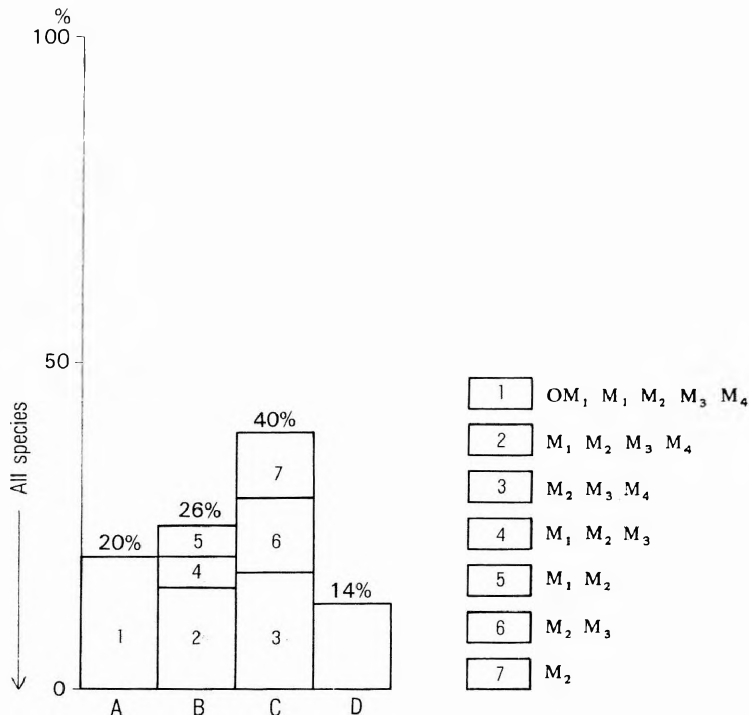


Fig. 11. Diagram showing the stratigraphic ranges of Mollusca in the Salgótarján Formation

A = species appearing in Egerian time, B = species appearing in Eggenburgian time, C = species appearing in Ottnangian time, D = local species

11. ábra. A Salgótarjáni Formáció Molluscáinak fajöltő-diagramja

A = egeriben belépő fajok, B = eggenburgiban belépő fajok, C = ottnangiban belépő fajok, D = helyi jellegű fajok

assignable to the Eggenburgian, for more than 60% of the Mollusca species are young forms appearing in the Eggenburgian.

Special mention should be made of the fauna of the tuffaceous silty clays from borehole Ormosbánya 322 (137.5–143.2 m) and the sandy silts of borehole Ormosbánya 323 (141.8–149.8 m) which is characterized by *Flabellipecten burdigalensis* and *Propeamussium miopliocenicum*. The aforementioned beds seem to be the highest member of the Eggenburgian in this area. *Flabellipecten burdigalensis* in the Paratethyan realm appears in the Egerian, but it is most common in the Lower Eocene, being unknown from post-Eggenburgian deposits. Fragments of Pecten other than the *Flabellipecten* and *Propeamussium* species occurring here have also been encountered (*Chlamys* sp. for the moment), but it remains for the future to study them in detail and exhaustively.

On evidence of the underlying beds, the mode of superposition and the comparisons with the brown-coal measures of the Nógrád Basin, the coal measures of the Borsod Basin was during the last 30 years assigned to the Helvetian. After the establishment of the regional stage scale for the Paratethys and following the resolutions of 1975 of the Paratethyan Working Group classifying the "Lower Rhyolite Tuff" as basal Ottnangian, the coal measures in question has been assigned to the Ottnangian. With a view to the chronostratigraphic evaluation of the megafossils, we have compiled (on the basis of 19 boreholes) a composite diagram showing the stratigraphic ranges of the species of the taxa in the Borsod sequence (after the chronogramme of BÁLDI 1976) (Fig. 11). The vertical range data of the taxa (Table 1) have been compiled by relying on the up-to-date study of Mollusca of biostratigraphic value. The individual columns (Fig. 11) show the per cent distribution of species of different date of entry as compared to the total of the species, while within the columns the different persistence values have been indicated by different symbols (or by Arabic numerals from 1 to 7). That the species first appearing in Ottnangian time account for 40% of the fauna can be read off quite easily. Of these only 15% is constituted by species confined to the Ottnangian (*Cardium sociale*, *Theodoxus cyrtocelis*, *Pirenella borsodensis*, *Unio borsodensis*, *Congerina clavaeformis*). Consequently, the Mollusca fauna of the Salgótarján Brown-Coal Formation is considered to be of Ottnangian age.

As far as the lithologically diverse "schlier" formation resting on the coal measures complex is concerned, it might be dated as Karpátian, according to the present state of study of the molluscs gained therefrom by drilling in the Újdiósgyőr and Duzsnok areas. Until the exhaustive study of the Mollusca fauna of the overlying sequence is completed, the question, however, has to remain open.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<i>Cardium sociale</i> KR.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗	⊗	⊗													
<i>Cardium</i> sp. Nr. 1.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Cardium</i> sp. Nr. 2.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Pitaría islandicoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>grundensis</i> KAUTSKY	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Pitaría islandicoides elongata</i> (SHAFF.)	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Venus multilamella</i> LAM.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Spissula subtruncata triangula</i> REN.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Lutraria oblonga</i> (CHEMN.)	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Solenocurtus antiquatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>vindobonensis</i> CS. MEZN.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Sanguinolaria labordei</i> BAST.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Corbula gibba</i> OLIVI	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Corbula</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Gastrana fragilis persinosa</i> C. et P.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Macoma elliptica ottnangensis</i> (R. HOERN.)	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Tellina planata</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Tellina donacina</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Laternula fuelsi</i> R. HOERN.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Thracia ventricosa</i> PHIL.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<b>Gastropoda:</b>																								
<i>Calliostoma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Theodoxus pictus</i> FER.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Theodoxus</i> aff. <i>cyrtocelis</i> KR.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Viviparus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Hydrobia frauenfeldi</i> (HÖRN.)	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Turritella</i> ex gr. <i>aquitanaensis</i> TOURN.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Turritella eryna</i> D'ORB.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Turritella vermicularis</i> BR.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Brotia escheri</i> BRONG.	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Melanopsis impressa</i> <i>monregdensis</i> SACCO	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															
<i>Pirenella moravica</i> (HÖRN.)	-	-	-	-	-	-	-	-	⊗															

8-15: ⊗ = rare — elfordul, ○ = common — gyakori, ● = abundant — tömeges.

Table 1 — 1. táblázat (2)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<i>Pirenella borsodensis</i> SCHRÉTER	—	—	—	—	—	—	—	—	○									+			×		
<i>Pirenella nodosoplicata</i> (HÖRN.)	—	—	—	—	—	—	—	⊗	⊗	⊗								+			×	×	×
<i>Terebralia lignitarum</i> EICHW.	—	—	—	—	—	—	—	⊗										+			×	×	×
<i>Calyptra chinensis</i> L.	—	—	—	—	—	—	—	⊗										+			×	×	×
<i>Natica millepunctata tigrina</i> DEFER.	—	—	—	—	—	—	—	—										+			×	×	×
<i>Polynices catena helicina</i> BR.	—	—	—	—	—	—	—	—										+			×	×	×
<i>Murex</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—										+			×	×	×
<i>Galeodes cornuta</i> (AG.)	—	—	—	—	—	—	—	—										+			×	×	×
<i>Dorsanum ternodosum</i> (HILB.)	—	—	—	—	—	—	—	—										+			×	×	×
<i>Dorsanum hungaricum</i> SCHRÉTER	—	—	—	—	—	—	—	—										+			×	×	×
<i>Hinia limata</i> (CHEMN.)	—	—	—	—	—	—	—	—										+			×	×	×
<i>Hinia hörnesi</i> MAY.	—	—	—	—	—	—	—	—										+			×	×	×
<i>Hinia edlaueri</i> BEER-BISTR.	—	—	—	—	—	—	—	—										+			×	×	×
<i>Mitracfusus ottomangensis</i> R. HOERN.	—	—	—	—	—	—	—	—										+			×	×	×
<i>Helix</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—										+			×	×	×



# A KELET-BORSODI MEDENCE OTTNANGI KÉPZŐDMÉNYEINEK MOLLUSCA VIZSGÁLATA

## BEVEZETÉS

A Borsodi-medencében a közelmúltban fellendült barnakőszén-kutatások kiváló alkalmat szolgáltatottak a miocén képződmények őslénytani feldolgozására. A kutatási programokhoz kapcsolódva 1978 óta végzünk makrofaunisztikai vizsgálatokat a medencében.

Eddigi vizsgálataink négy kutatási területre terjedtek ki, melyek lefedik a kelet-borsodi medence egész területét (1. ábra). 32 fúrást értékeltünk a területről, melyek eggenburgitól szarmatáig terjedő korú képződményeket harántoltak.

Feladatunk elsősorban a Salgótarjáni Barnakőszén Formáció faunájának megismerése és feldolgozása volt, ezért jelen tanulmányunkban csak azoknak a fúrásoknak (19 db) az értékelésére térünk ki, melyek fontos adatokat szolgáltatottak a barnakőszéntelepés képződményekre vonatkozóan. Csak érintőlegesen foglalkoztunk a Salgótarjáni Barnakőszén Formáció fedőjében települő, csak a medence peremén (Újdiósgyőr-Forrásvölgy, Duzsnok) jelentkező slír jellegű képződmények makrofaunájával.

Makrofaunisztikai értékelésünkhöz felhasználtuk BÁLDI T. (1973a; in BÁLDI—RADÓCZ 1971), KECSKEMÉTI T.-NÉ (1959), RADÓCZ GY. (1960—75) SCHRÉTER Z. (1929, 1952, 1959) faunavizsgálati eredményeit is.

# I. A KUTATÁSI TERÜLETEK FÖLDTANI FELEPÍTÉSE ÉS FAUNISZTIKAI JELLEMZÉSE

A kelet-borsodi medence természetes harmadidőszaki határait DNy-on a Bükk hegység, ÉÉNy-on a Bükk és a Rudabányai-hegység közötti Darnó zóna kiemelt alaphegység-vonulatai, ÉÉK-en a Szendrői-hegység ópaleozóos rögei alkotják.

Vizsgálataink a medence 4 barnakőszén-kutatási területére terjedtek ki (1. ábra):

1. Újdiósgyőr-Forrásvölgy,
2. Tardona—Peres,
3. Felsőnyárad—Sajóalgóc,
4. Duzsnok (Sajószentpéter).

A kutatási területek ideális földtani szelvényeit a 2. ábra, az általánosan jellemző faunatársulások elterjedését a 3. ábra mutatja.

## I. Újdiósgyőr-Forrásvölgy kutatási terület

A kutatási terület a kelet-borsodi barnakőszén-medence DK-i peremén, Miskolctól É-ra, a város közvetlen szomszédságában helyezkedik el. A területről a Dgy. 366. sz. (Újdiósgyőr) és Dgy. 367. sz. (Forrásvölgy) fúrást vizsgáltuk (4a ábra).

### *Gyulakeszi Riolituffa Formáció*

A Dgy. 366. sz. fúrás 364,9—357,0 m között harántolt riolituffa, ill. tufás agyag képződményeit soroltuk a formációba, melynek szárazföldi, vízben ülepedett, mállott, áthalmazott s agyagos kifejlődése ismert a területről. A Dgy. 367. sz. fúrás nem határontolta az alsó riolituffát.

### *Salgótarjáni Barnakőszén Formáció*

A Dgy. 366. sz. fúrás 357,0—31,6 m-ig és a Dgy. 367. sz. fúrás 472,1—224,0 m-ig harántolta a széntelepes összletet, illetve az I. telep magasfedőjében jelentkező, feltételezhetően a Garábi Slír Formációba sorolható egyveretű, jellegzetes üledékjegyeket mutató képződményeket. Ez utóbbi vastagsága a Dgy. 366. sz. fúrásban 90 m, a Dgy. 367. sz. fúrásban 80 m volt a faunavizsgálati minták alapján. Az összehasonlításképpen vizsgált rétegsorok tanúsága szerint a képződmény általános elterjedésű a területen, de vastagsága változó.

A Salgótarjáni Barnakőszén Formáció általában 5 széntelepes kifejlődésben jelentkezik, a köztes meddők anyaga változó szemnagyságú homok, csillámos homok, agyagos homok, agyag, agyagos aleurit, homokos agyag, amely viszonylag gazdag, változatos, de általában rossz megtartású Mollusca faunát tartalmaz.

#### *V. telep*

Mollusca faunát nem tartalmazott.

#### *Az V. és IV. telep közötti meddő képződmények*

Az összlet homokos aleurit, tufás homok és agyag, valamint homokos képződményeinek Mollusca faunája a Crassostrea és a Cardium—Pirenella—Theodoxus; Congeria—Hydrobia—Melanopsis faunasszociációkba sorolható.

Az V. telep felett összehalmozott *Crassostrea crassissima* félteknőkből álló réteg jelentkezik, melynek felső szakaszában igen gyakoriak a megfűrt héjak. Felette a *Cardium* — *Pirenella* — *Theodoxus* együttes tovább felfelé haladva átadja helyét a *Congeria* — *Hydrobia* — *Melanopsis* együttesnek. A IV. telep közvetlen fekéjét adó áthalmozott tufa alatt levő tufás agyagban újra a *Cardium* — *Pirenella* — *Theodoxus* együttes veszi át az uralmat.

#### IV. telep

Képződményeiből — a felső szakasz szenes agyag közbetelepüléseiből — *Brotia escheri* és *Helix* sp. került elő.

#### A IV. és III/a telep közötti meddő képződmények

Az összlet váltakozó homokos aleurit, aleurit és agyagos homok üledékekből épül fel, s két nagyobb homokos közbetelepülést tartalmaz, melyek túlnyomórészt faunamentesek. A Mollusca faunát a *Crassostrea*; *Cardium* — *Pirenella* — *Theodoxus*; *Congeria* — *Hydrobia* — *Melanopsis*; *Pitaria* — *Cardium* — *Hinia* (*Anadara*) és *Sanguinolaria* dominanciájú faunaasszociációk váltakozása jellemzi.

A Dgy. 366. sz. fúrásban a IV. telep felett először *Crassostrea* — *Mytilus*, majd *Congeria lumasella* jelentkezik, *Pirenella*, *Theodoxus*, *Hydrobia*, *Congeria* kíséretében, s egy rövid faunamentes szakasz után a *Pitaria* — *Cardium* — *Hinia* (*Anadara*) asszociáció veszi át az uralmat. Utána újra faunamentes szakasz, majd a *Cardium* — *Pirenella* — *Theodoxus*, *Congeria* — *Hydrobia* — *Melanopsis*, *Crassostrea* és *Pitaria* — *Cardium* — *Hinia* (*Anadara*) asszociációk váltakozó rétegei következnek. A III/a telep közvetlen fekéjét igen jellegzetes faunatartalmú (*Sanguinolaria labordei* dominancia!) tufás agyagos képződmény adja.

A Dgy. 367. sz. fúrás hasonló faunaegyütteseket harántolt, az eltérés — nagy vonalakban — mindössze annyi, hogy a IV. telep fedőjében itt kimarad az ostreás — mytilusos fauna, s rögtön a *Pitaria* — *Hinia* — *Cardium* (*Anadara*) asszociáció jelentkezik.

#### A III/a és III. telep közötti meddő képződmények

Az összlet uralkodóan tufamentes, agyagos, homokos aleuritos rétegekből épül fel. A Dgy. 366. sz. fúrás ezen szakaszában a *Crassostrea*- és a *Pitaria* — *Cardium* — *Hinia* (*Anadara*) faunaegyüttes jelenik meg.

#### A III. és II. telep közti meddő képződmények

A rétegösszlet túlnyomóan (faunamentes) homok, aleurit, agyagos aleurit üledékekből épül fel, mely utóbbiak faunájára a *Crassostrea* és a *Cardium* — *Pirenella* — *Theodoxus* együttesek jellemzőek. A II., ill. a II/a telep fekéjében *Crassostrea* tartalmú rétegek jelentkeznek.

#### A II—I/a—I. telep közötti meddő képződmények

A Dgy. 367. sz. fúrás ebben a szakaszban túlnyomóan faunamentes homokot, homokos agyagot tárt fel, a II. telep közvetlen fedőjében *Cardium* — *Pirenella* asszociációval.

A Dgy. 366. sz. fúrásban a homokos rétegek általában faunamentesek, míg az összlet közepetáján jelentkező aleuritos, — alárendelten — homokos képződményekben a *Anadara* faunát határoztunk meg. Az I/a telep felett — Dgy. 366. sz. fúrás — a *Cardium* — *Pirenella* — *Theodoxus*, ill. a *Crassostrea* asszociáció váltakozása a jellemző.

#### Az I. telep fedő rétegcsoportja

Az I. telep közvetlen fedőjében aleurit, homokos aleurit képződmények jelentkeznek. Jellemző, hogy az I. telep felett kb. 8—10 m-rel *Crassostrea* pad jelentkezik, majd ezt követően a Dgy. 367. sz. fúrásban az azt fedő homokrétegek teljesen faunamentesek, s 224 m-ben *Crassostrea* töredékek jelzik az utolsó faunatartalmú réteget.

A Dgy. 366. sz. fúrásban a közvetlen fedőrétegek *Crassostrea* és *Cardium* — *Pirenella* — *Theodoxus* együttesek váltakozásából állnak, majd a magasfedőben levő aleuritos összletben *Corbula* — *Anadara* asszociáció jelentkezik 143,0—115,0 m között. A későbbiekben ez az együttes és faunamentes szakaszok váltják egymást. A képződmény ezen szakaszából csak pontmintáink voltak.

A Dgy. 366. sz. fúrás ebben az összletben indult, míg a Dgy. 367. sz. fúrásban szarmata (riolit-tufa) képződmények következnek a Salgótarjáni Barnakőszén Formáció magasfedőjében.

## 2. Tardona—Peres kutatási terület

A Tardona—Peres-i barnaköszén-előfordulás a kelet-borsodi medence DNy-i oldalán helyezkedik el.

### *Salgótarjáni Barnaköszén Formáció*

Vizsgált fúrásaink közül a T. 66., 69. és 72. sz. harántolta a képződményt, mely feltehetően 5-szentelepes volt, de az I. telep, ill. sok esetben a II. telep is denudáció áldozata lett, s a telepes összlet mélyebb tagjaira bádeni tengeri, ill. szarmata üledékek következtek (4b ábra).

#### *Az V—IV. telep közötti meddő képződmények*

Az összlet agyag, aleurit, homokos aleurit, homok váltakozásából épül fel. A Cardium—Pirenella—Theodoxus faunaegyüttes a leggyakoribb a T. 66. és T. 69. sz. fúrásokban, és vékony Congeria—Hydrobia lumasella és Pitaria—Cardium—Hinia (Anadara) közbetelepülés is jelentkezik az utóbbiban. A T. 72. sz. fúrás IV. telep alatti homokos aleuritos rétegeiből — a fent említett két fúrástól eltérően — Anadara—Turritella faunaegyüttes jelentkezik.

#### *A IV—III/a—III. telep közötti meddő rétegsorozat*

A rétegösszlet túlnyomóan homok (faunamentes), agyagos homok, homokos aleurit üledékekből épül fel. A T. 72. sz. fúrásban a IV. telep közvetlen fedőjében Congeria lumasella jelentkezik, s a felette települő homokos aleuritből a IV. telep fekéjében megismert Anadara—Turritella faunaegyüttes tér vissza. A telep felett kb. 15 m-rel először a Zostera—Spirorbis, majd mytilusos és uniós faunaegyüttes jelentkezik, s egy 3 méteres faunamentes szakasz után hosszú időre a Pitaria—Cardium—Hinia (Anadara) együttes veszi át az uralmat. A IV. telep felett kb. 40—50 m-rel mindhárom fúrásban jórészt faunamentes homok következnek. A T. 66. sz. fúrásban a Pitaria—Cardium—Hinia (Anadara) társulás adja a III/a telep közvetlen fekéjét.

A T. 72. sz. és T. 69. sz. fúrásokban a III/a telep nem fejlődött ki. Itt a faunamentes szakasz után — a III. telep képződését megelőzően — Congeria—Hydrobia—Melanopsis, Cardium—Pirenella—Theodoxus, Mytilus—Sanguinolaria, ill. Pitaria—Cardium—Hinia asszociációk jelentkezését, ill. váltakozását figyelhetjük meg. A III. telep közvetlen fekéjét a T. 69. sz. fúrásban — a többitől eltérően — Mollusca héjtöredékes, ill. faunamentes homok adja.

#### *A III. és II. telep közötti meddő rétegek*

Az összlet faunamentes homok (a II. telep közvetlen fekéje), aleurit, homokos aleurit rétegekből épül fel. A T. 72. sz. fúrásban a III. telep közvetlen fedőjét Congeria lumasella adja, míg a T. 66. és 69. sz. fúrásban a Cardium—Pirenella—Theodoxus és Crassostrea együttesek váltakozása után Pitaria—Cardium—Hinia (Anadara) asszociáció jelentkezik.

#### *A II. telep fedő rétegei*

Az összlet aleurit és homokos aleurit rétegeiből származó két pontmintánk nem teszi lehetővé a képződmény felső határának kijelölését. Mindkét minta aleuritos anyagú, jellemző a Corbula—Anadara asszociáció jelentkezése.

## 3. Felsőnyárad—Sajóalgóc kutatási terület

A kutatási terület a kelet-borsodi medence ÉNy-i részén foglal helyet, s Jákfalva, Felsőnyárad, Kurittván és Ormosbánya környékét öleli fel. Az általunk vizsgált fúrásokban (Jf. 55. sz., Ku. 630. sz., 631. sz., Ob. 322. sz., 323. sz.) a barnaköszénteles összletet csak az V. és IV. telep képviseli. Ehhez a területhez kapcsolódva vizsgáltuk a Sajóalgóc 10. sz. és 22. sz. fúrások faunáját (4c ábra).

### *Gyulakeszi Riolituffa Formáció*

A feketevölgyi területen viszonylag nagy kiterjedésben és vastagságban nyomozható áthalmozott tufás, homokos, agyagos képződményeket soroltuk ide.

### *Salgótarjáni Barnaköszén Formáció*

#### *Az V. és IV. telep közötti meddő rétegsorozat*

Az V. telep közvetlen fedőjét részben faunamentes homok, részben a Cardium—Pirenella—Theodoxus faunaegyüttest tartalmazó aleurit adja. A IV. telep alatt kb. 5 m-rel Ostrea pad, illetve Congeria rétegek jelentkezők.

#### A IV. telepet fedő rétegösszlet

A IV. telep közvetlen fedőjében részben *Congerina lumasella*, részben *Crassostrea* és *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* együttes jelentkezik. Felfelé haladva ez utóbbi válik uralkodóvá. A Jf. 55. sz. fúrásban *Pitaria*—*Cardium*—*Hinia* (*Anadara*) társulás is megfigyelhető.

#### 4. Duzsnok (Sajószentpéter) kutatási terület

A kutatási terület a kelet-borsodi medence ÉÉK-i peremén, Sajószentpétertől É-ra helyezkedik el. Az általunk vizsgált fúrások közül mindössze az Sp. 120. sz. harántolt 4 telepet, ill. 20 m-re befúrta a IV. telep alatti feküképződményekbe. A többi fúrás a II. telep alatti meddő képződményekben állt le (4d ábra).

Összehasonlítóképpen felhasználtuk az Sp. 110., 112., 113. sz. fúrások vizsgálati adatait a IV. telep feküképződményeinek megismerésére.

#### Salgótarjáni Barnakőszén Formáció

A formáció a duzsnoi területen — az összehasonlító fúrások tanúsága szerint — 5 széntelepes kifejlődésű.

#### Az V. és IV. telep közötti meddő képződmények

Az V. és IV. telep közötti meddő szakasz faunájáról kevés adatunk van. Feltehetően *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* és *Crassostrea* asszociációk váltják egymást, ill. az Sp. 112. sz. fúrásban *congeriás* rétegeket is említene. Az Sp. 120. sz. fúrás tanúsága szerint a IV. telep alatti áthalmazott tufaanyagot tartalmazó homokos összlet (kb. 13 m vastag) *Mollusca* faunát nem tartalmazott, ill. 281,8—282,6 m (talp)-ig terjedő tufás agyagból rossz megtartású *Turritella* maradványok kerültek elő.

#### A IV—III/a—III. telep közötti meddő rétegcsoport

Az Sp. 120. sz. fúrás 267,4—189,3 m között harántolta az összletet, mely túlnyomóan finom-homokos aleurit, aleurit és homok rétegek váltakozásából áll. A IV. telep közvetlen fedőjében jelentkező, túlnyomóan aleuritos rétegek faunája gyér, szinte kizárólag *Cardium sociale* és *Pitaria islandicoidea elongata* — igen gyakran autochton beágyazódású — példányaiból áll. Az aleuritos szakaszokban *Cardium*, a homokosabb szakaszokban *Pitaria* dominál, ritkán *Hinia* sp. kíséretében.

Felfelé faunamentes képződmények iktatódnak közbe, illetve jutnak uralomra. Ezek adják a III/a telep közvetlen feküjét, iszapmozgásos nyomokat, ritkán Y alakú életnyomokat tartalmazó váltakozó homok, agyagos homok, s homokkő rétegek formájában. A III/a és III. telep közötti agyagos képződményekből *Crassostrea*, *Mytilus*, *Sanguinolaria* faunaegyüttes került elő, paraautochton beágyazódásban. A III. telep közvetlen feküjét alkotó aleurit kevert, töredékes faunát tartalmaz (*Pirenella*, *Theodoxus*, *Nucula*).

#### A III. és II. telep közötti meddő képződmények

A III. telep feletti váltakozó agyagos, aleuritos, homokos rétegekre a *Cardium* és *Pitaria* dominanciája jellemző, mely annyiban tér el a III. és IV. telep között megismert típustól, hogy kísérő faunája gazdagabb (*Corbula*, *Spissula*, *Tellina*, *Nucula* stb.).

A III. telep felett 2 m-rel összemosott, de alig szállított *Crassostrea* héjakat tartalmazó közbe-települések jelentkeznek. A *crassostreás* közbe-települések feletti aleuritos képződményekben gyakoriak a bemosott, ép, illetve töredékes *Congerina* és juvenilis *Ostrea* héjak.

#### A II—I/a—I. telep közötti meddő rétegösszlet

Az Sp. 120. és 121. sz. fúrásokban *Crassostrea* pad adja a II. telep fedőjét, míg az Sp. 123. sz. fúrásban életnyomos aleurit jelentkezik.

A meddő rétegösszlet vastagsága (teleptávolság) viszonylag állandó (50—60 m). Túlnyomórészt életnyomos aleurit és finomhomok rétegekből épül fel, s gyakoriak a *Mollusca* fauna-mentes szakaszok. Az összlet közepétján megjelenő aleuritos agyagos rétegek (kb. 4—5 m vastagságban) autochton beágyazódású, üledékfalók dominanciájával jellemezhető faunaegyüttest tartalmaznak.

Az I/a telep feküje általában faunamentes aleurit, kivétel az Sp. 123. sz. fúrás, ahol *Pitaria*, *Crassostrea*, *Anadara* töredékeket tartalmazó homokos réteg alkotja a feküt. Az I/a és I. telep közötti rétegek általában faunamentesek. Az I. telep feküjében *Crassostrea* pad jelentkezik (Sp. 120., 121. sz. fúrások).

*Az I. telepet fedő képződmények*

Az I. telep fedőjében jelentkező aleuritból *Congerina*—*Hydrobia*—*Melanopsis* (Sp. 120. sz. f.), valamint *Crassostrea* együttes (Sp. 120., 121. sz. fúrások), a homokos összletből *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* faunaegyüttes vált ismertté.

Kb. 1 m vastag faunamentes szakasz után aleuritból *Congerina*—*Melanopsis*—*Hydrobia*, illetve az ezt fedő homokos összletből *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* faunaegyüttes vált ismertté. Az I. telep felett 10—15 m-rel, illetve a *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* és a *Crassostrea* faunaegyüttes jelentkezése felett, 5—10 m-es faunamentes szakasz után aprókavicsos változó szemnagyságú homokrétegek következnek, melyek felfelé iszapmozgásos életnyomos, jellegzetes *Mollusca* faunát tartalmazó aleuritba mennek át.

Ez a faunaegyüttes, melyre a *Solenocurtus antiquatus vindobonensis*, *Thracia ventricosa*, *Pitaria islandicoïdes elongata*, *Lutraria* dominanciája jellemző — igen gyakran autochton beágyazódásban — az I. telepet fedő aleuritós rétegekben a leggazdagabb.

A faunaegyüttest tartalmazó képződmények nagy kiterjedésben, 20—80 m vastagságban (Sp. 121. sz. fúrás) nyomozhatók a területünkön. E rétegek már feltehetően a Garábi Slír Formációba tartoznak.

A kelet-borsodi medence miocén — eggenburgitól szarmatáig terjedő korú — képződményeiben 18 makrofauna asszociációt tudunk elkülöníteni (5. ábra). Az asszociációk elkülönítésénél a fajok dominanciaviszonyait, illetve egymáshoz kapcsolódásuk gyakoriságát vettük alapul. Az asszociációk környezeti igényének megismerésére az izocönózis módszert (THORSON 1957, BÁLDI 1973b) alkalmaztuk, felhasználva a mai tengerbiológiai kutatások eredményeit, valamint a fosszilis paleocönózisok ökológiai elemzési adatait, különös tekintettel az öböl, lagúna, illetve estuárium környezetekre (l. irodalomjegyzék). Külön figyelmet fordítottunk a bezáró kőzet üledékköldtani jellemzőinek megfigyelésére, valamint a biosztratinómiai jelenségek rögzítésére (megtartási állapot, beágyazási mód, héjorientáció — különös tekintettel az élethelyzetre —, méret szerinti osztályozottság, bekéregzések, fúrasi nyomok stb.).

### A Salgótarjáni Barnakőszén Formáció bentosz Mollusca asszociációinak paleoökológiai jellemzése

A kelet-borsodi medencében a Salgótarjáni Barnakőszén Formációt alárendeltebben agyagos, túlnyomórészt aleuritos, homokos képződmények képviselik. Hét bentosz Mollusca asszociációt tudunk elkülöníteni (6. ábra). Az asszociációk rövid jellemzésénél csak a végső paleoökológiai következtetéseket ismertetjük s eltekintünk a recens biocönózisok, illetve fosszilis paleocönózisok részletes, összehasonlító elemzésétől, mert ez terjedelme miatt meghaladja ezen dolgozat kereteit (részletes adatok: BOHN-HAVAS M. 1983). Értékelésünket kiegészítettük a *Zostera*—*Bryozoa*—*Spirorbis* biocönózisra vonatkozó adatokkal (RADÓCZ GY. 1974), valamint érintőlegesen kitértünk a Salgótarjáni Barnakőszén Formáció fedő képződményeiből megismert *Solenocurtus*—*Thracia*—*Pitaria* asszociáció ismertetésére.

#### *Brotia* — *Unio* asszociáció

Jellemző fajok: *Brotia escheri*, *Unio borsodensis*, *Anodonta* sp. — *Helix* sp., *Viviparus* sp., *Congeria* sp. kíséretében.

Beágyazó üledék: Huminites szenes agyag.

Beágyazás módja: Parautochton, az Úniók gyöngyházás duplateknős formában akkumulálódva.

Leggyakoribb előfordulás: A szentelepek felső, huminites szenes agyagos közbetelepüléseiben.

Jellemzés: Epifauna jellegű, szuszpenziófiltráló dominanciájú, kis kiterjedésben jelentkező együttes, melynek optimális élettere a sekély, dús vegetációjú, ingadozó sótartalmú (oligohalinnál nem nagyobb), huminitben gazdag, csendesvízű elmocsarasodó lagúnaszakasz lehetett.

#### *Congeria* — *Hydrobia* — *Melanopsis* asszociáció

Jellemző fajok: *Congeria* ex gr. *clavaeformis*, *Congeria amygdaloides*, *C. basteroti*, *Hydrobia frauenfeldi*, *Melanopsis impressa monregalensis*, *Cardium edule arcella*, *Theodoxus pictus*, *Unio* sp.

Bezáró üledék: Agyag, agyagos aleurit, aleurit.

Beágyazódás módja: Allochton, rövid szállítódásra utaló nyomokkal. Gyakori az osztályozott és szelektált lumasella képződés. A Congeriák — leggyakrabban a *Congeria* ex gr. *clavaeformis* — ép, színes héjú, felül konvex teknői 30 cm vastag lumasellát is alkothatnak. A Hydrobiák vékony, 1–2 mm-es rétegekben akkumulálódnak.

Leggyakoribb előfordulás: A szentelepek környékén, a telepek közvetlen fedőjében, „vezető szintet” adó lumasella formájában, ritkábban a telepek közötti meddőkben, ilyenkor *Crassostrea*, ill. *Cardium* — *Pirenella* — *Theodoxus* együttesek kíséretében.

Jellemzés: Epifauna jellegű, szuszpenziófiltráló dominanciájú asszociáció, a növényevők időnként kiugró egyedszámával, gyakori átmenetekkel a *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* asszociáció

felé. Az asszociáció optimális élettere a kis mélységű, dús vegetációjú, oxigénben gazdag, mozgatott vizű, ingadozó sótartalmú (oligohalin) lagúnarész lehetett, ahol az édesvíz-utánpótlás még erősen éreztette hatását.

#### *Cardium — Pirenella — Theodoxus* asszociáció

Jellemző fajok: *Cardium edule arcella*, *C. sociale*, *Pirenella borsodensis*, *P. moravica*, *Theodoxus pictus*, *Congeria clavaeformis*, *C. amygdaloides*, *Hydrobia* sp., *Theodoxus* aff. *cyrtocelis*, *Brachyodontes* sp., *Calliostoma* sp. — halmaradványok kíséretében.

Bezáró üledék: Aleurit, aleuritós finomhomok.

Beágyazódás módja: Általában allochton.

Leggyakoribb előfordulás: A telepek közvetlen fekéjében, illetőleg a köztes meddőkben a congeriás, crassostreás asszociációkkal váltakozva. A Salgótarjáni Barnaköszén Formáció leggyakoribb és legjellegzetesebb együttese.

Jellemzés: Epifauna jellegű. A növényevő-szuszpenziófiltráló dominanciájú asszociáció gyakran mutat keveredést a congeriás, crassostreás, mytilusos együttesekkel. Az együttes kis mélységű (néhány méter mély), növényzettel borított aljzatú, mozgatott vizű, oxigénben gazdag, ingadozó, többnyire mezohalin (9–16,5% sótartalmú) környezetben élhetett, a partvonalat kísérő Crassostrea padok lagúna felé eső védett oldalán.

#### *Crassostrea* asszociáció

Jellemző fajok: *Crassostrea gryphoides*, *Osrea* sp. (kis termetű), *Cardium edule arcella*, *Brachyodontes* sp., *Mytilus haidingeri*, *Pirenella moravica*, *Theodoxus pictus*, *Hydrobia* sp.

Beágyazó üledék: Aleurit, homok.

Beágyazódás módja: Gyakran in situ élethelyzetű Crassostrea teknőkkel, gyors betemetődésre utalva.

Leggyakoribb előfordulás: A szételepek közeli feké és fedő rétegeiben és a köztes meddőkben, ritkán congeriás, gyakran Cardium—Pirenella—Theodoxus asszociáció kíséretében.

#### *Mytilus — Sanguinolaria* asszociáció

Jellemző fajok: *Mytilus haidingeri*, *Sanguinolaria labordei*, *Brachyodontes* sp., *Modiolus* sp., *Ostrea* sp., *Pirenella moravica*, *Theodoxus pictus*, *Calyptrea chinensis*.

Beágyazó üledék: Agyag, agyagos aleurit.

Beágyazás módja: Parautochton a III. és III/a telep környékén, egyébként allochton.

Leggyakoribb előfordulása: A III. és a III/a telephez kapcsolódva.

Jellemzés: Epifauna jellegű, szuszpenziófiltráló dominanciájú együttes, ingadozó sótartalmú (mezo-polyhalin), mozgatott vizű, iszapos, finomhomokos aljzatú sekélyszublitorális környezetet jelez.

#### *Pitaria — Hinia — Cardium (Anadara)* asszociáció

Jellemző fajok: *Pitaria islandicoides grundensis*, *P. islandiscoides elongata*, *Hinia edlaueri*, *H. hörnesi*, *Dorsanum ternodosum*, *Cardium edule arcella*, *Anadara diluvii*, *Spissula subtruncata triangula*, *Gastrana fragilis*.

Beágyazó üledék: Aleurit, finomhomok.

Beágyazás módja: Gyakran autochton élethelyzetű Pitaria, Cardium, Gastrana teknőkkel.

Leggyakoribb előfordulás: A telepektől távol, a köztes meddőkben. A Salgótarjáni Barnaköszén Formáció második legnagyobb kiterjedésben nyomon követhető együttese.

Jellemzés: Infauna jellegű, szuszpenziófiltráló dominanciájú együttes, mely megfelelő O<sub>2</sub> ellátottságú, áramló vizű, polyhalin sótartalmú (30% körül), sekélyszublitorális (15–30 m) környezetet valószínűsít.

#### *Anadara — Turritella* asszociáció

Jellemző fajok: *Anadara diluvii*, *Turritella* ex gr. *aquitaniensis*, *T. eryna*, *Hinia hörnesi*, *Myrtea spinifera*, *Nuculana fragilis*.

Bezáró üledék: Agyagos homok, aleuritós homok, homok.

Beágyazás módja: Leggyakrabban allochton, rövid szállításra utaló nyomokkal, ritkán parautochton, pillangó helyzetű Anadarákkal.

Leggyakoribb előfordulás: Szételepektől távol, a köztes meddőkben.

Jellemzés: Infauna jellegű, szuszpenziófiltráló dominanciájú asszociáció, gyakori átmenetekkel a Corbula—Anadara együttes felé. Normális sótartalmú, áramlásoktól mozgatott vizű, partszegélyi, sekélyszublitorális (20–30 m) homokos, aleuritós aljzatú környezetet feltételez.



*Corbula* — *Anadara* asszociáció

Jellemző fajok: *Corbula gibba*, *Corbula* sp., *Anadara diluvii*, *A. turonensis*, *Myrtea spinifera*, *Macoma elliptica otnangensis*, *Mitraefusus otnangensis*.

Bezáró üledék: Finomhomokos aleurit, aleurit, finomszemű homok.

Beágyazás módja: Leggyakrabban allochton, rövid szállításra utaló nyomokkal; néha szelektált *Anadara*, illetve *Corbula*, felül konvex helyzetű teknők összehalmozódásával.

Leggyakoribb előfordulás: Széntelegeptől távol, a köztes meddőkben.

Jellemzés: Infauna jellegű, szuszpenziófiltráló dominanciájú együttes, gyakori átmenetekkel az *Anadara*—*Turritella* együttes felé. Az aljzat táplálékban viszonylag gazdag, erre utal az üledékezők számának növekedése. Jellemző a növényevők teljes hiánya. Az asszociáció normális sótartalmú, időnként áramlásoktól mozgatott vizű, partszegélyi sekély szublitorális (30 m körüli) környezetre utal.

**A biofáciések térbeli kapcsolatai**

A Salgótarjáni Barnakőszén Formáció képződményeiben elkülönített 7 bentosz Mollusca asszociáció ökológiai elemzési adatai arra utalnak, hogy a sótartalom és a szubsztrátum minősége az együttesek horizontális elterjedését, élettér szerinti eloszlását döntően meghatározó tényezők.

Az ökológiai jellemzők ismeretében megkíséreltük rekonstruálni az asszociációk térbeli, ideális elrendeződésének képét. Alapul vettük az egyes kutatási területeken megfigyelt laterális elterjedési változatokat, asszociációs kapcsolatokat, keveredési tendenciákat s az így kialakult képet (7. ábra) vetettük össze a mai, hasonló földrajzi és ökológiai adottságú környezetek fáciéseinek és biocönózisainak elterjedési rendszerével, szabályszerűségeivel.

Vizsgálataink alapján megállapítható volt, hogy asszociációink részben partközeli, sekélytengeri, részben a tengeri üledékgyűjtőt övező, csökkentsósvízi lagúnás fáciésben élhettek.

A parttól a tenger felé haladva a következő, összefogazódó biofáciés-öveget különítettük el (8. ábra):

— A lagúna édesvízi—oligohalin sótartalmú, agyagos fáciésű, parti, mocsaras, ártéri övezetére a *Brotia*—*Unio* asszociáció a jellemző.

— A lagúna agyagos, aleuritos aljzatú, változó (oligohalin—mezohalin) sótartalmú védettebb környezetben a folyók hígító hatása még erősen érvényesül. Domináns társulás: *Congerina*—*Hydrobia*—*Melanopsis*.

— A lagúna legnagyobb kiterjedésű, néhány méter mély, aleuritos fáciésű, változó (mezohalinnál nem alacsonyabb) sótartalmú szakaszára a *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* együttes dominanciája a jellemző.

— A változó sótartalmú (mezohalin—polyhalin), erős hidrodinamikai tevékenységnek kitett, partszegélyi sekélytengeri vagy lagúnaparti fáciésre a *Mytilus*—*Crassostrea* asszociációk (biostrom) jelentkezése a jellemző.

— A változó sótartalmú (polyhalin—marin), aleuritos finomhomokos aljzatú, áramlásoktól mozgatott vizű, sekélyszublitorális (15—30 m) mélységű fáciésövre a *Cardium*—*Hinia*—*Pitaria* társulás gyakorisága a jellemző.

— A normális sótartalmú, áramlásoktól mozgatott vizű, homokos, aleuritos aljzatú, 30 m körüli mélységű partközeli, sekélytengeri fáciésövben az *Anadara*—*Turritella*, *Corbula*—*Anadara* társulások dominálnak.

**A biofáciések tér- és időbeli változásai a kelet-borsodi medencében**

A biofáciés-övek térben és időben bekövetkező eltolódásai — melyek az asszociációk váltakozásán, illetve váltakozási tendenciáján keresztül egyértelműen nyomon követhetők — ciklikus jellegűek és a partvonal gyakori pozitív—negatív irányú eltolódásáról tanúskodnak. A Salgótarjáni Barnakőszén Formáció képződése alatt többször is bekövetkezett, hogy a peremi lagúnák feltöltődtek üledékekkel és paralikus siklappá alakultak, majd a transzgresszió előrehaladásával újra lagunáris, illetve partszegélyi, sekélytengeri körülmények váltak uralkodóvá. Ennek a ciklusos képződésnek köszönhető a formáció változatos rétegsora.

Az Újdiósgyőri-Forrásvölgyi területen az eggenburgi partszegélyi—csökkentsósvízi lagunáris környezeti viszonyok után az „alsó riolittufa” szárazulati, limnikus, illetve felsósvízi fáciésben rakódott le. Az egyenlőtlen tufafelszín adja az V. telep keletkezése idején a térszint. Ennek következtében a telep igen gyakran csak a mélyebb részekben alakult ki.

Az V. telep képződését követő süllyedés következményeként az egész terület víz alá került, s lagunáris környezeti viszonyok váltak uralkodóvá a *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* asszociáció

dominanciájával, *Crassostrea* padok kíséretében. A medence süllyedésének lassulásával újabb mocsarasodási ciklus indult meg, mely az egész területre kiterjedt, s a IV. telep kialakulását eredményezte.

A telepképződési időszak megszűnésének kezdeti, lassú süllyedési tendenciájára utal, hogy a telep felső részében közbeiktató szenesagyagos rétegekben brotiás faunaegyüttes jelentkezik, ami erősen csökkentsósvízű lagúna viszonyokat tételez fel. Ezután a *Crassostrea* asszociáció jelentkezik, majd hosszabb időre partszegélyi, sekélytengeri viszonyok válnak uralkodóvá, melyet a *Pitaria*—*Hinia*—*Cardium* együttes dominanciája bizonyít.

A fiatalabb széntelepeket létrehozó oszcillációk során a mocsári, lagunáris és tengeri fáciesek sűrű változása többször is megfigyelhető. A III. és III/a telephez kapcsolódva — ezen a területen is — megjelenik a *Mytilus*—*Sanguinolaria* asszociáció.

Az I. telep képződését megelőző időszakban a parti—sekélytengeri viszonyok uralkodóvá válását figyelhetjük meg, melyre a *Corbula*—*Anadara* együttes dominanciája a jellemző.

Az I. telep láposodási ciklusát lezárva újra partszegélyi, sekélytengeri körülmények alakultak ki a területen, aminek kezdeti szakaszában *Crassostrea* padok jelentkeznek s ezek később véglegesen átadják helyüket az *Anadara*—*Corbula* asszociációnak.

A *Tardona*—*Peres-i* területen a barnakőszéntelepes összlet a részmedence DDK-i peremén az alaphegységre transzgradál, míg az ÉÉNy-i területrészekben az ún. „amussiumos slír” és „glaukonitos homokkő” adja a fekiüt. Ez utóbbi képződmények Mollusca faunáját BÁLDI T. vizsgálta (in BÁLDI—RADÓCZ 1971).

Az ottngangi kezdeti savanyú tufaszórás csak nyomokban jelentkezik a területen. A lassú ottngangi transzgresszió bevezetéseként a terület első elmocsarasodása során létrejött V. telep elterjedési határát a változatos térszín tette szabálytalanná. Az V. telepi mocsár a terület középső részén a jelenlegi Tardona-patak völgyében nyúlt a legdélebbre (T. 66. sz., T. 69. sz. fúrás), míg a terület DDNy-i részén tovább tartott a szárazföldi időszak. A telepképződést követően az egész terület víz alá került, lagunáris, illetve partközeli sekélytengeri viszonyok váltak uralkodóvá, amit a *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus*, *Congeria*—*Hydrobia*—*Melanopsis*, illetve *Cardium*—*Pitaria*—*Hinia* és *Turritella*—*Anadara* együttesek jeleznek.

Ezután a medence süllyedésének lassulása következtében újra láposodási ciklus indult meg, mely kiterjedt az egész területre. A IV. telep keletkezését követően a kezdeti lagunáris környezetet viszonylag hosszú időre partszegélyi, sekélytengeri körülmények váltják fel, melyre a *Pitaria*—*Hinia*—*Cardium* és *Turritella*—*Anadara* asszociáció jelentkezése utal.

A III. telep képződési időszakát megelőzve újra lagunáris viszonyok alakultak ki s megjelent a jellegzetes *Mytilus*—*Sanguinolaria* együttes is.

Ezt a láposodási ciklust követően rövid időre újra a lagúna hódít teret, melyet a *Congeria*—*Hydrobia*—*Melanopsis* és *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* együttesek jeleznek *Crassostrea* kíséretében. A transzgresszió előrehaladásával azonban partszegélyi, sekélytengeri viszonyok válnak uralkodóvá.

A stájer orogén hatására kiemelkedett a terület, s ennek következtében a barnakőszéntelepes összlet magasabb tagjai lepusztultak, s a II. telep fedőjében a bádeni transzgresszió partszegélyi, illetve nyíltabb sekélytengeri *Macoma*—*Lucina*, ill. *Amussium*—*Pteropoda* (*Vaginella*) faunaegyütteseket tartalmazó üledékei következnek.

A Felsőnyárád—Sajógalgóc-i területen az eggenburgi a paleozóos alaphegységre települő lassú transzgressziós rétegsorral indul. Az általunk vizsgált összes fúrás kisebb-nagyobb vastagságban harántolta ezt a képződményt. A Felsőnyárádi Formáció az Upponyi- és Szendrői-hegységet összekötő kiemelt helyzetű alaphegységpászta kisebb-nagyobb mélyedéseiben található (RADÓCZ Gy. 1973).

A kezdeti limnikus kőszéntelepes összlet az általunk vizsgált fúrásokban faunát nem tartalmazott, de jellemző volt a mocsári fáciest jelző szideritgumós rétegek (VI. telep fekü, fedő) gyakorisága.

A kőszéntelepes képződmények magasabb fedőjében azonban már jellegzetes csökkentsósvízi fauna jelentkezett. *Mytilus*os, *pirenellás* asszociációk váltották egymást, utalva a partvonal kisebb változásaira. A *Mytilus aquitanicus* paleocönózisos a partszegély mozgatóbb, homokosabb szakaszain található, míg a *Tympanotonus*—*Pirenella* közösségek inkább az iszapos, növényzettel borított síkparti környezetet kedvelik (BÁLDI T. 1973b). A transzgresszió előrehaladásával megjelennek az igen jellegzetes, több típusba sorolható *Pitaria* és *Turritella*, illetve *Flabellipecten* dominanciájával jellemezhető Mollusca együttesek, melyek egyértelműen a normális sótartalmú, sekélyszublitorális (15—30 m) tengeri környezet uralkodóvá válását bizonyítják. Ezek a képződmények nagy kiterjedésben nyomozhatók.

Az eggenburgi üledékképződést lepusztulás követte, majd az „alsó riolittufa” összlet képződött, melynek fedőjében már az ottngangi oszcillációs széntelepes képződmények jelentkeztek (Salgótarjáni Barnakőszén Formáció). A ciklus kezdetén a partszegélyi, csökkentsósvízi lagunás fácies volt az ural-

ködó (*Congeria*—*Hydrobia*—*Melanopsis* és *Crassostrea* együttesek), de a rétegsor magasabb részeiben már megjelentek a tengeri partszegélyi, partközeli környezetet jelző bentos Mollusca asszociációk is [*Pitaria*—*Hinia*—*Cardium* (*Anadara*)]. Az általunk vizsgált fúrásokból azonban hiányoznak az ott-nangi felső szakaszára jellemző, kiteljesedő transzgresszió képződményei, illetve faunaegyüttesei (pl. az *Anadara*—*Corbula* asszociáció).

Meg kell jegyezni, hogy RADÓCZ GY. (1964) a terület általános rétegsorának leírása során rögzítette a faunaváltozásokat is, amiből két fontos adatot emelnék ki, saját adatainkat kiegészítendő. Ő a III/a és IV. telep köztes meddő aleurit összletében *Corbula*—*Anadara* együttes jelenlétét jelzi, továbbá a III/a telep feküjét adó agyagos rétegekből sanguinolariás—mytilusos faunaegyüttest említ.

A Duzsnok—Sajószentpéter-i területen a Salgótarjáni Barnakószén Formáció diszkordánsan települ az alaphegységre. A formáció bázisképződményeiből, illetve az V. telep képződését követő időszak képződményeiből makrofauna vizsgálat nem készült. Így csak a fúrási jegyzőkönyvek adataira hivatkozva feltételezhetjük, hogy a lagunáris körülmények voltak uralkodók a területen a IV. telep keletkezését megelőző időszakban. Bár az Sp. 120. sz. fúrás 282,6—281,8 m-ből származó mintája partszegélyi, sekélytengeri környezetre utal, egy minta alapján a kérdés nem dönthető el.

A IV. telep fedőjében jelentkező fauna, melyet a *Pitaria*—*Cardium*—*Hinia* (*Anadara*) asszociációba soroltunk, bizonyos eltérést mutat (főleg jellegtelenségében) a korábban megismert asszociációképtől. A IV. telep magasabb fedőrétegei Mollusca faunát nem tartalmaznak.

A III. és III/a telep között ezen a területen is jelentkezik a crassostreás, mytilusos—sanguinolariás társulás.

A III. telep láposodási ciklusának lezáródásával újra a *Pitaria*—*Hinia*—*Cardium* (*Anadara*) együttes jelentkezik (típusos dominanciaviszonyokkal) partszegélyi sekélytengeri viszonyokat valószínűsítve.

A II. telep képződését megelőzően összemosott, de alig szállított formában — parteltolódást, sótartalom-ingadozást jelezve — *Crassostrea* asszociáció jelentkezik. A II. telep felett hosszabb Molluscafauna-mentes, de életnyomos szakasz után jelentkező *Corbula*—*Anadara* asszociáció partszegélyi, sekélytengeri környezetre utal. Ehhez képest határozott változást jelez (erősebben mozgatott víz, sótartalom-csökkenés) az I. telep képződését megelőzően tért hódító crassostreás faunaegyüttes.

A telepképződési időszak lezáródásával az I. telep közvetlen fedőjében újra a *Crassostrea* asszociáció tér vissza, majd egyértelműen lagunáris környezetre utalva megjelenik a *Congeria*—*Hydrobia*—*Melanopsis*, illetve a *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* faunaegyüttes. Ezt követően Molluscafauna-mentes szakasz következik, majd újra a partszegélyi, sekélytengeri körülmények válnak uralkodóvá, amit a *Solenocurtus*—*Thracia*—*Pitaria* asszociáció megjelenése igazol.

A Salgótarjáni Barnakószén Formáció keletkezése során bekövetkezett fauna-, illetve fácies-változások tendenciáját — összehasonlítva a négy kutatási területet — a 3. és 9. ábra mutatja be.

A Salgótarjáni Barnakőszén Formáció kialakulását megelőző időszak legfontosabb eseményei a szávai orogénhez kapcsolódnak. A ciklus kompresszív fázisában alakult ki az ÉNy—DK-i irányú Sajó-árok, majd a hasadékká szélesedő mélytörések mentén az eggenburgi—ottnangi határon riolit-tufa került a felszínre, a Gyulakeszi Riolit-tufa Formáció (HÁMOR G. et al. 1982). Legtöbb esetben ez a képződmény adja a barnakőszéntelepesség összletének fekvését.

Az ottnangi, viszonylag lassú oszcillációs transzgressziót a Salgótarjáni Barnakőszén Formáció kavicsos bázisképződményei, illetve az V. barnakőszéntelep vezet be, melynek elterjedését a változatos térszín tette szabálytalanná. A telepkepződési időszak akkor zárult le, amikor a meginduló süllyedés következtében az árkos szerkezetek nagy része víz alá került. A transzgresszió DK-i irányból érte az Újdiósgyőr-Forrásvölgy és Duzsnok-i területet, Tardona—Peres környékére ÉÉK-i irányból érkezett.

A változatos térszíni viszonyok következtében tulajdonképpen részüledékgyűjtők alakultak ki, melyek egymással kapcsolatban voltak, de fejlődésük — a fáciesváltozások tükrében — a nagyszerkezeti árokban elfoglalt helyzetük következtében eltérően alakult (9. ábra).

Az V. telep keletkezését követő időszakban majdnem az egész rendszerben lagúnás—csökkentsős-vízi körülmények uralkodtak, feltételezhetően a folyók intenzív hígító hatásának következtében (10. ábra).

Gazdag és színes élővilág alakult ki a növényzettel borított aljzatú, nagy mennyiségű szuszpendált szerves törmelékkel szállított, áramlásoktól mozgatott vízü, oxigénbő környezetben. Az itt jelentkező asszociációkra az epifauna jelleg és a szuszpenziófiltrálók, illetve a növényevők dominanciája jellemző. A lagúnák kisebb sótartalmú zónáiban élt a *Congerina*—*Hydrobia*—*Melanopsis* asszociáció, gyakori átmeneteket képezve a *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* társulás felé, mely a legnagyobb elterjedésű, leggyakoribb társulása volt a lagúnarendszernek. Ezek igen gyakran *Crassostrea* padokhoz kapcsolódtak, ritkábban a *Mytilus* együttéseket kísérték.

A Tardona—Peres-i kutatási terület DDK-i részén azonban — a Tardona 72. sz. fúrás tanúsága szerint — ebben az időben partszegélyi sekélytengeri üledékképződés volt, illetve a lagúnarendszernek ezen a részén a sótartalom olyan magas értéket ért el, amely már lehetővé tette a *Pitaria*—*Hinia*—*Cardium* és *Anadara*—*Turritella* asszociáció elterjedését. A kutatási terület K-i határaitól nincsenek adataink, de a legközelebb eső Újdiósgyőr-Forrásvölgy-i területen semmi sem utal élő tengeri kapcsolatra kialakulására.

Miután a medence süllyedése lelassult, erősödött a lagúnák feltöltődése, ami mocsári fácies kialakulásához vezetett. A kelet-borsodi medence területén a legnagyobb elterjedésű az ekkor képződött IV. telep.

A láposodási ciklusnak az újra lassan meginduló süllyedése vet véget. A kezdeti édesvízi—oligo-halin lagunáris környezetet folyamatosan partszegélyi sekélytengeri üledékképződés váltja fel, illetve a megerősödő tengeri kapcsolat következtében a lagúnarendszer sótartalma emelkedik, amit a magasabb sótartalom-igényű együttések elterjedése jelez. A IV. telep képződését követő időszakban ez a tendencia az egész kelet-borsodi medence területén érvényesül (10. ábra).

Az Újdiósgyőr-Forrásvölgy-i területen a folyamat lassú, gyakoriak a visszacsatolások, a fauna-, illetve fáciesváltozások. A tardonai részmedencében rövid csökkentsősvízi szakasz után válnak uralkodóvá a partszegélyi sekélytengeri körülmények, jellemző *Pitaria*—*Hinia*—*Cardium* asszociációval. Hasonló tendenciájú a felsőnyárádi medencerész fejlődése is, ahol ezen időszak alatt először a *Pitaria*—*Hinia*—*Cardium*, majd a *Corbula*—*Anadara* faunaegyüttes dominanciája jellemző (RADÓCZ Gy. 1964). Ennek a nagy kiterjedésű ingresszióknak visszahúzódását a csökkentsősvízi fauna lassú térhódítása jelzi. A süllyedés megszűnésének következtében újabb láposodási ciklus indul meg.

A III/a telep képződését követően az egész lagúnarendszerre kiható változás figyelhető meg, melyet a *Mytilus*—*Sanguinolaria* asszociáció szinte egyidejű — sok esetben paraautocton beágyazódású — hirtelen elterjedése jelez. A *Mytilus* asszociációk viszonylag kis mélységet (hullámbázis

környéke illetve felette), erősen mozgatott vizet jeleznek. Ilyen körülmények a lagúnarendszerben korábban is adottak voltak, korábbról is ismerjük ezt a társulást. Bár hirtelen, szinte az egész medencére kiterjedő megjelenésükre több feltételezés is adódik, nem ismerjük a pontos választ.

A III. telep képződését követő időszak kezdetén a medence nagyrészen lagúnás, csökkentsósvízi környezet alakult ki. A tardonai és duznoki területen a csökkentsósvízi üledékképződést rövidesen partszegélyi sekélytengeri körülmények váltották fel, míg a diósgyőri medencerészben továbbra is csökkentsósvízi környezet maradt fenn.

A II. telep képződését követően a medence túlnyomó részében — a kezdeti csökkentsósvízi szakasz után a diósgyőri területen is — partszegélyi sekélytengeri körülmények váltak uralkodóvá.

Ezt követően már csak a medence keleti részéből, a diósgyőr—duznoki területről vannak adataink, hisz a medence többi részén a telepés összlet fiatalabb része nagyrészt lepusztult.

Az Újdiósgyőr-Forrásvölgy és a Duznok-i területek fejlődési tendenciája nagyon hasonló. A faunaasszociációkbeli különbség egyértelműen utal a diósgyőri terület peremi és a duznoki terület medencebelseji helyzetére. Mind a két területen az I. telep keletkezését megelőző időszakban *Crassostrea* biostromok alakultak ki, majd a láposodási ciklus lezáródásával újra benépesítették a lagúnát. A duznoki területen az I. telep képződését követően a csökkentsósvízi lagúnás viszonyokat jelző *Cardium*—*Pirenella*—*Theodoxus* asszociáció is megjelent.

E rövid intermezzo után — mely talán már a stájer orogén fázis kompresszív szakaszát jelzi — mindkét területen partszegélyi sekélytengeri üledékképződés folytatódott, partibb jelleggel a diósgyőri, nyíltabb vízi fáciesben a duznoki területen.

Összefoglalva tehát az eddigieket (10. ábra), a Salgótarjáni Barnakőszén Formáció keletkezése idején a faunaasszociációkkal jellemezhető fáciesváltozások — helyi jellegű eltérések ellenére — azonos tendenciát mutatnak. Makrofauna-vizsgálatok alapján kimutatható, egész medencére kiható események:

- a IV. telep képződését követő általános ingresszió;
- III—III/a telepek képződését megelőzően, illetve követően a mytilusos asszociáció robbanásszerű, az egész medencét meghódító elterjedését előidéző környezeti változás;
- a II. telep képződését követő tengerelöntés, melyet az I. telep feltöltődési időszaka zár le.

#### IV. BIOSZTRATIGRÁFIAI ÉRTÉKELÉS

A Mollusca fauna biosztratigráfiai értékelése elsősorban a faunaegyüttesek fajainak fajöltő-vizgálatán alapult. A felsőnyárádi Fekete völgyben a devonra települő, kezdetben limnikus, csökkentsősvízi, később egyre tengeribbé váló, nagy kiterjedésben nyomozható agyagos, aleuritós összlet (Felsőnyárádi Formáció) jellegzetes, a fáciesváltozásokat jól tükröző *e g g e n b u r g i* jellegű makrofaunát tartalmaz.

A kezdeti csökkentsősvízi agyagos homokos összlet Mollusca faunája (*Mytilus aquitanicus*, *Theodoxus pictus*, *Pirenella plicata*, *Tympanotonus margaritaceus* stb.) igen közel áll az oligocénvégi regressziós szakasz hasonló fáciesű mytilusos — pirenellás — tympanotonusos együtteseire. Az eggenburgiban fellépő fiatalabb fajok nagyobb száma, valamint a jellegzetes egri korú fajok hiánya (*Ampullina crassatina*, *Turritella beyrichi*, *Theodoxus bueckensis*, *Polymesoda convexa* stb. — BÁLDI T. — RADÓCZ GY. 1971) alapján a képződményt az eggenburgiba soroltuk.

A csökkentsősvízi rétegekre agyagos, finomhomokos képződmények következnek, melyek tengeri Mollusca faunája (*Pitaria* — *Hinia* — *Turritella* — *Cardium* — *Flabellipecten burdigalensis*-es faunaegyüttesek) az eggenburgiba sorolható, hisz a Mollusca fauna fajainak több, mint 60%-a az eggenburgiban fellépő fiatal forma.

Külön meg kell említenünk az Ormosbánya 322. sz. fúrás (137,5 — 143,2 m) tufás aleuritós agyag, ill. az Ormosbánya 323. sz. fúrás (141,8 — 149,8 m) homokos aleurit rétegeinek faunáját, melyre a *Flabellipecten burdigalensis*, *Propeamussium miopliocenicum* a jellemző. Úgy tűnik, ez az eggenburgi legmagasabb tagja ezen a területen. A *Flabellipecten burdigalensis* a Paratethys területén az egriben jelenik meg, de az alsó-miocénben a legelterjedtebb. Az eggenburginál fiatalabb képződményekből nem ismert. Az itt található *Flabellipecten* és *Propeamussium* fajokon kívül egyéb *Pecten* töredékek (egyenlőre *Chlamys* sp.) is előkerültek, ezeknek részletes és teljes feldolgozása azonban a jövő feladata.

A Borsodi-medence széntelepes összletét feképképződményei, települési viszonyai, valamint a nógrádi barnakőszéntelepes rétegekkel való párhuzamosítás alapján az utóbbi 30 évben a helvétibe sorolták. A későbbiekben a Paratethysre felállított regionális emeletrendszer kialakítása után, ill. a Paratethys Munkabizottság 1975-ös határozata értelmében — mely az „alsó riolittufa” helyét az ottngi bázisán jelölte ki — a széntelepes összlet az *o t t n a n g i b a* került. A makrofauna kor szempontjából történő kiértékelése érdekében elkészítettük (19 fúrás alapján) a formáció borsodi taxonokra vonatkoztatott összesített fajöltő-diagramját (BÁLDI 1976-os kronogram után) (11. ábra). A taxonok vertikális elterjedésének adatait (1. táblázat) a korszerűen feldolgozott, biosztratigráfiailag is értékelhető miocén Mollusca faunák adataira támaszkodva állítottuk össze. Az egyes oszlopok a különböző belépési dátumú fajok százalékos eloszlását mutatják az összes fajhoz viszonyítva, míg az oszlopokon belül az eltérő perzisztencia értékeket eltérő jelöléssel (ill. 1 — 7-ig terjedő arab számokkal) jeleztük (11. ábra). Könnyen leolvasható, hogy az ottngiban belépő fajok a faunának 40%-át alkotják. Ezen belül csak 15% az ottngira korlátozódó fajok mennyisége (*Cardium sociale*, *Theodoxus cyrtocelis*, *Pirenella borsodensis*, *Unio borsodensis*, *Congeria claviformis*). Mindennek alapján a Salgótarjáni Barnakőszén Formáció Mollusca faunáját ottngi korúnak véljük.

Az Újdiósgyőr-Forrásvölgy és Duzsnok területen mélyített fúrások makrofauna vizsgálata során a telepes összlet fedőjében jelentkező, elkülönülő üledékjegyeket mutató „slír” képződmény Mollusca faunájának eddigi vizsgálata *k á r p á t i* kort valószínűsít. A kérdést azonban nem tekinthetjük eldöntöttnek, amíg a fedőképződmények Mollusca faunájának feldolgozása le nem zárul.

- AGER V. D. 1963: Principles of Paleocology. — New York.
- ALFÖLDI L. 1959: Abráziós diszkordancia nyomai a sajtóvölgyi barnaköszéntelegek fedőjében. — Földt. Közl. 89: 125.
- BALOGH K. 1964: A Bükkhegység földtani képződményei. — Földt. Int. Évk. 48 (2).
- BALOGH K. (szerk.) 1975: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. M-34-XXXIII. Miskolc. — Föld. Int. kiadv.
- BALUK W.—RADWANSKI A. 1977: Organic communities and facies development of the Korytnica basin. — Acta Geol. Pol. 27 (2): 85—117.
- BÁLDI T. 1973a: Jelentés a tardonai és tapolcsányi fúrások makrofauna vizsgálatáról. — Földt. Int. Adattár, kézirat.
- BÁLDI T. 1973b: Mollusc fauna of the Hungarian Upper Oligocene (Egerian). — Akad. Kiadó, Budapest.
- BÁLDI T. 1976: A Dunántúli-középhegység és É-Magyarország oligocénjének korrelációja. — Földt. Közl. 106: 407—424.
- BÁLDI T. 1979: A történeti földtan alapjai. — Tankönyvkiadó, Budapest.
- BÁLDI T. 1983: Magyarországi oligocén és alsómiocén formációk. — Akad. Kiadó, Budapest.
- BÁLDI T.—RADÓCZ GY. 1965: Egri jellegű felsőoligocén és alsómiocén medencefaciés Borsodban. — Földt. Közl. 95: 306—312.
- BÁLDI T.—RADÓCZ GY. 1971: Die Stratigraphie der Egerien- und Eggenburgien Schichten zwischen Bretka und Eger. — Földt. Közl. 101: 130—159.
- BEER BISTRICKY E. 1956: Die miozänen Buccinidae und Nassariidae des Wiener Beckens und Niederösterreichs. — Mitteil. Geol. Ges. 49: 41—84. Wien.
- BERRY S. S. 1956: A tidal flat of the Vermilion Sea. — Journ. Conch. 24: 81—84.
- BOEKSCHOTEN G. J. 1966: Shell borings of sessile epibionthic organisms as paleoecologic guides (with examples from Dutch coast). — Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol. 2: 333—379. Amsterdam.
- BOESCH F. D.—WASS L. M.—VINSTEIN W. R. 1976: The dynamics of estuarine benthic communities. — In WILEY M. (ed.): Estuarine Processes 1: 177—197.
- BOHNNÉ HAVAS M. 1983: Miocén bentosz Molluszka asszociációk a Kelet-Borsodi medencében. — Földt. Int. Adattár, kézirat.
- BOHNNÉ HAVAS M. 1985: Reconstruction of paleoenvironment of a Miocene area in Hungary based on molluscs. — Proc. Eight European Malac. Congr. Budapest.
- BOUCHET P. 1977: Distribution des mollusques dans les mangroves du Senegal. — Malacologia, 16 (1): 61—67. Milan.
- BUCHANAN J. B. 1958: The bottom-fauna communities across the Continental Shelf of Accra, Ghana (Gold Coast). — Proc. Zool. Soc. 130: 1—56. London.
- CASPERS H. 1957: Black Sea and Sea of Azov. — In Treatise on marine ecology and paleoecology. Geol. Soc. Amer. Mem. 67 (1): 801—890.
- CICHA J.—SENEŠ J.—TEJKAL J. 1971: Die Karpatische Serie und ihr Stratotypus (M<sub>3</sub> Karpatien). — Chronostr. u. Neostrat. VEDA Slow. Akad. Wiss. Bratislava.
- COOMANS E. H. 1969: Biological aspects of mangrove molluscs in the West Indies. — Malacologia 9 (1): 79—84.
- COSSMANN M.—PEYROT A. 1909—1934: Conchologie néogène de l'Aquitaine. — Actes Soc. Linn. 63—70, 73—75, 77—79, 84. Bordeaux.
- CTYROKY P. 1968: The correlation of Rzehakia (Oncophora) Series in Eurasia. — Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol. 4: 257—270. Amsterdam.
- CTYROKY P. 1972: Die Molluskenfauna der Rzehakia (Oncophora) Schichten Mährens. — Ann. Nat. Hist. Mus. 76: 41—141. Wien.
- Cs. MEZNERICS I. 1951: Salgótarján vidéki slír és pectenés homokkő faunája. — Földt. Közl. 81: 303—349.
- Cs. MEZNERICS I. 1953: Salgótarjáni kőszénfekvő rétegek faunája. — Földt. Közl. 83: 35—56.
- Cs. MEZNERICS I. 1959: Az egeresehi—ózdai kőszénfekvő burdigalai faunája. — Földt. Közl. 89 (4): 413—424.
- Cs. MEZNERICS I. 1960: Pectinidés du Néogène de la Hongrie et leur importance biostratigraphique. — Mém. Soc. Géol. Fr. 39 (92): 1—56. Paris.
- Cs. MEZNERICS I. 1967: Az ipolytarnóci burdigalai fauna. — Földt. Közl. 97: 177—185.

- CSÁSZÁR G. — HAAS J. — HALMAI J. — HÁMOR G. — KÖRÖSI L. 1982: A közép és fiatal alpi tektonikai fázisok szerepe Magyarország földtani fejlődésmenetében. — *Földt. Int. Évi Jel.* 1980-ról: 509—516.
- DALEY B. 1972: Macroinvertebrate assemblages from the Bembridge marls (Oligocene) of the Isle of Wight, England, and their environmental significance. — *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 11 (1): 11—32. Amsterdam.
- DAVITASHVILI L. SH. — MERKLIN R. L. 1966: *Spravochnik po ekologii morskikh dvustvorok.* — Izd. Nauka, Moscow.
- DEÁK J. 1982: Kutatási zárójelentés a Dubicsány-Sajóvölgy barnaköszén-területről. — KFH Adattár, kézirat.
- DODD J. R. — STANTON R. J. 1981: *Paleoecology, concepts and applications.* — New York.
- DOLLFUS G. F. — DAUTZENBERG PH. 1902—1920: *Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire.* — *Mém. Soc. Géol. Fr.* 27: 1—378. Paris.
- DÖRJES J. 1971: Der Golf von Gaeta (Tyrrhenisches Meer). — *Senckenbg. Marit.* 3: 203—246.
- EKMAN S. 1953: *Zoogeographie of the Sea.* — London.
- FARROW G. 1975: On the ecology and sedimentation of the Cardium Shellsands and transgressive shell banks of Traigh Mhor, Island of Barra Outer Hebrides. — *Roy. Soc.* 69 (9): 204—227. Edinburgh.
- FRANZ D. 1976: Benthic molluscan assemblages in relation to sediment gradients in northeastern Long Island Sound, Connecticut. — *Malacologia*, 15: 377—379.
- FRETTER V. — GRAHAM A. 1962: British prosobranch molluscs. Their functional anatomy and ecology. — *Roy. Soc. London.*
- FREY W. R. Ed. 1975: *The study of trace fossils.* — New York.
- FÜRSICH F. T. 1977: Corallian (Upper Jurassic) marine benthic associations from England and Normandy. — *Paleont.* 5 (20) Part 2: 337—387. London.
- FÜRSICH F. T. 1978: The influence of faunal condensation and mixing and the preservation of fossil benthic communities. — *Lethaia*, 11: 243—250. Oslo.
- GEKKER R. F. 1957: *Vvedenie v paleoekologiyu.* — Moscow.
- GITTON J. L. 1978: Apport de la paleoecologie à la reconstruction et à l'évolution d'un bassin sédimentaire. — These Docteur Diss. Univ. Paris Sud, Centre d'Orsay. Paris.
- HÁMOR G. 1970: A Kisterenye—Gyulakeszi (Nógrád m.) ottngangi fácies sztratotípusa. — *Földt. Int. Évi Jel.* 1969-ről: 199—212.
- HÁMOR G. 1983: The quantitative methods of palaeogeographical reconstruction. — *Special Papers* 2: 70. *Földt. Int. kiadv.*
- HÁMOR G. — HALMAI J. — FORGÓ L. 1967: *É-Magyarország miocén ősföldrajzi térképe.* — *Földt. Int. Adattár, kézirat.*
- HEDGPETH J. W. 1957: Estuaries and lagoons. II. Biological aspects. — In *Treatise on marine ecology and paleoecology.* *Geol. Soc. Am. Mem.* 67: 693—729.
- HILBER V. 1879: Neue Conchylien aus dem mittelsteirischen Mediterranschichten. — *Sitzungsb. Akad. Wiss. I. Wien.*
- HOERNES R. 1875: Die Fauna des Schliers von Ottngang. — *Jb. Geol. Reichsanst.* 25: 333—400. Wien.
- HOFFMAN A. 1978: System concepts and the evolution of benthic communities. — *Lethaia*, 11: 179—183.
- HOFFMAN A. 1979: A consideration upon macrobenthic assemblages of the Korytnica Clays (Middle Miocene Holy Cross Mountain). — *Acta Geol. Polon.* 29 (3): 345—352.
- HOFFMAN A. 1980: System-analytic conceptual framework for community paleoecology. — *Roczn. Pols. Tow. Geol.* 50 (1): 161—172.
- HOFFMAN A. — SZUBZDA B. 1976: Paleoecology of some molluscan assemblages from the Badenian (Miocene) marine sandy facies of Poland. — *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 20: 307—332. Amsterdam.
- HORVÁTH M. — NAGYMARÓSI A. 1979: A rzechakias rétegek és a Garábi slír koráról nannoplankton és foraminifera vizsgálatok alapján. — *Földt. Közl.*: 211—229.
- HÖLZL O. 1959: Die Mollusken-Fauna des oberbayerischen Burdigals. — *Geol. Bav.* 38. München.
- HÖRNES M. 1856, 1870: Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien. — *Abh. Geol. Reichsanst. I. Univalven, II. Bivalven.* Wien.
- HUDSON O. 1963: The recognition of salinity controlled mollusc assemblages in the Great Estuarine Series of the Inner Hebrides. — *Paleontology* 6: 318—326.
- IL'INA L. B. — NEVESSKAYA L. A. — PARAMONOVA N. P. 1976: Regularities of mollusc development in the Neogene semimarine and brackishwater basins of Eurasia (Late Miocene—Early Pliocene). — *Acad. Sc. USSR, Transact. Palaeont. Inst.* 155. Moscow.
- JOHNSON R. G. 1960: Models and methods for analysis of the mode of formation of fossil assemblages. — *Bull. Geol. Soc. Amer.* 71: 1075—1086.
- JOHNSON R. G. 1962: Mode of formation of marine fossil assemblages of the Pleistocene Millerton Formation of California. — *Bull. Geol. Soc. Amer.* 73: 113—130.
- JUHÁSZ A. 1961: A borsodi szénmedence keleti részének földtani ismertetése. — *Bány. Koh. Lapok* 91 (5): 619—634.
- JUHÁSZ A. 1965a: A kelet-borsodi barnaköszénmedence vízföldtani viszonyai. — *Bány. Koh. Lapok*, 98 (10): 677—690.
- JUHÁSZ A. 1965b: A kelet-borsodi helvét barnaköszéntelepek szénközöttani vizsgálata. — *Földt. Közl.* 95 (1): 71—78.
- JUHÁSZ A. 1966: A borsodi medence miocén korú szénelőfordulásainak bányászati vonatkozásairól. — *Bány. Koh. Lapok*, 99 (9): 586—593.
- JUHÁSZ A. 1970: A borsodi medence keleti részén a helvét barnaköszéntelepek szénközöttani, településtani vizsgálata. — *Földt. Közl.* 100 (3): 209—306.



- JUX VON U. 1966: Torfe des rheinischen Tertiärs im Vergleich mit heutigen Bildungen an der amerikanischen Ostküste. — Z. Deutsch. Geol. Ges. 118: 69—101. Hannover.
- KAUFFMANN E. G.—FÜRSICH F. 1983: Ecological zonation of Cretaceous brackish water facies. — First Intern. Congr. on Paleocol. Abstr.
- KAUTSKY F. 1936: Die Veneriden und Petricoliden des niederösterreichischen Miozäns. — Bohrtechn. Z. 54: 157—160. Wien.
- KECSKEMÉTI NÉ KÖRMENDY A. 1959: Jelentés a Felsőnyárad 201., 213. és 214. sz. fúrások alsó riolittufa alatti miocén rétegek makropaleontológiai vizsgálatáról. — Földt. Int. Adattár, kézirat.
- KOCHANSKY-DEVIDÉ V.—SLISKOVIC T. 1978: Miocenske Kongerije Hrvatske Bosne i. Hercegovine. — Paleont. Jugosl. 19: 1—98.
- KOJUMDŽIEVA E.—STACHIMIROV B. 1960: Les fossiles de Bulgaria. VII. Tortonien. — Acad. Sci. Bulg. Sofia.
- KOJUMDŽIEVA E. 1976a: Paléocologie des communautés des Mollusques du Miocène en Bulgarie de Nord-Ouest. I. Méthod et généralies. — Geol. Balc. 6 (1): 31—52.
- KOJUMDŽIEVA E. 1976b: Paléocologie des communautés des Mollusques de Miocène en Bulgarie de Nord-Ouest. II. Communautés des Mollusques de Badenien (Miocène moyen) en Bulgarie de Nord-Ouest. — Geol. Balc. 6 (2): 63—94.
- KOJUMDŽIEVA E. 1976c: Paléocologie des communautés des Mollusques du Miocène en Bulgarie du Nord-Ouest. III. Communautés des Mollusques du Volhynien (Sarmatien inférieur). — Geol. Balc. 6 (3): 53—68.
- KOJUMDŽIEVA E. 1977: Paléocologie des communautés des Mollusques du Miocène en Bulgarie du Nord-Ouest. V. Certaines particularités des communautés. — Geol. Balc. 7 (1): 81—96.
- KÓKAY J. 1966: A herend—márkói barnaköszénterület földtani és őslénytani vizsgálata. — Geol. Hung. Ser. Pal. 36.
- KÓKAY J. 1972: Az ottnangien fácies-sztratotípus szelvényei a Várpalotai-medencében. — Földt. Közl. 102: 40—53.
- KOROBKOV I. A. 1954: Spravochnik i metodicheskoe rukovodstvo po tretichnym mollyuskam. — Platinchatozhabernoye, 226. Leningrad.
- KORPÁSNÉ HÓDI M. 1983: A dunántúli-középhegység északi előtere pannóniai Mollusca faunájának paleoökológiai és biosztratigráfiai vizsgálata. — Földt. Int. Évk. 66.
- KRAUSS F. 1852: Die Mollusken der Tertiär-Formation von Kirchberg an der Iller. — Jh. Ver. Vaterl. Naturk. Württemberg, 8: 136—157.
- LADD H. S. et al. 1957: Paleocology. — In Treatise on marine ecology and paleocology. Mem. Geol. Soc. Amer. 67 (2).
- LANKFORD R. R. 1976: Coastal lagoons of Mexico. — In WILEY M. (ed.): Estuarine Processes. 2: 182—217.
- LARSEN K. 1936: The distribution of the invertebrates in the Dibsø Fjord, their biology and their importance as fish food. — Rep. Dan. Biol. Stat. 41: 4—35.
- LATRÁN B. 1981: Tardona—Peres barnaköszén-előfordulás előzetes fázisú összefoglaló jelentése. — KFH Adattár, kézirat.
- LAWRENCE D. R. 1968: Taphonomy and information loss in fossil communities. — Geol. Soc. Amer. Bull. 79: 1315—1330.
- LIBEAU A. 1980: Paläobathymetrie und Ökofaktoren: Flachmeer-Zonierung. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 160 (2): 173—216.
- NEWELL N. D. 1959: Organism communities and bottom facies, Greet Bahama Bank. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 117: 196—225.
- NÉMEDI-VARGA Z. et al. 1982: A duznoki barnaköszénterület földtani kutatási jelentése. — KFH Adattár, kézirat.
- NIKITIN V. J. 1957: The Guadant oyster bank. — In Treatise on marine ecology and paleontology. Geol. Soc. Amer. Mem. 67 (1).
- NIKITIN V. N. 1964: Kolichestvennoe raspredelenie donnoy makrofauny v Chernom more. — Trudy Inst. Okean. 69: 285—329.
- PARKER R. H. 1955: Changes in the invertebrate fauna, apparently attributable to salinity changes, in the bays of Central Texas. — Journ. Paleont. 29 (2): 193—211.
- PARKER R. 1956: Macro-invertebrate assemblages as indicators of sedimentary environments in East Mississippi delta region. — Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 40 (2).
- PARKER R. H. 1959: Macro-invertebrate assemblages of Central Texas coastal bays and Laguna Madre. — Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol. 43: 2100—2166.
- PARKER R. 1960: Ecology and distributional patterns of marine macro-invertebrates, northern Gulf of Mexico. — Amer. Assoc. Petrol. Geol.: 302—381.
- PARKER R. 1964: Zoogeography and ecology of macro-invertebrates of Gulf of California and continental slope off Western Mexico. — Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3: 331—376.
- PEARSE A. S.—GUNTER G. 1957: Salinity. — In Treatise on marine ecology. Geol. Soc. Amer. Mem. 67 (1): 129—158.
- RADÓCZ GY. 1960: A borsodi barnaköszénkutatás új eredményei. — Földt. Közl. 90: 48—55.
- RADÓCZ GY. 1964: Földtani vizsgálatok a Feketevölgy-i (É-Borsodi) barnaköszén-területen. — Földt. Int. Évi Jel. 1962-ről: 511—545.
- RADÓCZ GY. 1966: A Borsodi-medence helvét összletének barnaköszén-prognózisa. — Földt. Int. Évi Jel. 1964-ről: 495—501.
- RADÓCZ GY. 1973: A borsodi paleogén és alsómiocén rétegtani kérdései. — Földt. Közl. 103: 189—195.
- RADÓCZ GY. 1974: Zostera—Bryozoa—Spirorbis biocönózis a Borsodi-medencéből. — Földt. Int. Évi Jel. 1972-ről: 56—63.
- REINECKE H. S.—SINGH I. B. 1973: Depositional sedimentary environments. — Springer, New York.

- REMANE A. 1934: Die Brackwasserfauna. — Verh. Deutsch. Zool. Ges. Zool. Ann. 7.
- REMANE A.—SCHLIEPER C. 1958: Die Biologie des Brackwassers. — In THIENEMAN A.: Die Binnengewässer. 22: 1—348.
- RZEHAK A. 1893: Die Fauna der Oncophora Schichten Mährens. — Verh. Naturf. Ver. Brünn, 31: 142—192.
- SCHLICKUM W. R. 1962: Die Gattung *Linnopappia* n. gen. — Arch. Moll. 91 (1/3): 109—115.
- SCHLICKUM W. R. 1963: Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse von Oben- und Unterkirchenberg. — Arch. Moll. 92 (1/2): 1—10.
- SCHLICKUM W. R. 1964a: Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns. — Arch. Moll. 93 (1): 1—70.
- SCHLICKUM W. R. 1964b: Zur Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns. — Arch. Moll. 93 (2/3): 163—164.
- SCHLICKUM W. R. 1964c: Die Molluskenfauna der Kirchberger Schichten des Jungholzes bei Leipheim/Donau. — Arch. Moll. 95 (5/6): 321—335.
- SCHLICKUM W. R. 1967: Zur Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns. 2. — Arch. Moll. 96 (3/6): 175—179.
- SCHLICKUM W. R.—CTYROKY P. 1965: Zur Systematik der miozänen Brackwassercardiiden. — Arch. Moll. 94 (3/4): 105—110.
- SCHRÉTER Z. 1929: A borsod—hevesi szén- és lignitterületek bányaföldtani leírása. — Földt. Int. Alk. Kiadv. 1929: 115—131.
- SCHRÉTER Z. 1952: Újabb földtani vizsgálatok a sajjóvölgyi barnakőszénmedencében. — Földt. Int. Évi Jel. 1949-ről: 115—131.
- SCHRÉTER Z. 1959: Földtani és őslénytani vizsgálatok a Jákfalva 17. sz. fúrás mintanyagain. — Földt. Int. Adattár, kézirat.
- SCOTT R. W. 1974: Bay and shoreface benthic communities in the lower Cretaceous. — *Lethaia*, 7: 315—330.
- SCOTT R. W. 1978: Approaches to trophic analyses of paleocommunities. — *Lethaia*, 11: 1—14.
- SCOTT R. W.—WEST R. R. 1976: Structure and classification of paleocommunities. — Dowden, Hutchinson and Ross, Pennsylvania.
- SENEŠ J. 1960: Beitrag zur Frage der fossilen brackischen Biotope. — *Geol. Práce* 19: 27—58.
- SENEŠ J. 1964: Grundlegende Analysen für die biofaziale Bewertung fossiler brackischer Biotope. — *Biol. Práce* 10 (2): 1—74.
- SENEŠ J. 1973: Facialne analyzy Adriatického selfu z aspectu potrieb geologie. — *Geol. Ust. Slov. Akad.*
- SHEPARD P. P. 1958: Sedimentation of the Northwestern Gulf of Mexico. — *Geol. Rundschau* 47: 150—167.
- SCHIER D. E. 1969: Vermetid reefs and coastal development in the Ten Thousand Islands, SW Florida. — *Geol. Soc. Am. Bull.* 80: 485—508.
- SIEBER R. 1956: Die mittelmiozänen Carditidae und Cardiidae des Wiener Beckens. — *Mitteil. Geol. Ges.* 47: 183—234. Wien.
- SIEBER R. 1960: Die miozäne Turritellidae und Mathildae Oesterreichs. — *Mitteil. Geol. Ges.* 51: 229—280. Wien.
- SORGENFREI TH. 1958: Molluscan assemblages from the marine Middle Miocene of South Jutland and their environments. — *Dann. Geol. Unders.* 2 (79): 1—355.
- STANTON R. J.—DODD J. R. 1976: The application of trophic structure of fossil communities in paleoenvironmental reconstructions. — *Lethaia*, 9: 327—342.
- STRAATEN VAN L. M. J. V. 1970: Holocene and Late Pleistocene sedimentation in the Adriatic Sea. — *Geol. Rundschau* 60: 106—131.
- STRAUSZ L. 1928: Geologische Fazieskunde. — *Földt. Int. Évk.* 28: 75—272.
- TEICHMÜLLER M. VON 1958: Reconstructionen verschiedener Moortypen des Hauptflözes der niederrheinischen Braunkohle. — *Fortsch. Geol. von Rheinland und Westfalen.* 1—2: 599—612.
- THIELE J. 1931—1935: Handbuch der systematischen Weichtierkunde. I., II. — Jena.
- THORSON G. 1957: Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). — In *Treatise on Marine Ecology and Palaeoecology*. *Geol. Soc. Amer. Mem.* 67: 461—534.
- TRWIN N. H.—WELSH W. 1976: Formation and composition of a graded estuarine shell bed. — *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 19: 219—230. Amsterdam.
- TURPAEVA E. P. 1954: Tipy morskikh donnykh biotsenozov i savisimost' ikh raspredeleniya ot abioticheskikh faktorov sredy. — *Trudy Inst. Okean.* 11: 36—55.
- VADÁSZ E. 1929: A borsodi szénmedence bányaföldtani viszonyai. — *Földt. Int. Alk. Kiadv.*: 394—459.
- WALKER K. R.—BAMBACH R. K. 1974: Feeding by benthic invertebrates. Classification and terminology for paleoecological analysis. — *Lethaia*, 7: 67—78.
- WARME J. E. 1971: Paleoecological aspects of a modern coastal lagoon. — *Univ. Calif. Publ. in Geol. Sci. Univ.* 87: 1—139.
- WENZ W. 1938—1944: Gastropoda. — In SCHINDEWOLF: *Handbuch der Paleozoologie*. Berlin.
- YONGE C. M. 1946a: On the habits and adaptations of *Aloidis* (*Corbula*) *gibba*. — *Journ. Mar. Biol. Ass. U. K.* 26: 358—376.
- YONGE C. M. 1946b: On the habits of *Turritella* *communis* Risso. — *Journ. Mar. Biol. Ass. U. K.* 26: 377—380.
- YONGE C. M. 1949: On the structure and adaptations of the Tellinacea, depositfeeding Eulamellibranchiata. — *Phil. Trans. Roy. Soc. Ser.* 234: 29—76. London.
- ZENKEVICH L. 1963: *Biology of the seas of the U.S.S.R.* — London.
- ZITTEL K. 1881: *Handbuch der Paleontologie*. II. — München und Leipzig.

PLATES  
FÉNYKÉPTÁBLÁK

**Plate I — I. tábla***Mytilus haidingeri* HOERN.

1. Tardona 72. 279.5 m 1.7×
2. Diósgyőr 366. 273.9—279.3 m 5.6×
3. Tardona 69. 399.5 m 2.1×
4. Sajóalgóc 22. 117.7 m 2.5×
5. Sajóalgóc 22. 117.7 m 1×

Photos on Plates I—XV by Ms. M. PELLÉRDY and Ms. I. LAKY



1



2



3



4



5

**Plate II — II. tábla**

Crassostrea bed (with Crassostrea cross-sections)

1—2. Sajógalgóc 22. 116.90—117.00 m 1.1×

3—4. Sajógalgóc 22. 117.03—117.12 m 1.1×



1



2



3

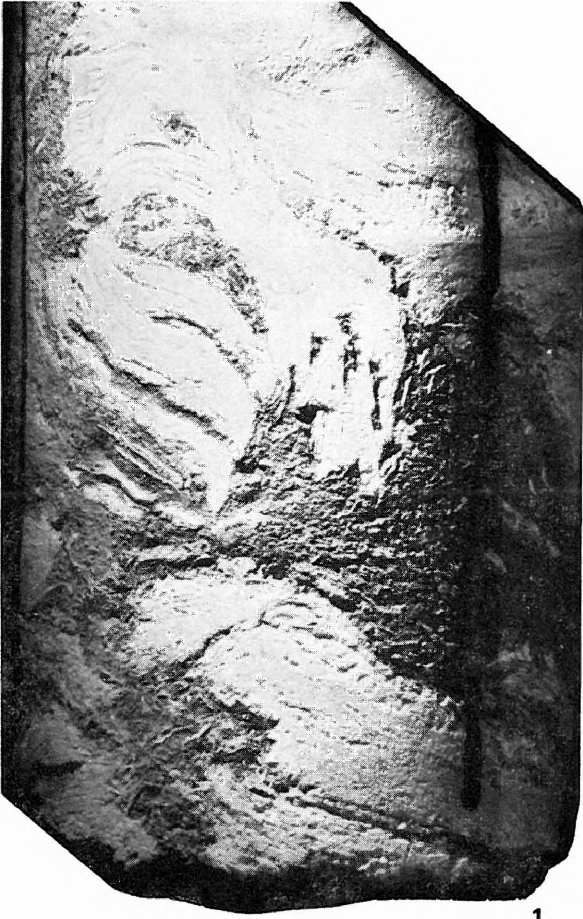


4

**Plate III — III. tábla**Cross-sections of *Crassostrea* in drill core

- 1—2. Diósgyőr 367. 393.6 m 1.6 ×
3. Diósgyőr 367. 326.5 m 2 ×

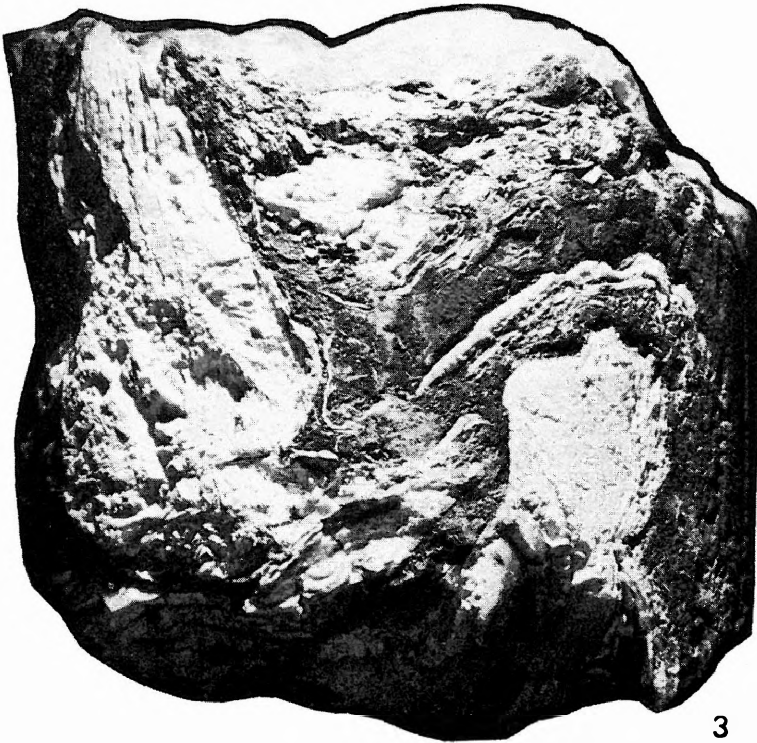




1



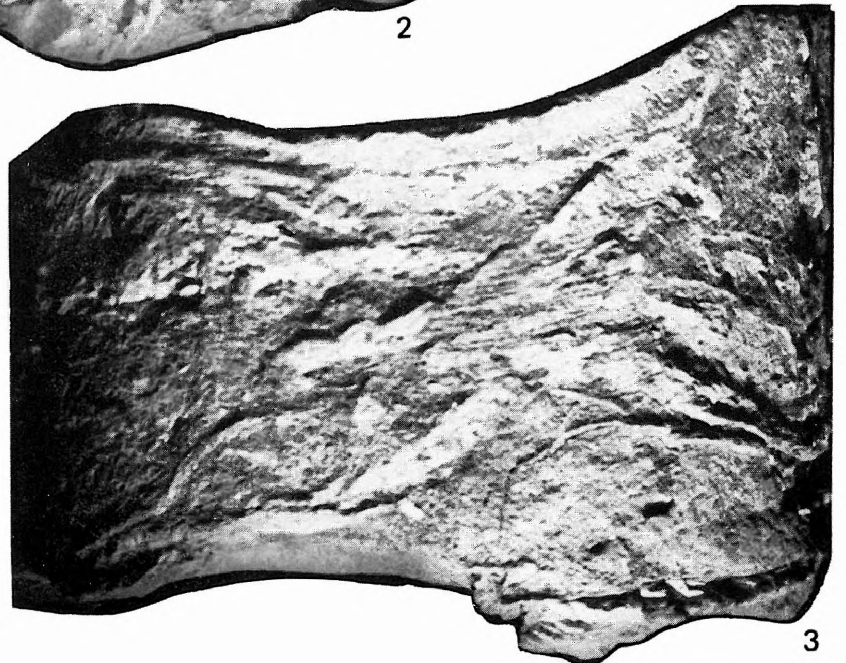
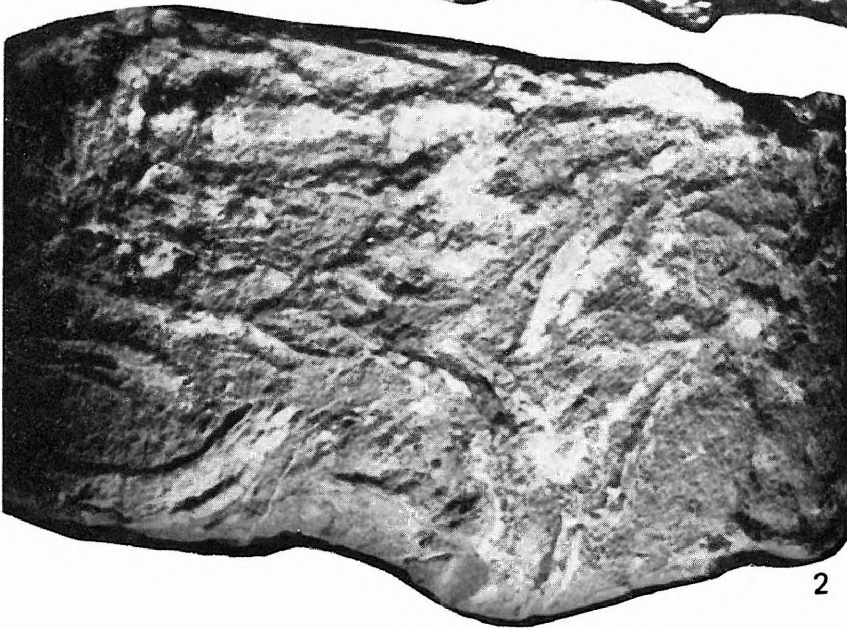
2



3

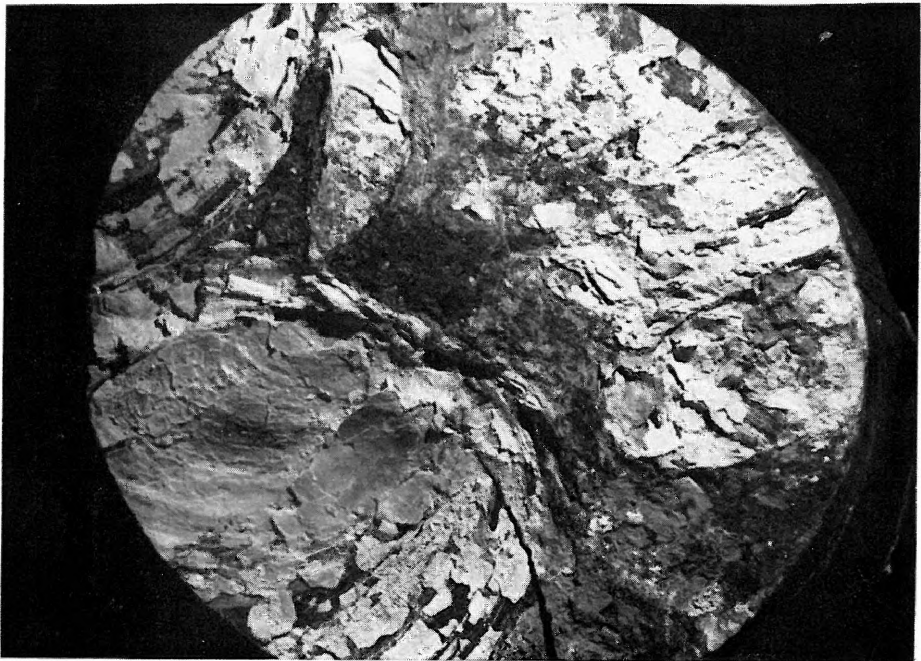
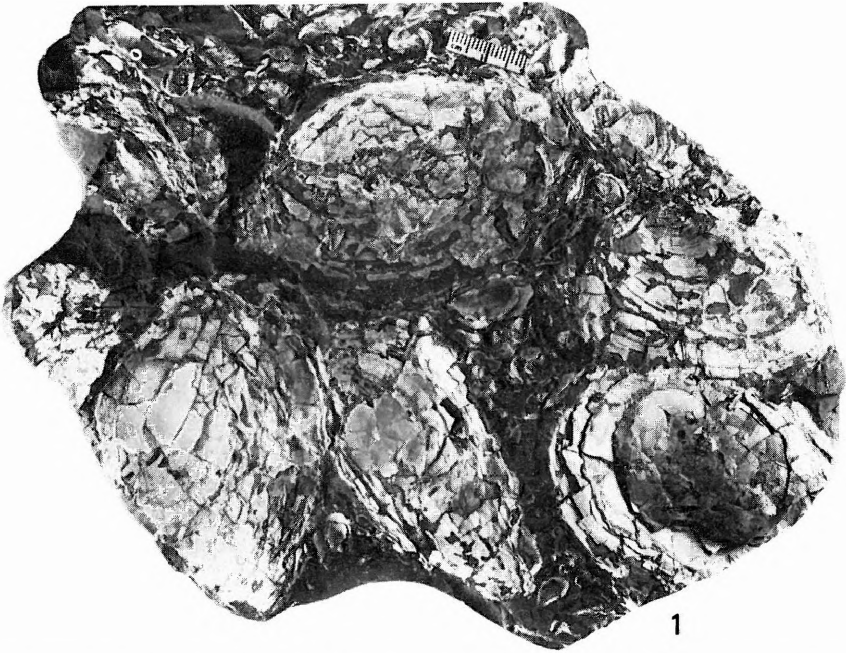
**Plate IV — IV. tábla**

1—3. Cross-sections of *Crassostrea* shells washed together, in drill core  
Diósgyőr 366. 165.5 m 1.8×



## Plate V — V. tábla

1. *Unio borsodensis* SCHRÉTER  
Parasznya, Adriányi telep 0.5×
2. *Unio borsodensis* SCHRÉTER  
Tardona 72. 278.5 m 1.7×
3. *Lutraria oblonga* (CHEMN.)  
Diósgyőr 366. 188.5 m 2.2×



**Plate VI — VI. tábla**

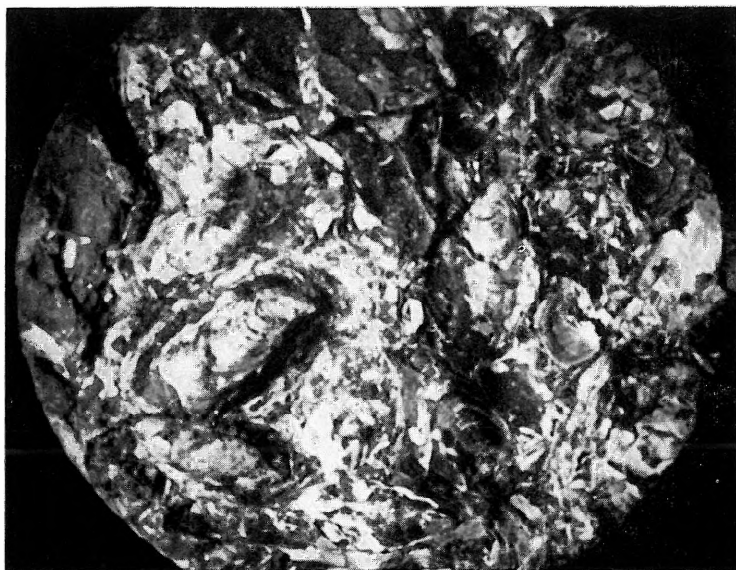
*Unio borsodensis* SCHRÉTER, holotype, Hung. Geol. Inst. Museum, M. 109  
Disznóshorvát



## Plate VII — VII. tábla

1. *Congería ex gr. clavaeformis* KRAUSS  
Jákfalva 55. 68.0—71.5 m 1.5×
2. *Congería ex gr. clavaeformis* KRAUSS  
Jákfalva 55. 65.1 m 1.3×
3. *Congería ex gr. clavaeformis* KRAUSS  
Jákfalva 55. 68.0—71.0 m 1.3×
4. *Congería amygdaloides* DUNK.  
Sajógalgóc 22. 121.5 m 1.3×

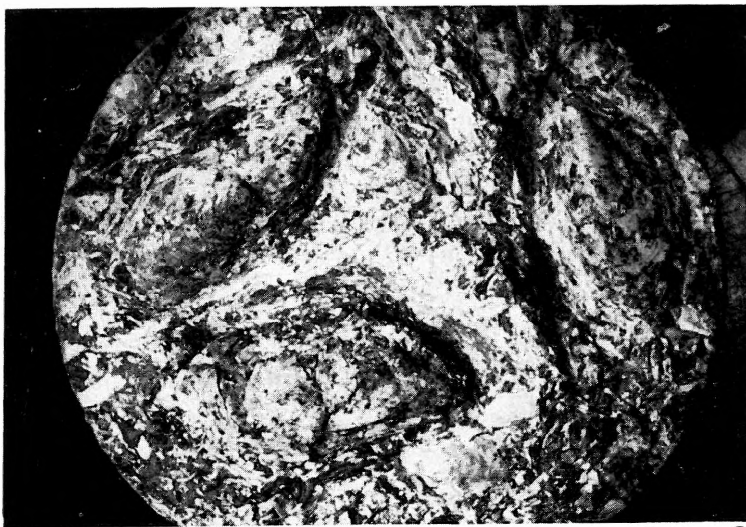




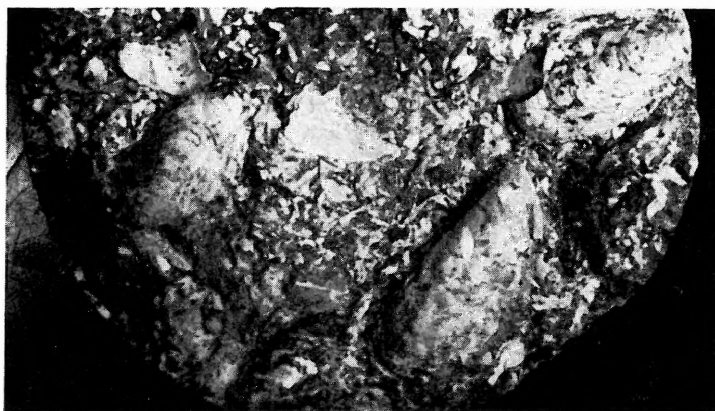
1



2



3



4

## Plate VIII — VIII. tábla

1. *Conger* sp. Nr. 1  
Diósgyőr 366. 169.6 m 6×
2. *Conger* sp. Nr. 1.  
Diósgyőr 366. 169.6 m 1.8×
3. *Conger* sp. Nr. 1.  
Diósgyőr 366. 162.8 m 6×
4. *Conger* sp. Nr. 1.  
Dövény 3. 212.5 m 3.5×
5. *Conger* ex gr. *clavaeformis* KRAUSS  
Diósgyőr 366. 340.0 m 1.5×
6. *Conger* ex gr. *clavaeformis* KRAUSS  
Diósgyőr 366. 340.0 m 3.9×
7. *Conger* ex gr. *clavaeformis* KRAUSS  
Dövény 3. 212.5 m 3.5×
8. *Conger* *amygdaloides* DUNK.  
Diósgyőr 366. 340.0 m 3.9×
9. *Conger* ex gr. *clavaeformis* KRAUSS  
Tardona 69. 446.0 m 5.2×
10. *Conger* sp.  
Diósgyőr 366. 263.2 m 2×



1



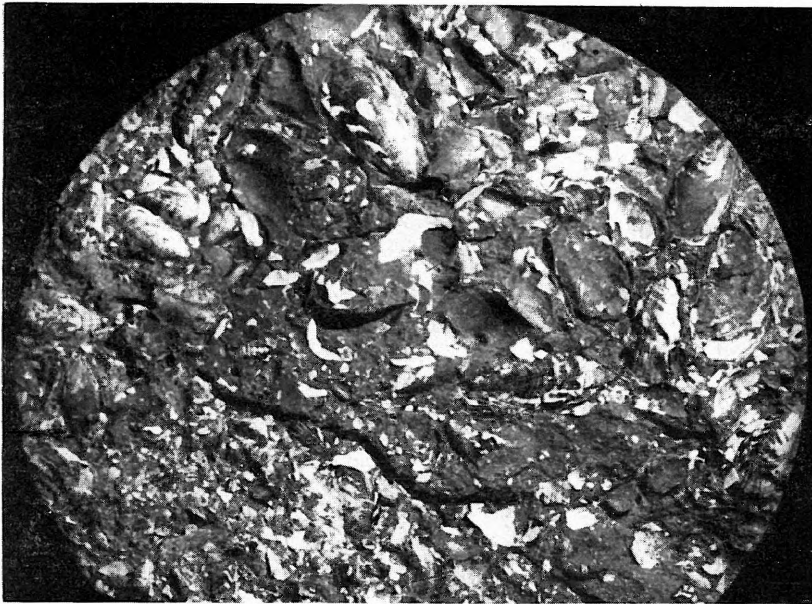
2



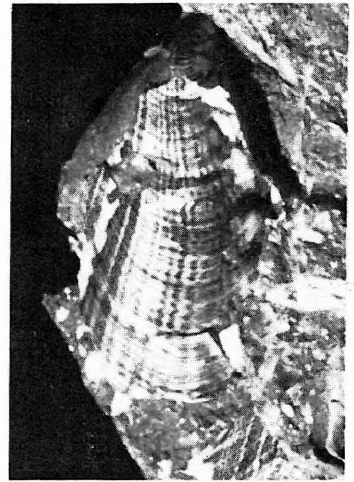
3



4



5



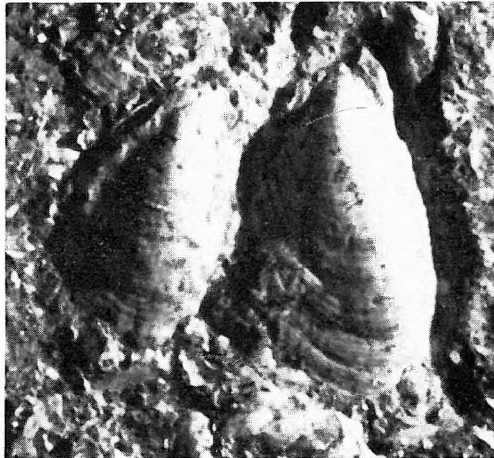
6



9



7



8



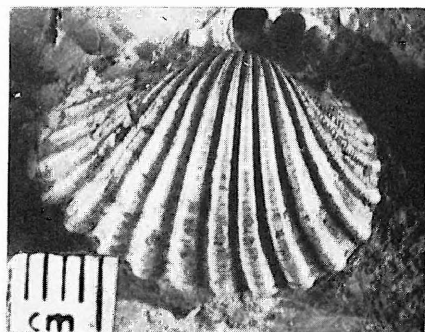
10

## Plate IX — IX. tábla

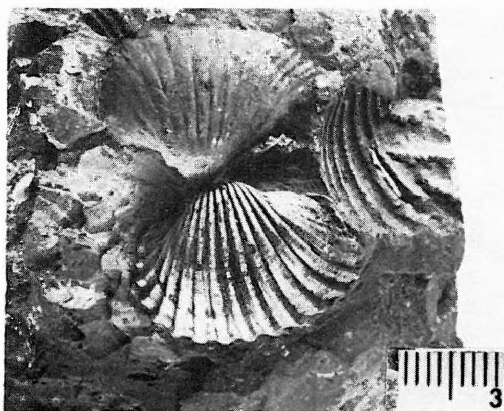
1. *Cardium sociale* KRAUSS  
Pereces
2. *Cardium sociale* KRAUSS  
Pereces
3. *Cardium sociale* KRAUSS  
Parasznya
- 4—5. *Cardium edule arcella* DUJ.  
Sajószentpéter 120. 187.7 m 1×
6. *Cardium sociale* KRAUSS  
Pereces 1.5×



1



2



3



4



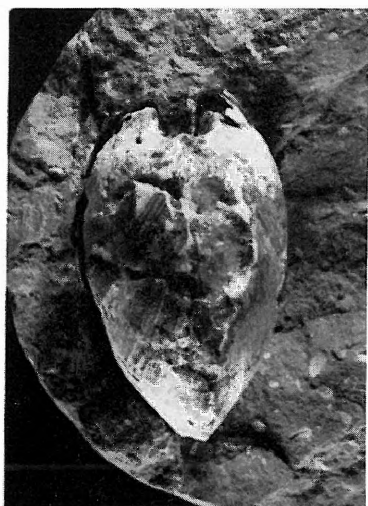
5



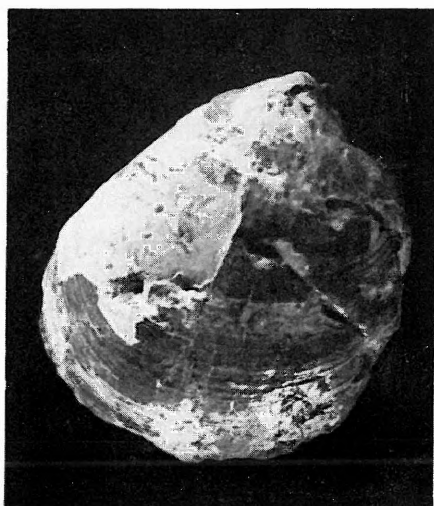
6

## Plate X — X. tábla

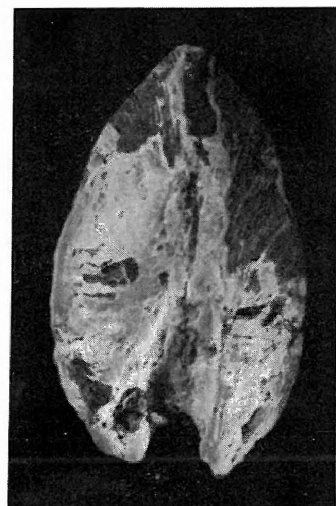
1. *Pitaria islandicoides grundensis* KAUTSKY  
Sajószentpéter 120. 188.0 m 1×
- 2—3. *Pitaria islandicoides grundensis* KAUTSKY  
Sajószentpéter 120. 188.0 m 1.2×
4. *Pitaria islandicoides elongata* (SCHAFF.)  
Jákfalva 55. 69.4 m 1.3×
5. *Pitaria islandicoides elongata* (SCHAFF.)  
Sajókaza, Radvánszky bánya, 1×
6. *Pitaria* sp.  
Sajószentpéter 121. 211.0—212.0 m 1×
7. *Pitaria islandicoides elongata* (SCHAFF.)  
Diósgyőr 366. 323.0 m 2×
- 8—9. *Pitaria islandicoides elongata* (SCHAFF.)  
Diósgyőr 366. 239.7 m 5.3×
10. *Pitaria* aff. *chione* L.  
Diósgyőr 366. 281.4—282.9 m 1.6×



1



2



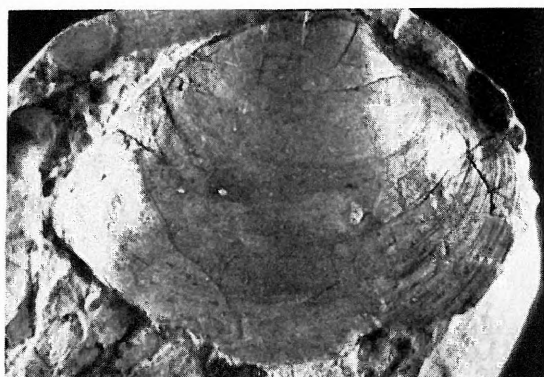
3



4



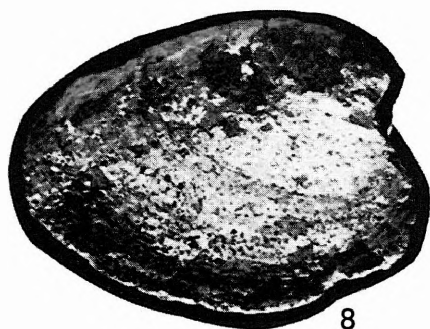
5



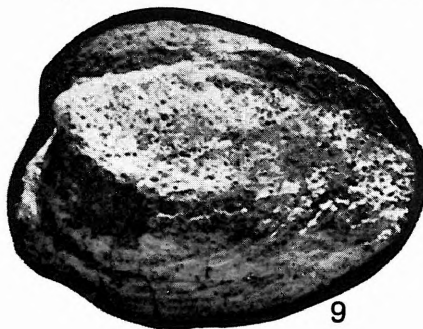
6



7



8



9

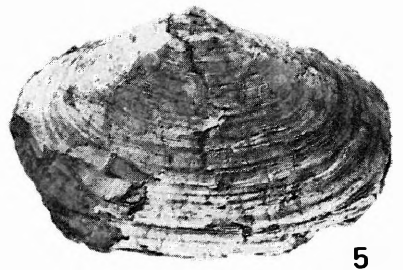
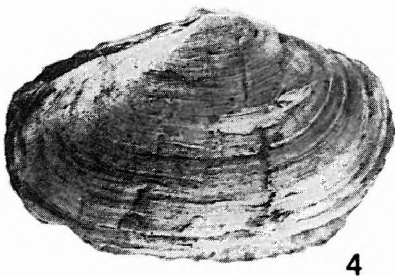
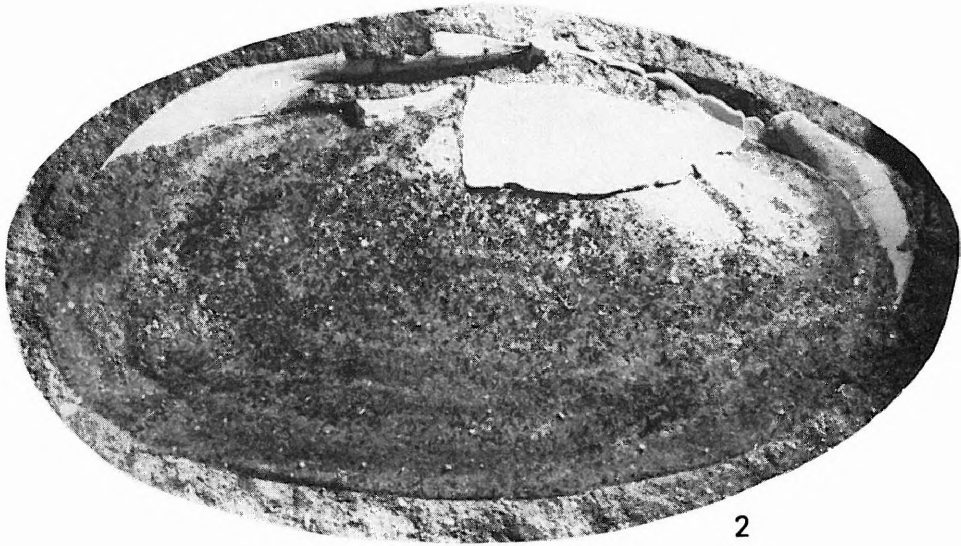
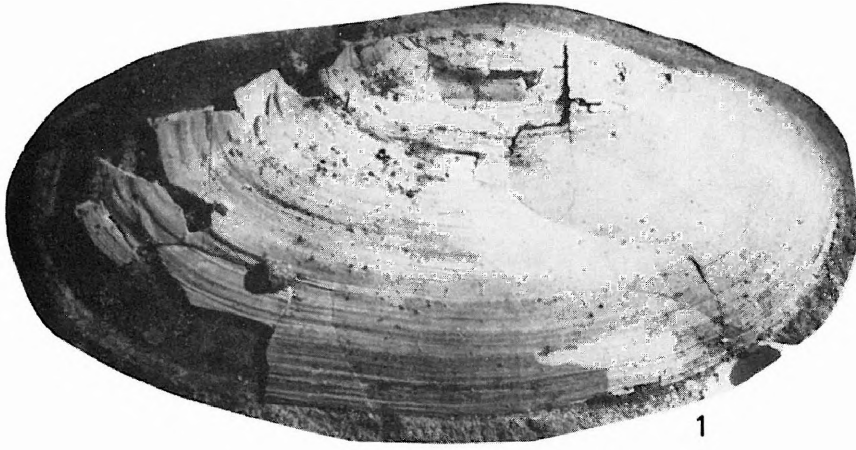


10

**Plate XI — XI. tábla***Sanguinolaria labordei* BAST.

- 1—2. Tardona 72. 208.5 m 1.7×  
3. Diósgyőr 366. 264.5 m 1.6×  
4—5. Hanging wall of seam IIIa, Sajószentpéter



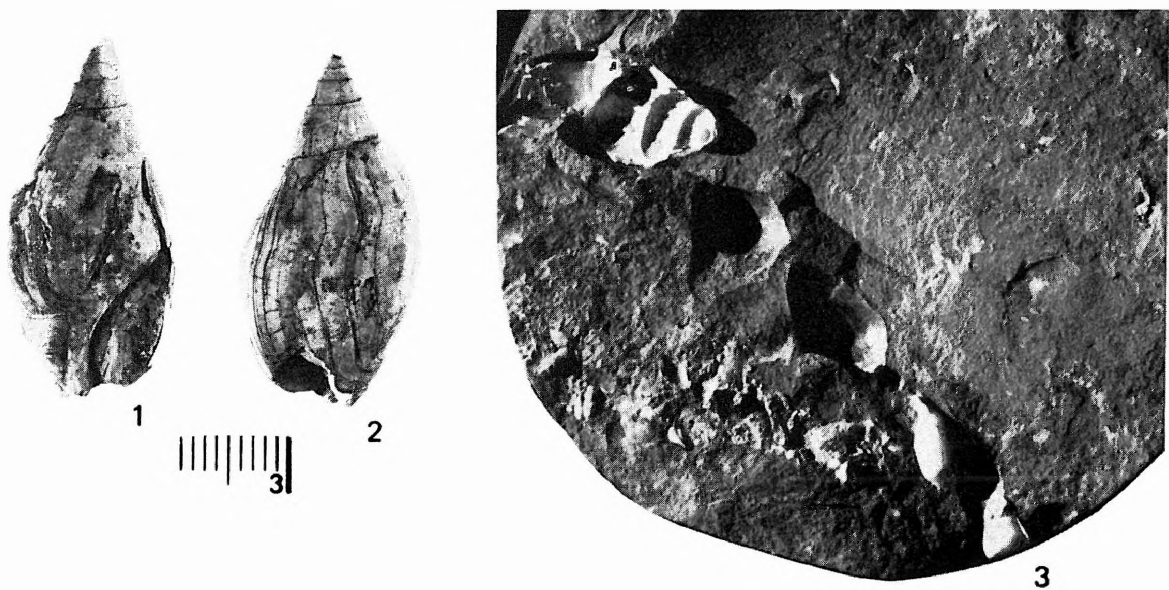


**Plate XII — XII. tábla***Melanopsis impressa monregalensis* SACCO

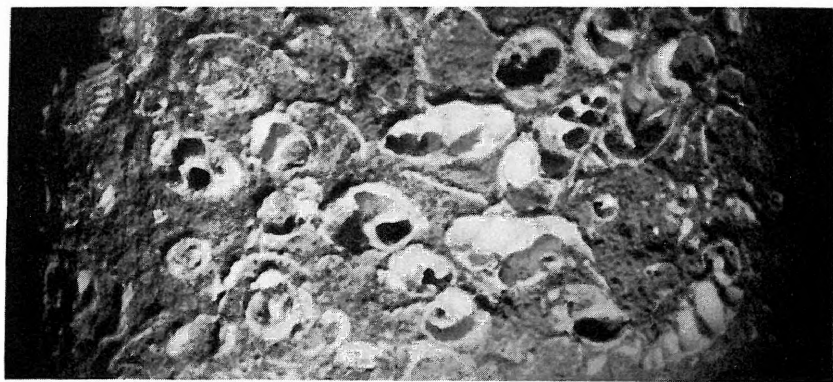
1—2. Sajószentpéter

3. Diósgyőr 366. 399.0 m 1.6×

4—5. Diósgyőr 366. 338.6 m 1.6×



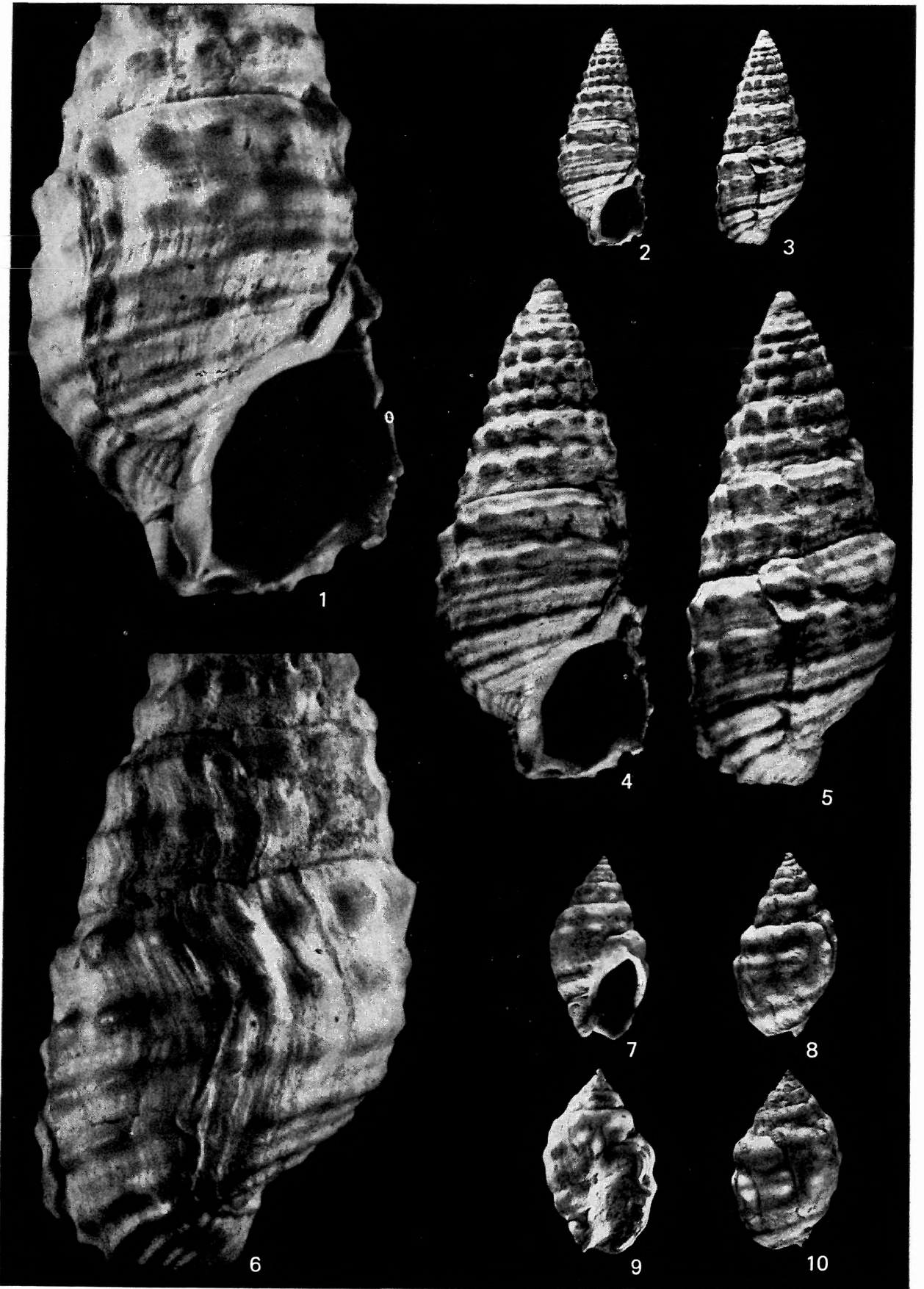
4



5

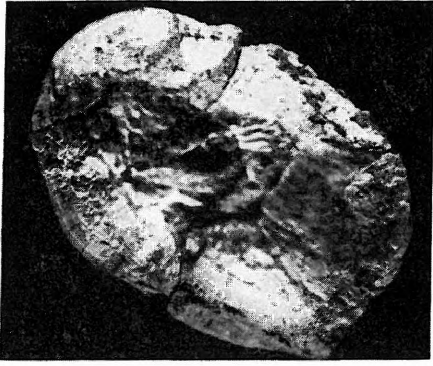
## Plate XIII — XIII. tábla

- 1—6. *Pirenella borsodensis* SCHRÉTER, holotype, Hung. Geol. Inst. Museum, M. 106.  
Pereces  
1, 6. 8×  
2—3. 2×  
4—5. 5×
- 7—10. *Dorsanum hungaricum* SCHRÉTER  
Bánfalva 3×



## Plate XIV — XIV. tábla

1. *Balanus* sp.  
Diósgyőr 366. 158.2 m 8.3×
2. *Balanus* sp.  
Tardona 72. 206.2 m 2×
3. *Balanus* sp.  
Diósgyőr 366. 188.2 m 1.8×
4. Bryozoa  
Tardona 72. 279.2 m 1.7×
- 5—6. Coalified algal filament with *Spirorbis*  
Diósgyőr 366. 160.3 m 9×



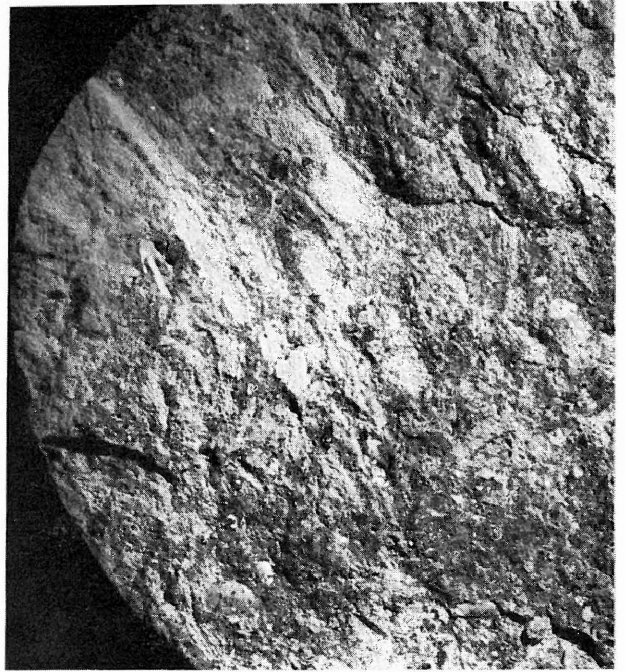
1



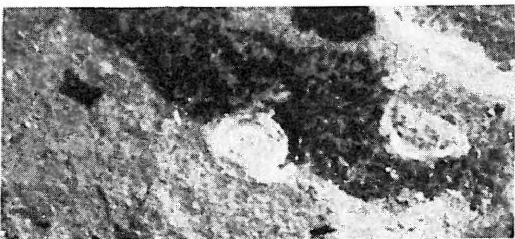
2



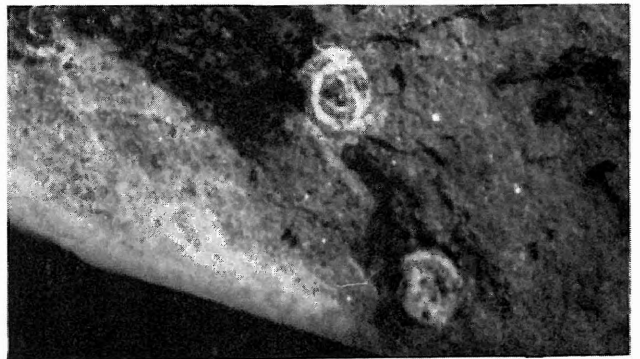
3



4



5

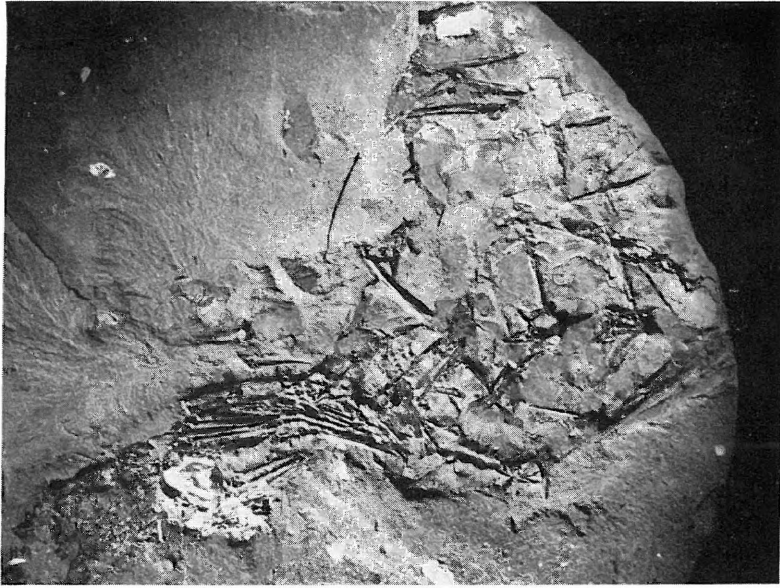


6

**Plate XV. — XV. tábla**

1. Fish remain  
Tardona 72. 207.0 m 1.7×
2. Fish remain  
Tardona 72. 182.5 m 1.7×
3. Surface with leaf cast  
Felsőnyárád 296. 121.8 m 2.5×
4. Coalified leaf cast  
Felsőnyárád 296. 126.1 m 2.5×

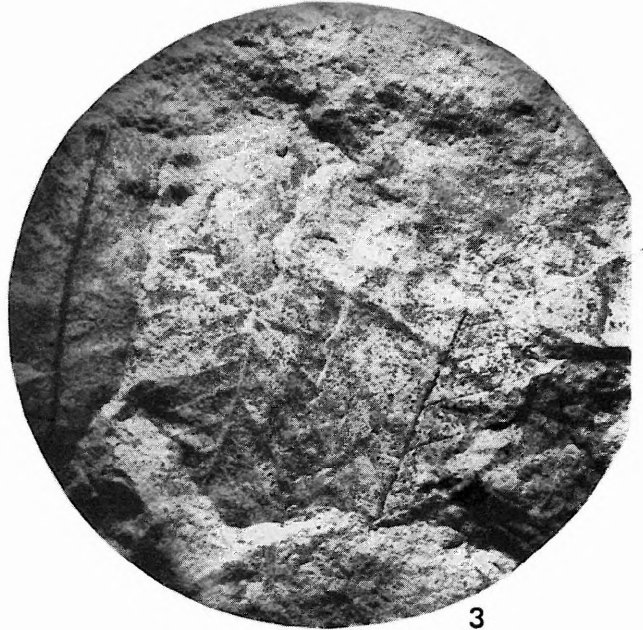




1



2



3



4



**A STUDY OF OTTNANGIAN FORAMINIFERS  
FROM THE EASTERN BORSOD BASIN  
(N HUNGARY)**

by

DR. I. KORECZ-LAKY

**A KELET-BORSODI MEDENCE OTTNANGI KÉPZŐDMÉNYEINEK  
FORAMINIFERA VIZSGÁLATA**

Írta

KORECZNÉ DR. LAKY ILONA



# **A STUDY OF OTTNANGIAN FORAMINIFERS FROM THE EASTERN BORSOD BASIN**

## **INTRODUCTION**

An intensive study with stratigraphical evaluation of the Foraminifera in the Borsod brown-coal deposits was requested by a comprehensive geological research joining the brown coal explorations carried out in this very region. Examinations were performed on 400 samples taken from 18 boreholes, resulting in the identification of layers belonging to the Oligocene, Eggenburgian, Ottnangian, (?) Karpatian, Lower Badenian and Sarmatian. The direct aim of the work was the biostratigraphical evaluation of the Foraminifera included by the different formations as well as their correct stratigraphical classification. This latter often hit against difficulties, because the faunal assemblages of identical composition appearing in the same facies might have denoted any stage. In such cases, lithological features or the presence of other microfaunal elements could promote the solution of the problem. Naturally, a complete knowledge of the Foraminifera fauna of the coal seams and their under/overlying beds would require further overall studies.

The results of the microfaunistical examination of the borehole sections studied so far are described here according to areal units.

## I. THE ÚJDIÓSGYŐR-FORRÁSVÖLGY AREA OF STUDY

The study of the material collected from the boreholes in the environs of Diósgyőr has been aimed at the Foraminifera-centred elaboration of the barren rocks in the brown coal measures. Previously, there were no microfaunal studies devoted to these formations, thus our examinations have yielded new scientific data. Accordingly, the concerned barren layers were largely deposited in brackish shallow seawater, as testified by the dominance of foraminifers of brackish-water origin. Reworked tuffaceous materials (Fig. 1) from the Lower Rhyolite Tuff (Gyulakeszi Formation) can be observed throughout the brown coal measures, as containing also abundant organic remains by siliceous skeletal elements, like diatoms and sponge spicules. Microfaunistical examinations were performed on the material of boreholes Diósgyőr 366/3 (380.30–50.40 m) and 367/13 (489.90–279.50 m), see Fig. 2.

### Borehole Diósgyőr Dgy. 366/3

The borehole intersected the Lower Rhyolite Tuff at 380.30–375.00 m. In the tuffaceous layers between 375.00–367.00 m, there were only a few Foraminifera found [*Rotalia beccarii* (L.), *Nonion granosum* (D'ORB.)]. The fauna included by a sample from 367.00 m renders a marine lagoon environment probable (with *Miliammina* sp.). Within the borehole, the richest marine microfauna was met at 365.00 m, below the Vth brown coal seam. The fauna is composed of the following species: *Bolivina crenulata* CUSHM., *Virgulina schreibersiana* ČZŽ., *Textularia abbreviata* D'ORB., *Nonion granosum* (D'ORB.), *N. tuberculatum* (D'ORB.), *Rotalia beccarii* (L.), *Coryphostoma sinuosa* (CUSHM.) (see Table 1). In the hanging wall of the Vth brown coal seam (357.05–356.30 m) there are fairly tuffaceous layers containing many diatoms and radiolarians. The Foraminifera fauna is characterized by the species *Rotalia beccarii* (L.), *R. simplex* (D'ORB.) and *Elphidium minimum* SEG. In the immediate cover of the IVth brown coal seam (332.80–329.70 m) species *Rotalia beccarii* (L.) and *Nonion granosum* (D'ORB.) occurred. Between 279.50 and 276.00 m, *Rotalia beccarii* (L.), *R. simplex* (D'ORB.), *Elphidium minimum* SEG. and *E. minutum* (REUSS) were found. Over these, between 276.00–260.00 m, below the coal seam III/a (260.00–259.40 m), an assemblage of *Rotalia beccarii* (L.), *R. simplex* (D'ORB.) and *Nonion granosum* (D'ORB.) are present. Intercalations between the coal seams III (259.40–256.50 m) and III/a abound in *Rotalia beccarii* (L.) only. The same observation could be made for the layers between the coal seams III and II (between 232.30 and 229.80 m). In the hanging wall of the coal seam II, the microfauna is very poor, comprising only a few specimens of *Rotalia beccarii* (L.). At 198.00 m, however, marine sediments characteristic of a higher salinity are known again, represented by *Bathysiphon taurinensis* SACCO and *Reussella spinulosa* (REUSS) (see Plate VI), *Rotalia beccarii* (L.), *Nonion granosum* (D'ORB.). Below the coal seam I/a (172.50–172.45 m), the *Rotalia*–*Nonion*–*Elphidium* assemblage is present again, which was identified in the overlying beds of the coal seams as well. In the hanging wall of coal seam I (161.75–160.00 m) situated between 160.00 and 50.40 m, at certain places the microfauna is more abundant. Besides *Rotalia*e, *Nonion*s and *Elphidia*, *Bolivina*e can be found in the assemblage as well (Plate VII). Sponge spicules, ostracods, fish remains, echinoid spines as well as molluscan fragments are found together with microfauna. In general, Echinodermata are always present in the sediments of higher salinity.

The borehole intersected Otnngian layers in full (380.30–50.40 m).

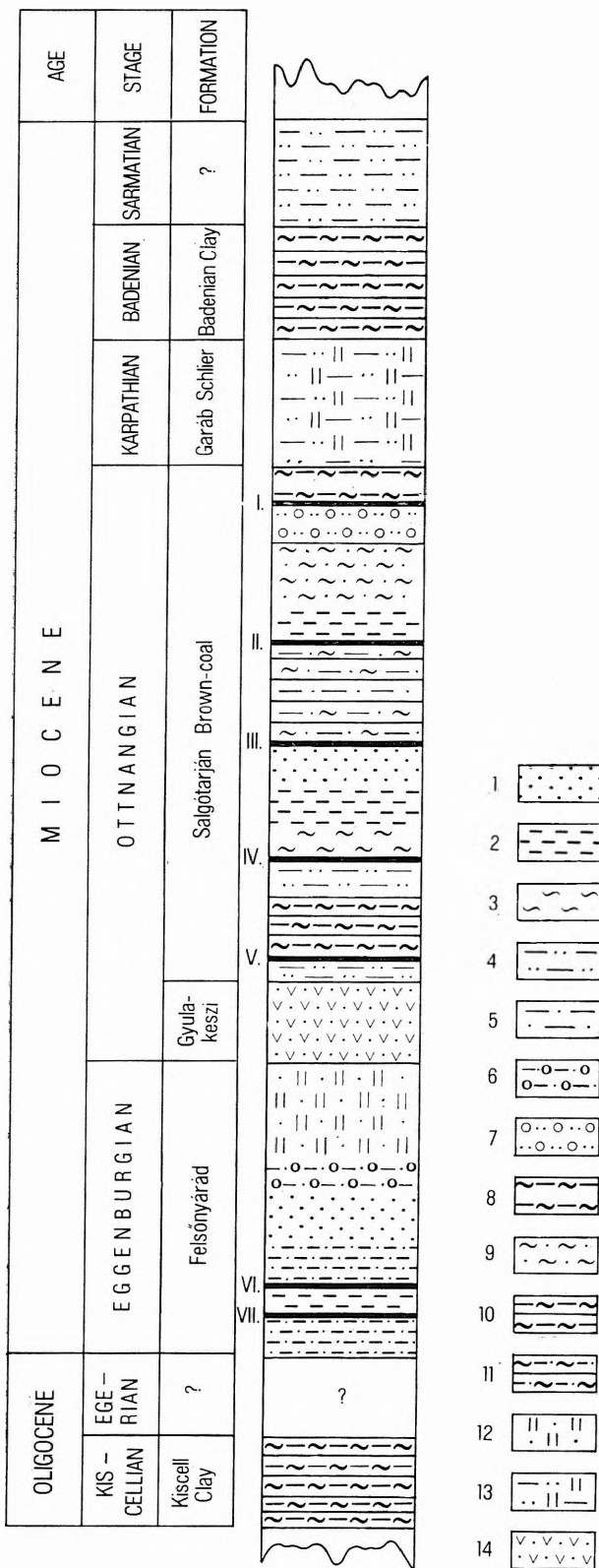
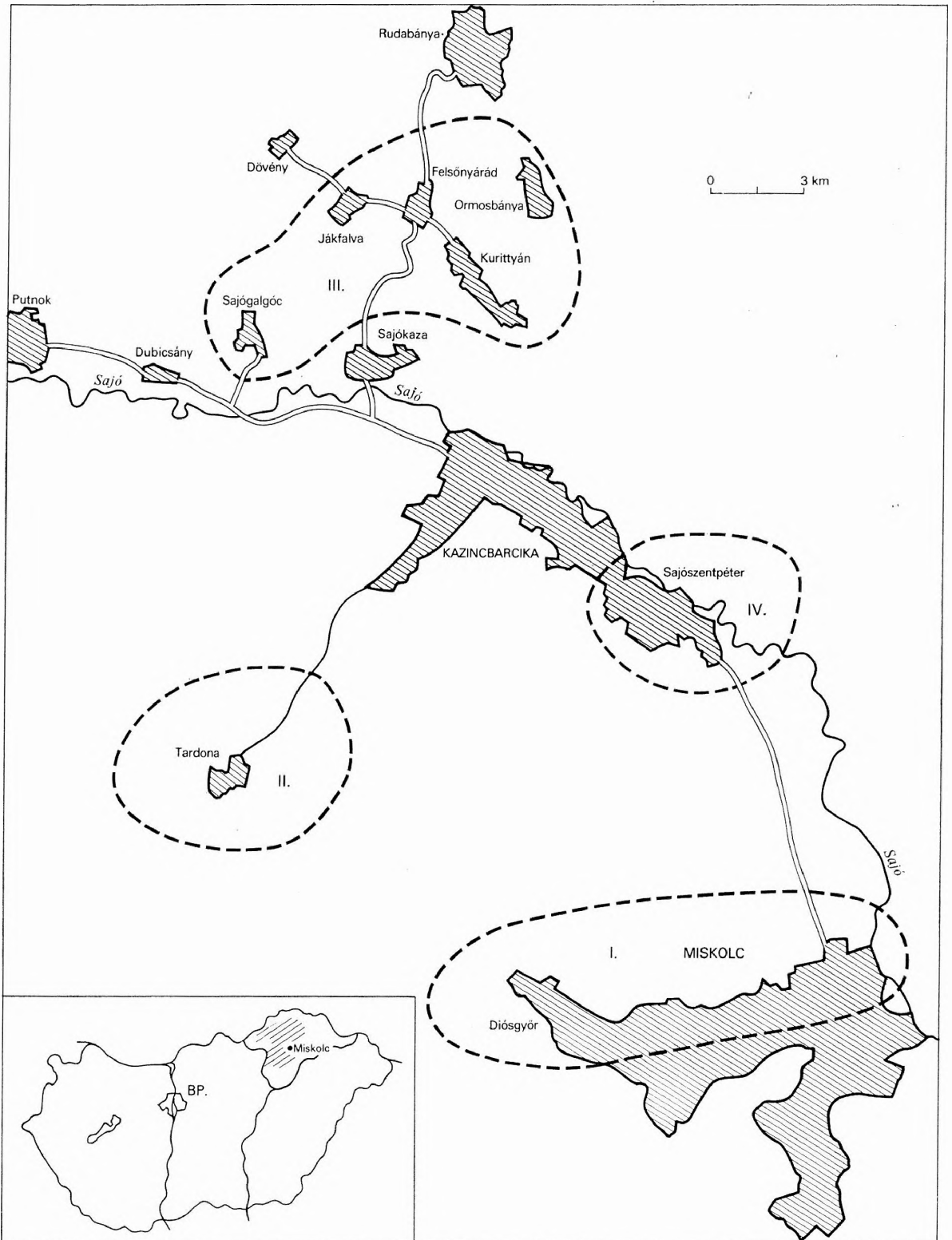


Fig. 1. Schematic stratigraphic column of the East Borsod brown-coal basin

1. Sand, 2. clay, 3. marl, 4. sandy clay, 5. argillaceous sand, 6. argillaceous sand with pebbles, 7. sand with pebbles, 8. argillaceous marl, 9. sandy marl, 10. claymarl, 11. sandy claymarl, 12. sandy aleurite, 13. argillaceous, sandy silt, 14. rhyolite tuff

1. ábra. A kelet-borsodi barnakőszén-medence vázlatos földtani szelvénye

1. Homok, 2. agyag, 3. márga, 4. homokos agyag, 5. agyagos homok, 6. kavicsos, agyagos homok, 7. kavicsos homok, 8. agyagos márga, 9. homokos márga, 10. agyagmárga, 11. homokos agyagmárga, 12. homokos aleurit, 13. agyagos, homokos aleurit, 14. riolituffa



*Fig. 2.* A general map of the study areas in the East Borsod basin  
 2. ábra. A kelet-borsodi medence kutatási területeinek átnézetes térképe



### Borehole Diósgyőr Dgy. 367/13

The borehole has drilled Ottnangian coal seams between 467.90 and 279.50 m. Their microfauna could be properly correlated with the similar horizon in borehole 366/3 (see Table 2).

In an interval ranging from 489.90 to 486.00 m, the beds contain a microfauna characteristic of the Kiscell Clay. Several specimens of species *Tritaxia szabói* (HANTK.), *T. haeringensis* (CUSHM.), *Anomalina grosserugosa* GÜMB., *Dentalina zsigmondii* HANTK., *Almaena osnabrugensis* (ROEM.), *Uvigerina hantkeni* CUSHM., *Rhabdammina abyssorum* M. SARS, *Karrerella hantkeniana* CUSHM., *Bulimina truncana* GÜMB. were found in the assemblage. The microfauna is characteristic of a shallow marine basin environment of normal salinity. The formation can be dated upon the presence of *Karrerella hantkeniana* CUSHM. and *Tritaxia haeringensis* (CUSHM.), as belonging to the Kiscellian stage of the Oligocene.

Similar Oligocene foraminiferal formations were cut by borehole Miskolc 3, sunk earlier (in 1958), from 516.00 to 510.00 m. Over the sediments between 510.00—405.00 m, containing no fauna, Ottnangian formations characterized by the presence of *Rotalia beccarii* (L.) and *Nonion granosum* (D'ORB.), were drilled (405.00—298.00 m). They can well be correlated with the rocks of other borehole sections.

## II. THE TARDONA—PERES AREA OF STUDY

No Miocene formations older than Ottnangian are known from this area. Brackish-water sediments of the Ottnangian stage were drilled by the boreholes between coal seams II and III, in a thickness of 19 metres, while between coal seams III and IV, in that of 115 m. Above and below the IIIrd coal seam beds contain *Rotalia beccarii* (L.) only. In general, a facies characterized by the *Rotalia*—*Nonion*—*Elphidium* assemblage is dominating.

On the Ottnangian rocks Lower Badenian formations are found in a thickness of 118 metres, containing a Foraminifera fauna consisting mainly of planktonic forms. Among planktonic species, *Orbulina universa* D'ORB., *O. suturalis* BRONNIMANN, *Globoquadrina dehiscens* CHAPM.—PARR—COLLINS, *G. altispira* (CUSHM.—JARV.) and *Globigerinoides triloba* (REUSS) occur in the greatest number within the assemblage. Among the benthonic species, *Planularia auris* DEFR., *Coryphostoma sinuosa* (CUSHM.), *Dentalina pauperata* D'ORB., *Uvigerina macrocarinata* PAPP—TURN., *U. pygmoides* PAPP—TURN. are the most characteristic forms. The fauna indicates a warm, shallow-water basin facies. Planktonic forms occurring in large quantities show a direct connection with the open sea. The Lower Badenian *Orbulina*—*Globoquadrina* layers are fairly widespread, and represent a "guide horizon" in the Mecsek and Börzsöny Mts, moreover in the SW Transdanubian Basin and around Sopron, Szilvásvár, and Biharnagybajom.

The foraminifers of the Lower Badenian beds in the Tardona area can be regarded as one of the best microfaunal "Key material" in Hungary, considering the large number of species and specimens and their good state of preservation.

### Borehole Tardona T. 66

In this borehole, brackish-water sedimentary rocks belonging to the Ottnangian stage (187.00—168.00 m) — can be characterized by the species *Rotalia beccarii* (L.), which is most frequent. These beds contain abundant molluscan remains as well, besides Foraminifera. At 123.00 m, above the IIrd coal seam, the borehole intersected shallow-water marine sediments deposited from water of normal salinity containing the following Foraminifera fauna: *Reussella spinulosa* (REUSS), *Robulus inornatus* (D'ORB.) *Plectofrondicularia diversicostata* NEUG., *Nonion tuberculatum* (D'ORB.) and *Rotalia beccarii* (L.). Echinodermata remains are always present in the marine deposits in the form of spicules and other skeletal elements.

### Borehole Tardona T. 69

On top of the coal seam IV, borehole penetrated Ottnangian brackish-water deposits between 416.00 and 303.20 metres, as characterized by a *Rotalia*—*Nonion*—*Elphidium* fauna. Over this, below and immediately above coal seam III (303.20—299.80 m), beds with the presence of *Rotalia beccarii* (L.) follow.

The borehole sequence terminates in Lower Badenian marine, basinal sandy clay marl layers (298.70—180.00 m). In the fairly rich Foraminifera assemblage planktonic forms are predominant,



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
	200.60		2																															
	206.50		2																															
	223.50		1																															
	224.00—227.00	1	1									1																						
	229.80		1																															
	233.40																																	
	239.70																																	
	242.50		4																															
	243.10		4																															
	257.10		4																															
	257.40		1																															
	258.60		4																															
	259.20		1																															
	260.40		1																															
	260.90		1																															
	272.00—273.00		1																															
	273.90—279.30		1																															
	276.00—279.50		1							1																								
	279.30—282.90/a		1																															
	279.30—282.90/b		1																															
	284.00		1																															
	296.70—301.50		1																															
	306.00																																	
	310.00																																	
	320.00		1																															
	322.00		1																															
	323.00																																	
	324.00—325.50		1																															
	327.30		1																															
	328.00		1																															
	333.80		1																															
	335.00		1																															
	340.00		1																															
	342.00		1																															
	343.00—346.00/a		1																															
	343.90—346.00/b		1																															
	349.00—350.50		1																															
	365.00		1																															
	367.00		1																															
	375.00—380.30		1																															
	379.00		1																															

Ottnangian



however, with many benthonic elements (Table 3). This fauna must have lived, most likely, under perfect conditions of marine environment, as attested to by the large, decoratively ornated Foraminifera tests as well.

### Borehole Tardona T. 78

Rocks belonging to the Lower Badenian Baden Clay Formation were drilled between 303.00 and 243.00 m. Here the Foraminifera assemblage rich in planktonic as well as benthonic forms indicates a shallow, warm-water marine environment of normal salinity.

## III. STUDY AREAS FEKETEVÖLGY VI AND VII

The most diversified Miocene sections can be plotted upon the boreholes of this area. Rocks belonging to the Eggenburgian, Otnangian and Lower Badenian stage could be equally found here. Eggenburgian formations are found in various facies as well as environments of fresh-water, swampy, brackish, and shallow-water marine deposition. Rocks of marshy freshwater origin were cut in boreholes Ormosbánya 323, Jákfalva 55 and Felsőnyárád 296. In these formations no microfaunal elements were found, however, the presence of coal seams VI and VII has been proved on the basis of sphaeroiderite concretions found in the material left after decantation, which, in this facies, consists totally or mainly of (?) iron-rich concretions frequently met in the hanging wall of coal seams VI and VII. Brackish-water facies was recognized in the boreholes at Ormosbánya, Kurittyán and Felsőnyárád. In the microfauna of samples from these boreholes, besides the species *Rotalia beccarii* (L.), *R. simplex* D'ORB., and *Nonion granosum* (D'ORB.), we find the form *Rotalia* sp. I, that cannot be seen in the Oligocene or Otnangian "brackish assemblages" studied till now. In the shallow-water facies, the species *Bulimina elongata* appeared besides *Rotalia* (including *Rotalia* sp. I) and *Nonion granosum* (D'ORB.). This species is known to be fairly persistent, however, together with the species *Rotalia* sp. I, it is characteristic of this formation. This facies occur in the environs of Felsőnyárád and Ormosbánya.

The *Rotalia*—*Nonion*—*Elphidium* assemblage characteristic of the brackish-water deposits of the Otnangian is found in a small thickness in this area, more closely in the environs of Jákfalva, Ormosbánya, and in the overlying layers of the Vth coal seam at Sajóalgóc.

Within this area, Lower Badenian formations were drilled by borehole Sajóalgóc 10. The shallow-water marine formations containing an *Orbulina*—*Globoquadrina* planktonic assemblage along with a benthonic fauna rich in *Lagenidae*, correspond to the so-called Tardona sequence.

### Borehole Sajóalgóc Sg. 10

This borehole has been sunk so deeply as the Lower Rhyolite Tuff (Gyulakeszi Formation) appears as hit at 295.00 m. Below coal seam V of twofold division, there are no microfaunal elements, only some sponge spicules embedded in glauconitic clay. In the intercalation separating in two the seam and in the hanging wall of the Vth coal seam (270.00—265.00 m), it is only the species *Rotalia beccarii* (L.) that can be found in considerable quantities. Between 265.00 and 259.00 m, the *Rotalia*—*Nonion*—*Elphidium* assemblage represents a very poor fauna (Table 4). At 232.00 m, a faunal assemblage that had required higher than brackish salinity appear, containing *Echinodermata*. However, this might be considered as an isolated sample i.e. information of restricted significance. Between 219.00 and 198.00 metres, including the coal seam IV, the *Rotalia*—*Nonion* assemblage characteristic of a brackish environment is present in the material, with the dominance of *Rotalia beccarii* (L.). From 198.00 to 178.00 m, only the species *Rotalia beccarii* (L.) was found in the samples, in great individual numbers. Based on recent analogies, the living space of *R. beccarii* (L.) can be defined by 0—10 m sea depth, 15—30‰ salinity and a water temperature over 15 °C. Most likely, similar conditions had furthered the bloom of this species here.

Between 173.80—140.00 metres, Lower Badenian sedimentary rocks containing a rich fauna were met.

### Borehole Sajóalgóc Sg. 22

The depth interval examined in this borehole (125.00—93.80 m) can be characterized by the Otnangian *Rotalia*—*Nonion* fauna, typical for a brackish-water environment. *Rotalia beccarii* (L.) is present in great quantities throughoutly, and in conspicuously large number at a depth of 116.00 m.

## Dominance relations of the Foraminifera

A Tardona 69. sz. fúrás

Specimen:																																					
1 = 1–5																																					
2 = 6–10																																					
3 = 11–20																																					
4 = 21–50																																					
5 = > 50																																					
Age	Depth (m)	<i>Rotalia beccarii</i>	<i>Nonion granosum</i>	<i>Elphidium minimum</i>	<i>Spiroplectammia deperdita</i>	<i>Fronicularia laevigata</i>	<i>Plectofronicularia diversicostata</i>	<i>Uvigerina urnula</i>	<i>Robulus vultratus</i>	<i>Pullenia bulloides</i>	<i>Cibicides ungerianus</i>	<i>Nonion boueanum</i>	<i>Globigerinoides triloba</i>	<i>Globorotalia mayeri</i>	<i>Coryphostoma sinuosa</i>	<i>Bolivina fastigia</i>	<i>Uvigerina pygmaoides</i>	<i>U. macrocarinata</i>	<i>Dentalina pauperata</i>	<i>Eponides haidingerii</i>	<i>Nodosaria longiscata</i>	<i>Robulus clericii</i>	<i>R. inornatus</i>	<i>Globorotalia scitula</i>	<i>Gyroldina soldanii</i>	<i>Bulimina inflata</i>	<i>B. buchiana</i>	<i>Gutulina problema</i>	<i>Dentalina approximata</i>	<i>Globigerina bulloides</i>	<i>G. apertura</i>						
Badenian	180.00	1				1																															
	211.70							1	1			1							1						1												
	216.60								1	1		1							1		1			3	1		1										
	220.60				1					1	1	1	2					1	1	1				2	1	1					1	2					
	239.00									1										1			1	1	1	1	1										
	247.20									1										1			1	1	1	1	1										
	251.00								1		1		1					1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2			
	297.40							1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1																	
298.70				1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1																		
Ottungian	299.80	4																																			
	303.20	4		1																																	
	364.20																																				
	369.70																																				
	397.30	4																																			
	416.70	4	1																																		

## Borehole Kurittyán Ku. 630

Examinations were performed on the samples taken from 226.10–186.20 m above coal seam VI. Foraminifera were found here only from 208.90 to 207.40 metres. The fauna is of Eggenburgian brackish-water character [*Rotalia beccarii* (L.), *Nonion boueanum* (D'ORB.), *Rotalia* sp I]. After decantation, many pyrite grains were seen. In the hanging wall of coal seam VI, only abundant ferrous particles were observed.

## Borehole Kurittyán Ku. 631

The samples coming from between 262.00 and 261.00 metres abound in pyrite grains. It is the species *Rotalia beccarii* (L.) that occurs in large quantities among the fossils, and many specimens of *Rotalia* sp. I are found. These beds resting on the VIth coal seam represent the brackish-water sediments of Eggenburgian time;

## Borehole Ormosbánya O. 322

The part between 266.20 and 247.30 m of this drilled section is represented by "brackish" *Rotalia*-rich layers belonging to the Eggenburgian (*Rotalia* sp. I). Many pyrite grains and molluscan fragments can be observed here. At 246.00 m, beside numerous pyrite and glauconite grains, fish remains are fairly common (scales, vertebrae, swimming prickles). Shallow-water marine sediments belonging to the Eggenburgian appear from 143.20 to 137.00 metres, where the fauna assemblage is characterized by the species *Rotalia* sp. I and *Bulimina elongata* D'ORB. (Table 5).









Dominance relations of the Foraminifera of the borehole Ormosbánya 322  
Az Ormosbánya 322. sz. fúrás Foraminiferáinak dominanciaviszonyai

Age	Depth (m)	Specimen:																							
		<i>Rotalia beccarii</i>	<i>R. simplex</i>	<i>Quinqueloculina costata</i>	<i>Nonion boueanum</i>	<i>N. commune</i>	<i>Eulimina buchiana</i>	<i>B. elongata</i>	<i>Spiroplectammmina carinata</i>	<i>Robulus inornatus</i>	<i>Gyroldina soldanai</i>	<i>Eponides haidingeri</i>	<i>Dentalina punctata</i>	<i>D. pauperata</i>	<i>Nodogenerina</i> sp.	<i>Nodosaria</i> sp.	Ostracoda	Fish remains	Mollusca shell fragment	Fish tooth	Carbonized plant debris	Echinoderm spines	Shell fragments	Sponge spicules	Sponge accumulations
Eggenburgian	137.5					1		1							1	1		1						1	
	137.9							1										1				1		1	
	138.2					1		1										1			1		2	2	
	140.8																	1				1		1	
	143.2	2					1	2	2	1	1	2	1	1	1			1				1		1	1
	222.3				1	1												2	1			1			
	224.2																						1		
	226.0																		1						
	246.0																	4	2						
	247.3																								
	263.9	4	1	1													1			1					
	264.8	4	1														1		1	1					
	266.2	4	1														1	1	4						

Brackish-water deposits belonging to the Ottnangian stage were found, with *Rotalia*—*Nonion* assemblages (91.80—31.70 m).

As it appears from the research results, the coal seams VII and VI were formed during Eggenburgian time, while for seams V—I it was in the Ottnangian.

#### IV. THE DUZSNOK (SAJÓSZENTPÉTER) AREA OF STUDY

In the geological setting of this area, beds belonging to the Ottnangian, (?) Karpatian and Sarmatian stages are compositional. Among the coal seams, the beds I and II were developed in the whole territory, together with the very thin IIIrd coal bed. The coal seam IV is significant only in the western part of the territory, while bed V is missing on most parts of this area. Brackish-water sediments belonging to the Ottnangian can be characterized by a *Rotalia*—*Nonion*—*Elphidium* fauna. Shallow-water marine sediments of normal salinity are demonstrated in small thickness within the sequence, containing in their fauna assemblage *Globigerinoides triloba* (REUSS), *Globigerina praebulloides* BLOW, and *G. ciproensis ottnangensis* RÖGL as well. Immediately on the coal bed IV, there is a seaside lagoon facies containing the species *Miliammina* sp., *Ammomarginulina* sp., *Ammobaculites* sp. and *Rotalia beccarii* (L.). The presence of *R. beccarii* in the faunal association proves a "brackish" environment, with over 15‰ salt content, and a water temperature of at least 15 °C. Above coal seam I, the brackish-water beds with numerous *Rotalia beccarii* (L.), are followed by a *Rotalia*—*Nonion* assemblage indicative of marine layers, containing also several specimens of *Bathysiphon taurinensis* SACCO. These marine formations might represent the (?) Karpatian in this area. To clear up this problem, however, more, and more intensive studies devoted to the formations overlying the coal bed I would be necessary. The formations belonging to the Sarmatian stage are characterized by the very frequent occurrence of *Porosonion subgranosum* EGGER with numerous *Nonion granosum* (D'ORB.) and *Elphidium flexuosum* (D'ORB.) specimens.

Table 6 — 6. táblázat

**Dominance relations of the Foraminifera of the borehole Sajószentpéter 120**  
**A Sajószentpéter 120. sz. fúrás Foraminiferáinak dominanciaviszonyai**

Age	Depth (m)	Specimen:																							
		<i>Rotalia simplex</i>	<i>R. beccarii</i>	<i>Ammobaculites</i> sp.	<i>Ammomarginulina</i> sp.	<i>Nonion botreanum</i>	<i>N. granosum</i>	<i>Globigerina praebulloides</i>	<i>Dentalina</i> sp.	<i>Globigerinoides triloba</i>	<i>Elphidium minimum</i>	<i>Virgulina schreibersiana</i>	<i>Bathysiphon taurinensis</i>	<i>Nonion commune</i>	<i>N. granosum parvus</i>	<i>N. aff. graniferus</i>	Sponge spicules	Mollusca shell fragments	Echinoderm spines	Ostracoda	Fish remains	Shell fragments	Plant debris	Fish tooth	Carbonized plant debris
	42.50	1				1											1								
	43.40		1														1								
	44.50	1	1																						
	46.00					1																1			
	48.00/a					1																1			
	48.00/b					1											1								
	54.00—55.00		1			3																1			
	56.00		1			1																1			
	56.00—57.00		1			1																1			
	59.00—60.00		1			1																1			
	61.00					1											1								1
	61.00—62.00		1			1											1	1							
	63.70	1	1														1	1							1
	67.00—70.00		5															1							1
	74.00—75.00	3	3			3	1				1					1	1	1							
	75.50	1	1																			1			
	75.00—76.00	1	1				1												1			1			
	77.00—78.00		1														1	1							
	78.00—79.00	1	1															1							
	79.00—80.00	1	1														1	1					1		
	80.00—81.00	1	1			1										1	1	1							
	84.00—86.00		3			3	3	1	3	1	3					1	1	1	1						
	97.00—98.00		1														1	1	1				1		1
	100.00—102.00	3	3														1	1							
	105.20	1	1																				1		
	113.00—115.00						1															1	1		1
	135.00—136.00		1																			1			
	140.00—141.00		1				1												1						
	145.00—146.00		1																1						
	150.20																								
	176.00																								
	187.70		1																1	1		1	1		
	190.40		1																						
	245.00—246.00		1														1								
	257.00—262.00		1														1	1							
	263.20/a																1								
	263.20/b		1															1							
	266.00		1	1	1													1							
	282.00—283.00	1	1														1								

**Borehole Sajószentpéter Sp. 120**

This borehole has drilled Ottnangian brackish-water sediments from 283.00 to 282.00 m. At 266.00 m, in the hanging wall of the coal bed IV, the presence of a seaside lagoon facies with *Rotalia beccarii* (L.), *Miliammina* sp., *Ammomarginulina* sp. and *Ammobaculites* sp. is verified. This is followed by rocks containing *Rotalia beccarii* (L.), that can be traced above the coal beds IV and I as well. Formations containing *Rotalia*—*Nonion* assemblage occur several times in the sequence. From

86.00 to 84.00 m, besides the Rotaliae and the Nonions, the species *Globigerina praebulloides* BLOW, *G. ciperensis otnangensis* RÖGL (Plate VIII), *Globigerinoides triloba* (REUSS) appear in a marine facies. Upwardly from the 1st coal bed, and immediately above the "brackish" Rotalia—Nonion facies, marine sediments follow again, characterized by the presence of *Bathysiphon taurinensis* SACCO beside Rotalia and Nonion, from 59.00 to 54.00 m. Between 54.00 and 42.50 m, the sequence of this borehole is terminated by a Rotalia—Nonion marine facies (Table 6).

The presence of Bathysiphons might represent the oldest phase of the (?) Karpatian schlier sedimentation. This assemblage, observed in the sample (46.00 m) from borehole Sp. 121, also indicates the hanging wall of the 1st coal seam, while it can be detected in borehole Diósgyőr 366 as lying between the coal seams I and II. It is possible, however, that the beds with Bathysiphons represent the near-shore isochronous facies of the marine *Globigerina* layers, belonging to the Otnangian.

Table 7 — 7. táblázat

**Dominance relations of the Foraminifera of the borehole Sajószentpéter 126**  
**A Sajószentpéter 126. sz. fúrás Foraminiferáinak dominanciaviszonyai**

Age	Depth (m)	Specimen:																				
		<i>Rotalia beccarii</i>	<i>R. simplex</i>	<i>Nonion boueanum</i>	<i>Fronicularia</i> sp.	<i>Globigerina ciperensis otnangensis</i>	<i>Nonion commune</i>	<i>Nodosaria</i> sp.	<i>Nonion granosum</i>	<i>Elphidium minimum</i>	<i>Bulimina elongata</i>	<i>Elphidium flexuosum</i>	<i>Porosonion subgranosum</i>	Sponge spicules	Sponge accumulations	Ostracoda	Echinoderm spines	Radiolaria	Fish remains	Mollusca shell fragments	Fish tooth	
Sarmatian	20.00							1					1	5	1	1	1				1	
	25.00												2	5	1	1	1				1	
	43.00														1	1						
Otnangian	120.00	1	1												1			1				
	142.00	1	1												1	1		1	1			
	158.00																					
	180.00—181.00			1											1	1	1	1				
	184.00—185.00	1	1												1			1				
	190.00	1	1												1	1	1					
	203.00	1	1	1											1	1	1				1	
	208.00—210.00	1	1								1	1			1	1	1			1	1	
	209.30	1	1												1	1	1				1	
	213.00	1	1						1		1	1			1	1		1			1	
	215.80	1	1									1			1	1	1				1	1
	218.00	1													1	1	1				1	
	225.50		1												1	1					1	
	230.00	1	1												1	1	1	1			1	
	231.50	1	1			1		1							1	1	1	1			1	
	232.80	1	1												1	1	1	1		1	1	
	243.00—244.00	1	1												1	1	1	1			1	
	246.00—247.00	1	1			1									1	1	1	1			1	
	252.00	1	1	1											1	1	1	1			1	
	256.00	1													1	1	1	1	1		1	
	261.00—262.00	1	1	1											1	1	1	1		1	1	
	264.00	1	1	1											1	1	1	1			1	
	273.00	1	1												1	1	1				1	
	276.50		1												1	1					1	
	282.00	1	1												1	1					1	
	287.00	1	1												1	1					1	
293.00	1													1	1					1		

**Borehole Sajószentpéter Sp. 121**

Between 302.00 and 142.00 metres in this borehole section, the *Rotalia*—*Nonion* assemblage was found. The borehole intersects the formations containing *Bathysiphons* from 47.00 to 46.00 m, that can fairly well be correlated with the similar layers of borehole Sp. 120.

**Borehole Sajószentpéter Sp. 123**

The “brackish” *Rotalia*—*Nonion* assemblage occupies an interval between 251.00 and 186.00 metres and in point samples taken from 170.00 and 121.00 m in this borehole.

**Borehole Sajószentpéter Sp. 126**

The detailed analysis of this material is still in progress, thus only a preliminary evaluation is now feasible thereon. In most parts of the sequence, Ottnangian brackish-water *Rotalia*—*Nonion* layers are found (Table 7). At 231.00 m, below the coal layer I/a marine facies with *Globigerinae* occurs again.

Between 43.00 and 20.00 metres, there are Sarmatian rocks abounding in *Porosonion subgranosum* EGGER, and with many specimens of *Nonion granosum* (D'ORB.) and *Elphidium flexuosum* (D'ORB.).

In the research areas examined [I. Újdiósgyőr-Forrásvölgy; II. Tardona—Peres; III. Feketevölgy VI—VII; IV. Duzsnok (Sajószentpéter)], our microfauna examinations have resulted in the recognition of Kiscellian, Eggenburgian, Ottnangian, (?) Karpatian, Lower Badenian and Sarmatian formations (Figs 3a—c).

1. Oligocene sedimentary rocks belonging to the Kiscellian stage, which are very rich in Foraminifera, represent the marine basin facies of the *Kiscell Clay Formation*. These layers have been recorded from the Újdiósgyőr-Forrásvölgy area. The most characteristic forms of the Foraminifera assemblage are *Uvigerina hantkeni* CUSHM.—EDW., *Tritaxia szabói* (HANTK.), *Rhabdammina abyssorum* M. SARS, *Karrieriella hantkeniana* CUSHM., *Dentalina zsigmondyi* HANTK., *Anomalina grosserugosa* (GÜMB.), *Almaena osnabrugensis* (ROEM.) and *Cibicides dutemplei* (D'ORB.).

2. The oldest Miocene formations of the area are represented by the Eggenburgian beds, appearing by a rather diversified facial distribution. Freshwater, marshy, brackish-water and shallow-water marine environment types can be attached to this period. These variable facies have become known in the Feketevölgy Research Area (*Felsőnyárad Formation*).

The freshwater-marshy facies was drilled in boreholes Jákfalva 55 (335.00—293.00 m); Ormosbánya 323 (314.00—303.00 m) and Felsőnyárad 296 (275.60—239.70 m). In these formations no microfauna was found, but abundant sphaeroiderite concretions indicate the presence of the coal beds VI and VII clearly.

The brackish-water facies, the microfauna of which is characterisable by *Rotalia* sp. I and also includes *Rotalia beccarii* (L.), *R. simplex* D'ORB., and *Nonion granosum* (D'ORB.), was penetrated by the following boreholes: Felsőnyárad 300 (155.50—153.00 m), Fny. 301 (203.30—162.10 m), Fny. 296 (205.00—203.00 m), Kurittyán 630 (226.10—186.20 m), Ku. 631 (262.00—261.00 m) and Ormosbánya 322 (266.00—247.30 m). This brackish-water facies is known from Slovakia as well from the borehole ČČ 3, where the species referred to here as *Rotalia* sp. I, is likely described as *Ammonia* ex gr. *beccarii*. The Eggenburgian age of this biofacies containing Rotaliae and Nonions is proved by the presence of *Rotalia* sp. I.

The microfauna of the shallow-water marine facies is characterized by the presence of *Bulimina elongata* D'ORB. (with Rotaliae and Nonions). This is a fairly persistent form, but it is especially characteristic of these formations, together with *Rotalia* sp. I. This biofacies was drilled in boreholes Felsőnyárad 301 (157.00—146.00 m), Fny. 296 (146.00—143.00 m), Ormosbánya 322 (143.00—137.00 m) and O. 323, an interval ranging between 156.00 and 136.00 m (Table 8).

3. In the initiating member of the Ottnangian formations (*Gyulakeszi Rhyolite Tuff Formation*) there are no foraminifers present in the crystalline, fairly tuffaceous rocks. Instead of these, they are rich in siliceous organic remains like sponge spicules, diatoms and radiolarians. The bulk of the Ottnangian formations, including the coal seams I—V, were settled down in brackish-water and shallow-water marine environment of deposition. This can be detected all over the four research areas (*Salgótarján Brown-Coal Formation*).

The fauna of brackish-water origin can be characterized by Rotaliae, Nonions and Elphidia. In beds overlying the coal seams, often only the species *Rotalia beccarii* (L.) is found in varying quantities. There is also a certain assemblage known in the vicinity of the coal seams IV and V, comprising forms with primitive agglutinated tests, indicating the depositional conditions of marshy lagoons of landlocked seaside zones. These species (*Miliammina* sp., *Ammobaculites* sp., *Ammomarginulina* sp.) have no chronological significance, they indicate merely facies relations. Based on the presence of the species *Rotalia beccarii* (L.) in the assemblage, however, we can suppose that they must have lived in a seawater with 15‰ salt content, not colder than 12—15 °C. At some places within the "brackish" sequence (Diósgyőr, Duzsnok and Tardona area) layers deposited in normal saline marine environment were also met. The planktonic species of the microfauna, like

I. Újdiósgyőr-Forrásvölgy

II. Tardona-Peres

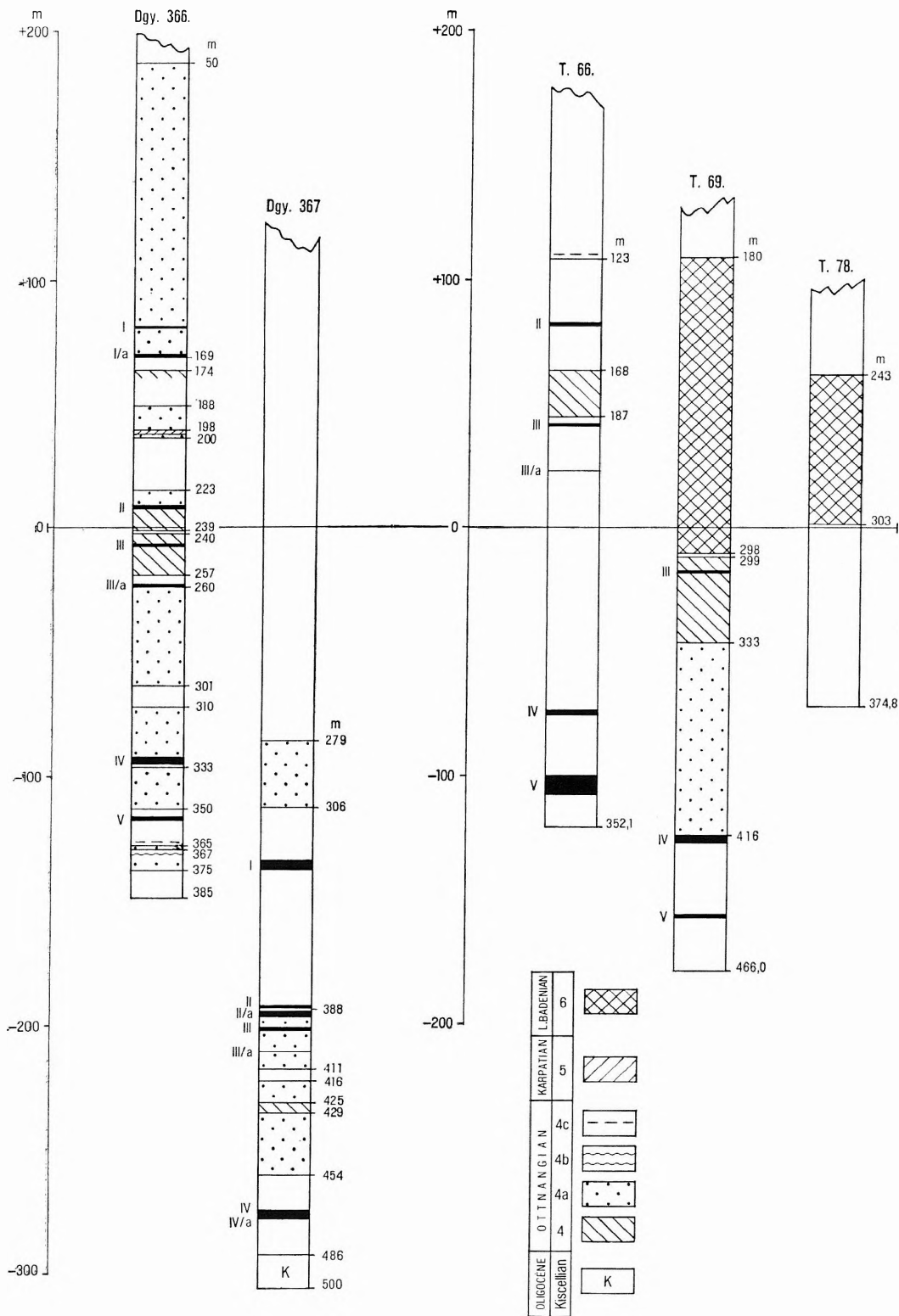


Fig. 3a-c Comparative stratigraphic columns of the study area, based on Foraminifera assemblages  
 Kiscellian: *Tritaxia szabói*. Eggenburgian: 1. spherosiderite concretions, 2. *Rotalia* sp. I., 3. *Bulimina elongata*. Ottnangian: 4. *Rotalia beccarii*, 4a *Rotalia*-Nonion-Elphidium, 4b *Miliammina*-*Ammomarginulina*, 4c *Globigerina*. Karpatian: 5. *Bathysiphon taurinensis*. Lower Badenian: 6. *Orbulina*-*Globoquadrina*

3a-c ábra. A kutatási területek összehasonlító szelvényei Foraminifera együttesek alapján

III. Fekete-völgy  
VI-VII.

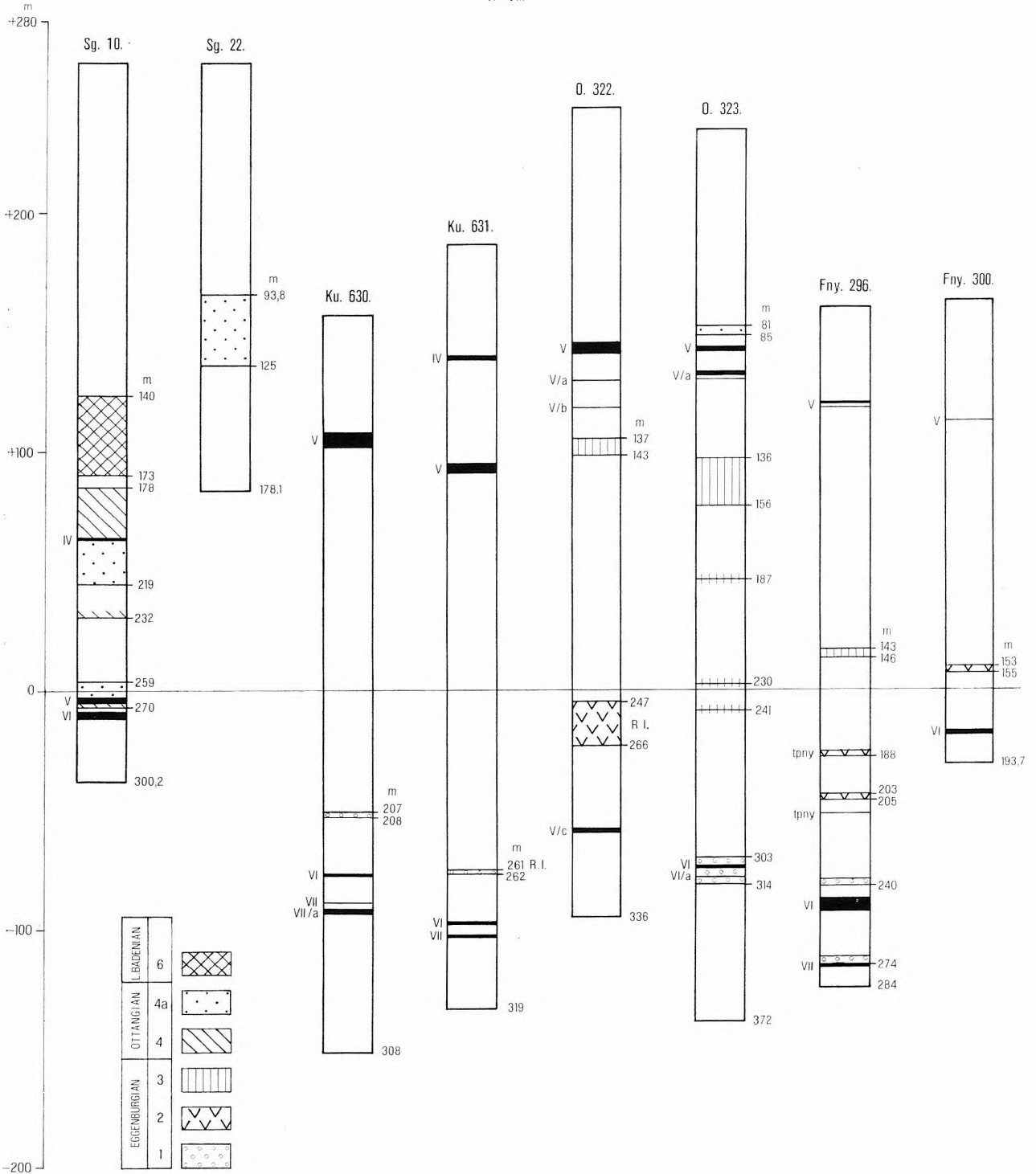


Fig. 3b — 3b ábra



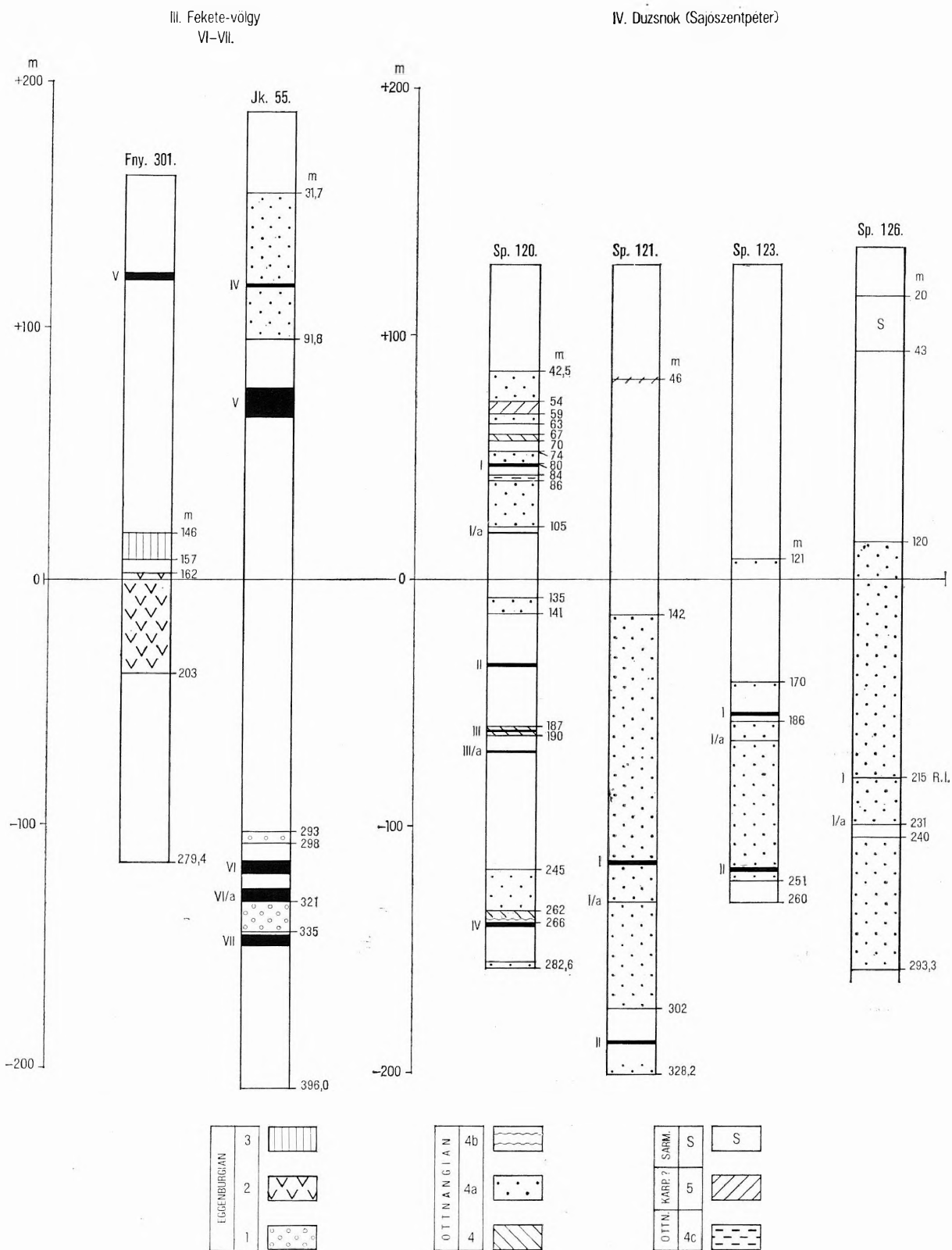


Fig. 3c — 3c ábra

The Eggenburgian Foraminifera fauna of the East Borsod brown-coal basin  
A kelet-borsodi barnakőszén-medence eggenburgi Foraminifera faunája

Fauna	O.		Ku.		Fny.		
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Spiroplectammia carinata</i> (D'ORBIGNY)	○	+					
<i>Quinqueloculina costata</i> D'ORBIGNY	+						
<i>Quinqueloculina seminula</i> (LINNE)		+			+	+	+
<i>Triloculina consobrina</i> D'ORBIGNY					+		+
<i>Robulus cultratus</i> MONTFORT		+					
<i>Robulus inornatus</i> (D'ORBIGNY)	+						
<i>Dentalina pauperata</i> D'ORBIGNY	+						
<i>Dentalina punctata</i> D'ORBIGNY	+	+					
<i>Polymorphina sororia</i> REUSS		+					
<i>Nonion boueanum</i> (D'ORBIGNY)	+	+	+	+			+
<i>Nonion commune</i> (D'ORBIGNY)	+	+				+	
<i>Nonion granosum</i> (D'ORBIGNY)		+			+		+
<i>Nonion soldanii</i> (D'ORBIGNY)		+					
<i>Elphidium crispum</i> (LINNE)							+
<i>Bulimina buchiana</i> D'ORBIGNY	+						
<i>Bulimina elongata</i> D'ORBIGNY	○				+		+
<i>Virgulina schreibersiana</i> ČŽIŽEK		+					+
<i>Gyroidina soldanii</i> D'ORBIGNY	+	+					
<i>Eponides haidingeri</i> (D'ORBIGNY)	○						
<i>Rotalia beccarii</i> (LINNE)	○	○	●	●	+	●	●
<i>Rotalia simplex</i> (D'ORBIGNY)	+	+			+	+	+
<i>Rotalia</i> sp. I.	+		+	○	+	+	+

## Boreholes:

1. Ormosbánya 322, 137.00—143.00 m, 247.30—266.00 m
2. Ormosbánya 323, 136.00—156.00 m, 187.00 m, 230.00 m, 241.00 m
3. Kurittván 630, 186.20—226.10 m
4. Kurittván 631, 261.00—262.00 m
5. Felsőnyárád 296, 203.00—205.00 m, 143.00—146.00 m, 188.00 m
6. Felsőnyárád 300, 153.00—155.00 m
7. Felsőnyárád 301, 146.00—157.00 m, 162.10—203.30 m

+ = few — kevés, ○ = many — sok, ● = very frequent — tömeges.

*Globigerina ciperoensis ottnangensis* RÖGL, *G. praebulloides* BLOW, *Globigerinoides triloba* (REUSS) are assignable to the Ottnangian stage (Table 9).

4. In the hanging wall of the Ist coald bed (Duzsnok area) and between coal seams I and II (Diósgyőr area) another marine horizon, characterized by the presence of *Bathysiphon taurinensis* SACCO was detected (Table 10). This species is known from the Eggenburgian up to the lower part of the Karpatian schlier. Considering its stratigraphical position above coal bed I, this marine sequence can be assigned to the (?) Karpatian stage. Nevertheless, knowing about its position between coal seams I and II in the Diósgyőr area, we might suppose that this marine facies belongs to the Ottnangian as well. The presence of rocks belonging to the Karpatian stage in the territory examined should be monitored by further complex studies of the overlying beds of coal seam I.

5. Badenian successions have been detected in the Tardona and Feketevölgy areas. Formations belonging to the B a d e n i a n are characterized by the grey, yellowish grey, slightly sandy clay-marl layers of the Lower Badenian substage (*Baden Clay Formation*). Its Foraminifera fauna is mainly composed of planktonic forms. Beside the floating forms, benthonic species are also present in the assemblage, in no significant number of specimens. Among the planktonic fossils, the forms *Orbulina universa* D'ORB. and *O. suturalis* BRONNIMAN appear for the first time, occurring in a large number together with *Globoquadrina dehiscens* CHAPM.—PARR—COLLINS, *G. altispira* CUSHM.—JARV. and *Globigerinoides triloba* (REUSS), determining the Early Badenian age of the assemblage. Among benthonic species, the presence of *Planularia auris* DEFR. and *Coryphostoma sinuosa* CUSHM. is also restricted to this substage. The composition of the fauna is characteristic of a shallow-water, open-sea environment with normal salinity [boreholes Tardona 69 (298.00—180.00 m), T. 78 (303.00—243.00 m), and Sajógalgóc 10 (173.00—140.00 m)] (Table 11).

Table 9 — 9. táblázat

The Ottnangian Foraminifera fauna of the East Borsod brown-coal basin  
A kelet-borsodi barnakőszén-medence ottnangi Foraminifera faunája

Fauna	Dgy.		T.		Sg.		O.	Jf.	Sp.				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Ammomarginulina</i> sp.									+				
<i>Ammobaculites</i> sp.									○				
<i>Miliammina</i> sp.	●												
<i>Bathysiphon taurinensis</i> SACCO	+									+			
<i>Textularia abbreviata</i> D'ORBIGNY	+												
<i>Robulus inornatus</i> (D'ORBIGNY)				+									
<i>Nodosaria crassa</i> HANTKEN					+								+
<i>Nonion boueanum</i> (D'ORBIGNY)	+						+	+	+	+			+
<i>Nonion commune</i> (D'ORBIGNY)		+					+	+					+
<i>Nonion granosum</i> (D'ORBIGNY)	●	○		○	+	+	+	+	+	+			+
<i>Nonion granosum parvus</i> BOGDANOVICZ									+				
<i>N. aff. graniferus</i> TERGU.									+				
<i>Nonion tuberculatum</i> (D'ORBIGNY)	+	+	+										
<i>Elphidium minimum</i> SEGUENZA	○	+		+	+						+		+
<i>Elphidium minutum</i> (REUSS)	○	+											
<i>Elphidium striatopunctatum</i> (FICHTEL—MOLL)					+								
<i>Plectofrondicularia diversicostata</i> (NEUGEBOREN)				+									
<i>Bulimina elongata</i> D'ORBIGNY					+			+					+
<i>Virgulina schreibersiana</i> ČŽŽEK	+									+			
<i>Bolivina scitula</i> HOFMANN	+												
<i>Bolivina crenulata</i> CUSHMAN	+												
<i>Bolivina punctata</i> D'ORBIGNY								+					
<i>Reussella spinulosa</i> (REUSS)	+		+					+					
<i>Rotalia beccarii</i> (LINNE)	●	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rotalia simplex</i> (D'ORBIGNY)	+	○			+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Globigerina ciperoensis ottnangensis</i> RÖGL													+
<i>Globigerina praebulloides</i> BLOW										+	+		
<i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS)										+			

## Boreholes:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. Diósgyőr 366/3, 50.40—279.00 m   | 7. Ormosbánya 323, 81.00—87.00 m        |
| 2. Diósgyőr 367/13, 279.00—467.00 m | 8. Jákfalva 55, 31.70—91.80 m           |
| 3. Tardona 66, 123.00—187.00 m      | 9. Sajószentpéter 120, 42.50—283.00 m   |
| 4. Tardona 69, 299.00—416.00 m      | 10. Sajószentpéter 121, 46.00—302.00 m  |
| 5. Sajógalgóc 10, 178.50—293.00 m   | 11. Sajószentpéter 123, 121.00—251.00 m |
| 6. Sajógalgóc 22, 93.80—125.00 m    | 12. Sajószentpéter 126, 126.00—231.00 m |

+ = few — kevés, ○ = many — sok, ● = very frequent — tömeges.

Table 10 — 10. táblázat

The Karpatian? Foraminifera fauna of the East Borsod brown-coal basin  
A kelet-borsodi barnakőszén-medence kárpáti? Foraminifera faunája

Fauna	Diósgyőr 366. 198.00 m	Sajószentpéter 121. 46.00—47.00 m
<i>Bathysiphon taurinensis</i> SACCO	+	○
<i>Reussella spinulosa</i> (REUSS)	○	+
<i>Virgulina schreibersiana</i> ČŽŽ.	○	○
<i>Nonion boueanum</i> (D'ORBIGNY)	○	+
<i>Nonion granosum</i> (D'ORBIGNY)	○	○
<i>Rotalia beccarii</i> (LINNE)	●	○

+ = few — kevés, ○ = many — sok, ● = very frequent — tömeges.

The Badenian Foraminifera fauna of the East Borsod brown-coal basin  
A kelet-borsodi barnakőszén-medence bádéni Foraminifera faunája

Fauna	Tardona		Sajóalgóc 10. 140.00—173.00 m
	69. 180.00—298.00 m	78. 243.00—303.00 m	
1	2	3	4
<i>Haplostiche rudis</i> (COSTA)			+
<i>Spiroplectammina carinata</i> (D'ORBIGNY)	+		
<i>Spiroplectammina deperdita</i> (D'ORBIGNY)	+		
<i>Textularia abbreviata</i> D'ORBIGNY	+		
<i>Bigenerina agglutinans</i> D'ORBIGNY	+		
<i>Martinottiella communis</i> (D'ORBIGNY)	+	+	+
<i>Spiroloculina tenuis</i> (ČŽŽEK)	+		+
<i>Sigmoilina celata</i> (COSTA)		+	
<i>Robulus calcar</i> (LINNE)			+
<i>Robulus clericii</i> (FORNASINI)	+		+
<i>Robulus cultratus</i> MONTFORT	○		+
<i>Robulus inornatus</i> (D'ORBIGNY)	+	+	+
<i>Robulus rotulatus</i> (LAMARCK)		+	
<i>Robulus vortex</i> (FICHTEL—MOLL)	+		
<i>Planularia auris</i> (DEFRANCE)	+		+
<i>Marginulina hirsuta</i> D'ORBIGNY	+		+
<i>Dentalina adolphina</i> D'ORBIGNY	+		+
<i>Dentalina approximata</i> (REUSS)	+		
<i>Dentalina communis</i> D'ORBIGNY	+	+	+
<i>Dentalina consobrina</i> D'ORBIGNY	+		
<i>Dentalina elegans</i> D'ORBIGNY	+		+
<i>Dentalina pauperata</i> D'ORBIGNY	○	○	○
<i>Dentalina soluta</i> REUSS			+
<i>Dentalina vertebralis</i> (BATSCH)	+		
<i>Nodosaria affinis</i> D'ORBIGNY			+
<i>Nodosaria longiscata</i> D'ORBIGNY	+		+
<i>Nodosaria pyrula</i> D'ORBIGNY			+
<i>Nodosaria scalaris</i> BATSCH		+	
<i>Frondicularia laevigata</i> KARRER	+		+
<i>Frondicularia vaughani</i> CUSHMAN	+		
<i>Guttulina austriaca</i> D'ORBIGNY			+
<i>Guttulina problema</i> D'ORBIGNY	+		
<i>Globulina gibba</i> D'ORBIGNY	+	+	+
<i>Dimorphina variabilis</i> (NEUGEBOREN)	+	+	+
<i>Pyrulina fusiformis</i> (ROEMER)			+
<i>Nonion boueanum</i> (D'ORBIGNY)	○	+	+
<i>Nonion soldanii</i> (D'ORBIGNY)	+	+	+
<i>Elphidium macellum</i> (FICHTEL—MOLL)		+	
<i>Elphidium minimum</i> SEGUENZA	+	+	
<i>Plectofrondicularia diversicostata</i> (NEUG.)	+		+
<i>Bulimina buchiana</i> D'ORBIGNY	+	+	+
<i>Bulimina elongata</i> D'ORBIGNY	+		+
<i>Bulimina inflata</i> SEGUENZA	+		
<i>Bulimina pyrula</i> D'ORBIGNY	+		
<i>Entosolenia orbignyana</i> SEGUENZA	+		
<i>Virgulina schreibersiana</i> ČŽŽEK	+		+
<i>Bolivina arta</i> MACFADYEN		+	+
<i>Bolivina antiqua</i> D'ORBIGNY			+
<i>Bolivina dilatata</i> REUSS	+		
<i>Bolivina fastigia</i> CUSHMAN	+		

Table 11 — 11. táblázat (2)

1	2	3	4
<i>Bolivina viennensis</i> MARKS			+
<i>Coryphostoma sinuosa</i> (CUSHMAN)	+		+
<i>Reussella spinulosa</i> (REUSS)	+		+
<i>Uvigerina macrocarinata</i> PAPP—TURNOVSKY	+		+
<i>Uvigerina pygmaoides</i> PAPP—TURNOVSKY	+		
<i>Uvigerina semiornata</i> D'ORBIGNY	+		
<i>Uvigerina urnula</i> D'ORBIGNY	+		
<i>Gyroidina soldanii</i> D'ORBIGNY	+	+	+
<i>Eponides haidingeri</i> (D'ORBIGNY)	+	+	
<i>Rotalia beccarii</i> (LINNE)	+	+	+
<i>Siphonina reticulata</i> (CŽŽEK)			+
<i>Cassidulina crassa</i> D'ORBIGNY	+		+
<i>Cassidulinooides bradyi</i> (NORMAN)	+		
<i>Ehrenbergina serrata</i> REUSS			+
<i>Pullenia bulloides</i> (D'ORBIGNY)	+		+
<i>Sphaeroidina bulloides</i> D'ORBIGNY	+		+
<i>Globigerina apertura</i> CUSHMAN	+		
<i>Globigerina bulloides</i> D'ORBIGNY	+		
<i>Globigerina concinna</i> REUSS	+		
<i>Globigerina falconensis</i> BLOW	+		
<i>Globigerina foliata</i> BOLLI	+	+	
<i>Globigerina praebulloides</i> BLOW	+		
<i>Globigerina woodi</i> JENKINS	+		
<i>Globigerinoides sicanus</i> DI STEPHANI		+	
<i>Globigerinoides triloba</i> (REUSS)	●	●	●
<i>Orbulina bilobata</i> (D'ORBIGNY)		+	+
<i>Orbulina suturalis</i> BRONNIMANN	○	+	○
<i>Orbulina universa</i> D'ORBIGNY	●	●	●
<i>Globoquadrina altispira</i> CUSHMAN—JARVIS		●	●
<i>Globoquadrina dehiscens</i> CHAPMAN—PARR—COLLINS		●	●
<i>Globoquadrina globosa</i> BOLLI		+	+
<i>Globorotalia mayeri</i> CUSHMAN—ELLISOR	○		○
<i>Globorotalia obesa</i> BOLLI			+
<i>Globorotalia scitula</i> (BRADY)	+	+	○
<i>Anomalina austriaca</i> D'ORBIGNY	+	+	+
<i>Planulina wuellerstorfi</i> SCHWAGER			+
<i>Cibicides dutemplei</i> (D'ORBIGNY)	○	+	+
<i>Cibicides ungerianus</i> (D'ORBIGNY)	+	○	+

+ = few — kevés, ○ = many — sok, ● = very frequent — tömeges

Table 12 — 12. táblázat

The Sarmatian Foraminifera fauna of the East Borsod  
brown-coal basin

A kelet-borsodi barnakőszén-medence szarmata  
Foraminifera faunája

Fauna	Sajószentpéter 126. 20.00—43.00 m
<i>Nonion granosum</i> (D'ORBIGNY)	○
<i>Nonion commune</i> (D'ORBIGNY)	+
<i>Porosonion subgranosum</i> EGGER	●
<i>Elphidium flexuosum</i> (D'ORBIGNY)	○

+ = few — kevés, ○ = many — sok, ● = very frequent — tömeges.

6. Rocks of Sarmatian age were received for investigation from the Duzsnok area, where between 43.00 and 20.00 m in borehole Sajószentpéter 126 the rocks display the very frequent presence of *Porosonion subgranosum* EGGER, *Nonion granosum* (D'ORB.) and *Elphidium flexuosum* (D'ORB.) (Table 12).

### PALEOGEOGRAPHICAL RELATIONS

The freshwater, brackish-water and shallow-water—marine deposits of the Eggenburgian stage (Felsőnyárád Formation) are known from the Feketevölgy area in the environs of Felsőnyárád, Ormosbánya, Kurittyán and Jákfalva. These have not yet been recorded from other territories of Hungary. Equivalents of this fauna can be found in Slovakia, in the Vág valley, near Trenčín and Nitra, and also in the Vienna Basin. From these territories, faunal associations similar to this assemblage have been described.

The Ottnangian formations are much more widely spread than the Eggenburgian ones. The presence of Ottnangian sediments has been verified in all the four research areas (Gyulakeszi Rhyolite Tuff Formation, Salgótarján Brown-Coal Formation). Apart from the territory examined, Ottnangian formations were drilled—among others—in boreholes around Mátraverebély, Bélapátfalva, Buják and Bántapuszta, as well as in the Ottnangian key section at Gyulakeszi, moreover in boreholes Lak 1 and Rákoskeresztúr 1. Further relations of the formations belonging to this stage can be traced in Austria, Southern Slovakia and in the Transylvanian Basin.

The Badenian stage is represented in the Tardona and Feketevölgy areas by *Orbulina—Globoquadrina* biofacies characteristic of the Lower Badenian Baden Clay Formation. This assemblage is widely distributed, marking a guide horizon in the Börzsöny Mts, in the environs of Sopron, in the SW Transdanubian Basin, in the Mecsek Mts, and around the localities Tengelic, Szilvásvárad and Biharnagybajom. The same formations have been described from the Vienna Basin, East and West Slovakia, N Transylvania, Rumania, Yugoslavia, NW Bulgaria and from the northern part of the Holy Cross Mts in Poland.

Formations belonging to the Sarmatian stage are present in the Duzsnok area. They can be found in similar facies in the Tokaj Mts, around Sopron and Budapest and in the Mecsek Mts as well. Its farther equivalents are found in the Vienna Basin, around Zagreb, in Rumania and in the Transcarpathian territory of the USSR.

### PALEOECOLOGICAL CONCLUSIONS

The environmental circumstances and the development of the faunal assemblages are governed by several factors working together. The most important factors determining the life conditions of the Foraminifera are the depth of the sea, the temperature, salinity and ventilation of the sea water, and the quality of the sea-floor (Fig. 4).

The rocks of the Kiscellian Stage are rich in forms with agglutinated skeletons. The development of such assemblages is generally promoted by cold water. However, as the concerned faunal assemblages contain species with limy tests as well, we might consider the possibility of a shallow-water, warm, marine environment, occasionally influenced by cold currents. Most favourable for the development of the assemblages with agglutinated forms, is a water depth of about 90—100 metres. With the change of water temperature, however, a change in the chemical conditions of water is also brought about. In warm water the agglutinated tests are smaller than in a colder region. Reconstructing the conditions for the sedimentation of the Kiscell Clay, we can suppose a sea depth of about 100 metres, with a normal salinity of 35‰ under a temperate climate.

In Eggenburgian time, the gradual change from marshy freshwater environment to brackish-water conditions led to the formation and distribution of species tolerating the fluctuation in salinity and temperature. These assemblages are generally dominated by the most frequent Rotaliae, the living conditions of which are secured by a sea depth of 0—30 metres, 15—30‰ salinity and by water not colder than 15 °C. Since these associations are persistent through the Ottnangian, the pertaining rocks are presumed to have been formed under similar conditions of environment. Upon the presence of *Nonion* and *Elphidium*, 30‰ salt content and 30—50 m depth for the pre-existent sea is verifiable. The agglutinated assemblages developed in the sea-side lagoons during the Ottnangian, with the very frequent and numerous occurrence of the genera *Ammomarginulina*, *Ammobaculites* and *Miliammina*, proving the existence of cold, shallow, disturbed water of low salinity.

In the warm, subtropical waters of the Badenian sea, rich Foraminifera assemblages existed. Higher temperatures have brought about the dominance of forms of larger stature. The effect of cold currents existing also in the Miocene sea has led to the appearance of agglutinated forms accumulating

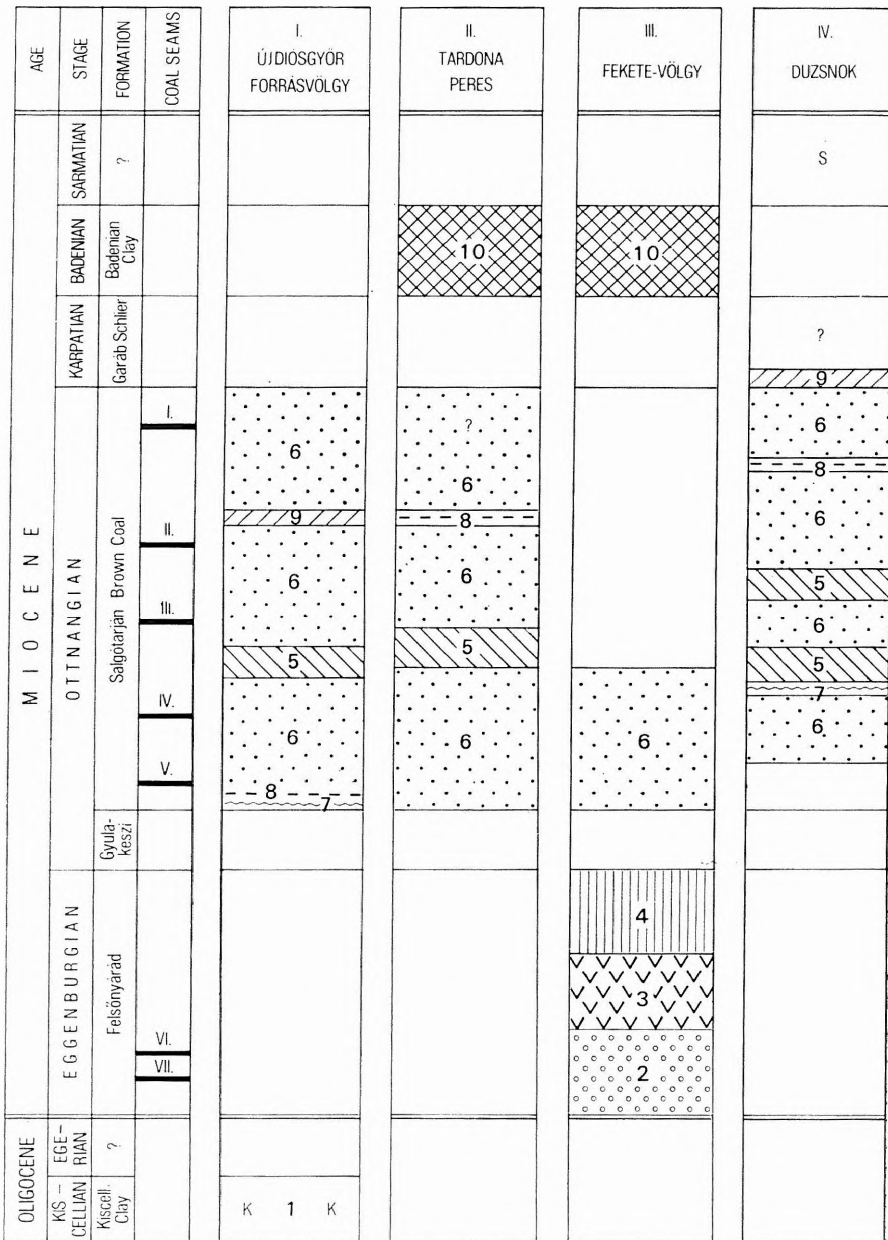


Fig. 4. Comparative stratigraphic columns of biofacies of the study area, based on Foraminifera assemblages

1. *Tritaxia szabói*, 2. sphaerosiderite concretions, 3. *Rotalia* sp. I, 4. *Bulimina elongata*, 5. *Rotalia beccarii*, 6. *Rotalia*—Nonion—Elphidium, 7. *Miliammina*—*Ammomarginulina*, 8. *Globigerina*, 9. *Bathysiphon taurinensis*, 10. *Orbulina*—*Globoquadrina*, S=Sarmatian

4. ábra. A kutatási területek biofáciaseinek összehasonlító szelvényei Foraminifera együttesek alapján

at some places. The presence of the Lagenidae in the assemblage may indicate a water depth of 120–150 metres. Planktonic Foraminifera live largely in the upper zone of water, down to about 100 metres, because here the illumination of the water and, consequently, the quantity of feeding stuffs is highest. This zone contains large numbers of *Diatoma* that serve as food for the planktonic fauna. According to certain observations, the planktonic organisms change the depth of their living in the course of their life. Some species, like *Orbulina universa*, breed in the deeper water horizons, and come to live nearer the surface only later. This change of position is reflected in the wall thickness of the test as well. Specimens living in deeper water have thinner, more fragile tests. As a consequence of their floating way of living, planktonic foraminifers can be drifted by the surfs and different currents quite close to the shore. Thus we may find planktonic species in rocks deposited in a quite shallow water.

## SUMMARY

On the present study, the following conclusions from the examinations of biofacies of the brown coal sequence can be drawn:

In the Eggenburgian coal seams VI and VII as well as in their hanging wall and footwall no microfauna was found. Sphaerosiderite concretions, gained abundantly through a decantation of the loose rock material, however, are clear markers of the coal deposits. At the same time, they prove the freshwater, marshy origin of these seams. In the higher overlying strata of coal bed VI, a gradual change from freshwater environment to a "brackish" one, and later, to a marine environment, promoting the microfaunal life, can be experienced. In the brackish-water sediments, the species marked as *Rotalia* sp. I beside abundant *Rotalia beccarii* (L.) is found in great specimen number, characterizing the brackish-water biofacies of the Eggenburgian. These formations are overlain by the shallow-water marine Eggenburgian beds. The biofacies of these latter is defined by the species *Bulimina elongata* D'ORB., occurring together with *Rotalia* sp. I.

The lowermost Ottangian stage is represented by the product of volcanic activity, the Lower Rhyolite Tuff. The microfossils in these formations consist of siliceous skeletal elements (sponge spicules, diatoms). In the overlying beds of the rhyolite tuff in the Újdiósgyőr-Forrásvölgy area, a brackish-water—marshy environment can be deduced from the presence of genera *Miliammina*—*Ammobaculites*—*Ammomarginulina* preferring cold, troubled waters of low salinity. In the Duzsnok area, similar assemblage is known above the IVth coal seam. The coal seams V—II are indicate a brackish-water to shallow-water marine environment of deposition. The microfauna is characterized by the *Rotalia*—*Nonion*—*Elphidium* assemblage. Between the coal seams IV and III, and above the IIIrd coal bed, rocks of a very shallow, brackish-water facies are demonstrated, with water depth not exceeding 10 metres, and not colder than 15 °C, characterized by the abundant occurrence of *Rotalia beccarii* (L.). Normal-saline marine deposits are found in the strata resting on coal seams II and I. The microfauna here contains planktonic species as well, marking certain connections with the open sea. In the material, treated by decantation, skeletal elements and echinoid spines can be observed in great quantity, also proving a 36‰ salt content of the seawater.

The species *Bathysiphon taurinensis* SACCO present in this assemblage might be assigned to the Karpatian stage, thus we can suppose that the formation of coal seam I took place as early as the Karpatian time.



# A KELET-BORSODI MEDENCE OTTNANGI KÉPZŐDMÉNYEINEK FORAMINIFERA VIZSGÁLATA

## BEVEZETÉS

A borsodi barnakőszén-terület Foraminiferáinak megismerését, rétegtani értékelését a komplex vizsgálatokon alapuló barnakőszén-kutatások tették időszerűvé és szükségessé. A vizsgálatok 18 kutatófúrás 400 db mintájából készültek, melyek alapján oligocén, eggenburgi, otnangi, kárpáti?, alsó-bádeni és szarmata rétegeket lehetett elkülöníteni. A munka célja az egyes formációk Foraminiferáinak biosztratigráfiai értékelése és a képződmények pontos rétegtani besorolása volt. Ez sokszor nehézséget jelentett, mivel az azonos fáciesben megjelenő, azonos összetételű faunaegyüttesek bármelyik emeletet jelölhették. Ilyenkor az eltérő litológiai jellegek, vagy az egyéb mikrofauna-elemek segítettek hozzá a probléma megoldásához. Természetesen még további kiterjedt vizsgálatokra lenne szükség a széntelepes összlet, a fekü és fedőképződmények Foraminifera faunájának teljes megismeréséhez. A feldolgozott fúrások mikrofauna-vizsgálatai eredményeit kutatási területenként ismertetem.

A diósgyőri fúrások anyagvizsgálata az ottnangi barnaköszén-telepessésség meddőinek Foraminifera feldolgozására irányult. Mivel ezekből a képződményekből korábban mikrofauna-feldolgozás nem készült, így ez új, ismeretlen anyagot szolgáltatott. A vizsgálatokból megállapítható, hogy a meddő nagy része csökkentsősvízi, sekélytengeri kifejlődésű, mivel a Foraminifera faunában a csökkentsősvízi jellemző alakok dominálnak. A barnaköszén-telepessésségben belül végig megfigyelhetők az alsó riolittufa (Gyulakeszi Formáció) áthalmazott tufás üledékei (1. ábra), melyekben sok kovavázis szerves maradvány, Diatoma és szivacsstű található. A terület (2. ábra) fúrásai közül a Diósgyőr 366/3. sz. fúrás 380,30–50,40 m és a 367/13. sz. fúrás 489,90–279,50 m közötti szakaszából készült mikrofauna-vizsgálat.

### Diósgyőr Dgy. 366/3. sz. fúrás

A fúrás 380,30–375,00 m között az alsó riolittufát harántolta. A 375,00–367,00 m-es szakasz tufás rétegeiben kevés Foraminifera fordult elő [*Rotalia beccarii* (L.), *Nonion granosum* (D'ORB.)]. A 367,00 m-ből származó minta faunája tengeri lagúnát valószínűsít (*Miliammina* sp.). A fúrásban az V. barnaköszéntelep fekéjéből ismert a leggazdagabb tengeri mikrofauna (365,00 m). A fauna összetétele a következő: *Bolivina crenulata* CUSHM., *Virgulina schreibersiana* CZJŽ., *Textularia abbreviata* D'ORB., *Nonion granosum* (D'ORB.), *N. tuberculatum* (D'ORB.), *Rotalia beccarii* (L.), *Coryphostoma sinuosa* (CUSHM.) (1. táblázat). A 0,75 m vastag V. barnaköszéntelep (357,05–356,30 m) fedőjében erősen tufás rétegek települnek, melyekben sok Diatoma és Radiolaria figyelhető meg. A Foraminifera faunára a *Rotalia beccarii* (L.), *R. simplex* (D'ORB.) és *Elphidium minimum* SEG. fajok jellemzőek. A IV. barnaköszén-telep (332,80–329,70 m) közvetlen fedőjében a *Rotalia beccarii* (L.) és *Nonion granosum* (D'ORB.) fordult elő. 279,50–276,00 m-ben *Rotalia beccarii* (L.), *R. simplex* (D'ORB.), *Elphidium minimum* SEG. és *E. minutum* (REUSS) fajok találhatóak. Felette 276,00–260,00 m között *Rotalia beccarii* (L.), *R. simplex* (D'ORB.) és *Nonion granosum* (D'ORB.) társulással jelentkezik a III/a telep (260,00–259,40 m) fekéje. A III. (259,40–256,50 m) és III/a telep közötti meddő rétegekben csupán a *Rotalia beccarii* (L.) faj található tömegesen. Ugyanez figyelhető meg a III. és a II. telep között is (232,30–229,80 m). A II. telep közvetlen fedőjében nagyon kevés a mikrofauna, néhány *Rotalia beccarii* (L.) példány. 198,00 m-ben viszont ismét magasabb sótartalmú tengeri üledékek ismertek *Bathysiphon taurinensis* SACCO és *Reussella spinulosa* (REUSS) (VI. tábla), *Rotalia beccarii* (L.), *Nonion granosum* (D'ORB.) fajokkal. Az I/a telep (172,50–172,45 m) fekéje ismét rotaliás–nonionos–elphidiumos társulással jelentkezik, mely a telep fedőjéből is kimutatható. Az I. telep (161,75–160,00 m) fedőjében (160,00–50,40 m) helyenként gazdagabb a mikrofauna. A Rotaliák, Nonionok, Elphidiumok mellett Bolivinák (VII. tábla) is előfordulnak az együttesben. Szivacsstűk, Ostracodák, halmaradványok, Echinodermata tüskék és Mollusca maradványok találhatóak a mikrofauna mellett. Általában a magasabb sótartalmú üledékekben mindig megjelennek az Echinodermata maradványok.

A fúrás végig (380,30–50,40 m) ottnangi rétegeket tárt fel.

### Diósgyőr Dgy. 367/13. sz. fúrás

A fúrás 489,90–279,50 m között harántolta az ottnangi széntelepes összletet, melynek mikrofaunája jól azonosítható a 366/3. sz. fúrás hasonló anyagával (2. táblázat).

489,90–486,00 m-ben a képződmények oligocén kiscelli agyagra jellemző mikrofaunát tartalmaznak. Az együttesben több példányban fordulnak elő a *Tritaxia szabói* (HANTK.), *T. haeringensis*

(CUSHM.), *Anomalina grosserugosa* GÜMB., *Dentalina zsigmondii* HANTK., *Almaena osnabrugensis* (ROEM.), *Uvigerina hantkeni* CUSHM., *Rhabdammina abyssorum* M. SARS, *Karrieriella hantkeniana* CUSHM., *Bulimina truncana* GÜMB. fajok. A mikrofauna normál sótartalmú, sekélytengeri medencefáciest jelöl. A képződmény korát a *Karrieriella hantkeniana* CUSHM. és *Tritaxia haeringensis* (CUSHM.) fajok egyértelműen az oligocén kiscelli emeletében rögzítik.

A korábban (1958) mélyített Miskolc 3. sz. fúrás 516,00–510,00 m közötti szakasza is hasonló oligocén foraminiferás képződményeket harántolt. Az 510,00–405,00 m közötti faunamentes üledékek felett (405,00–298,00 m) *Rotalia beccarii* (L.) és *Nonion granosum* (D'ORB.) fajokkal jellemzett ott-nangi képződményeket tárt fel a fúrás, melyek jól azonosíthatók a többi fúrás anyagával.

## II. TARDONA—PERESI KUTATÁSI TERÜLET

A területen ottnanginál idősebb miocén képződményeket nem ismerünk. Az o t t n a n g i emelet csökkentsósvízi üledékeit a II. és III. telep között 19 m vastagságban, a III. és IV. telep között 115 m vastagságban tárták fel a fúrások. A III. telep fedőjében és fekéjében csupán a *Rotalia beccarii* (L.) faj fordult elő a képződményekben. Általában a rotaliás—nonionos—elphidiumos társulással jellemzett fácies az uralkodó.

Az ottnangi emelet üledékeire 118 m vastag alsó-bádeni képződmények települnek, melyek Foraminifera faunája főleg plankton alakokból áll. A plankton fajok közül az *Orbulina universa* D'ORB., *O. suturalis* BRONNIMANN, *Globoquadrina dehiscens* CHAPM.—PARR—COLLINS, *G. allispira* (CUSHM.—JARV.), *Globigerinoides triloba* (REUSS) szerepelnek a legtöbb egyedszámmal az együttesben. A bentosz fajok közül a *Planularia auris* DEFR., *Coryphostoma sinuosa* (CUSHM.), *Dentalina pauperata* D'ORB., *Uvigerina macrocarinata* PAPP—TURN., *U. pygmoides* PAPP—TURN. a legjellemzőbbek. A faunakép alapján meleg, sekélytengeri, medencefáciésre következtethetünk. A tömegesen fellépő plankton formák nyílttengeri kapcsolatra utalnak. Az alsó-bádeni orbulinás—globoquadrinás rétegek általánosan elterjedtek és vezető szintet jelölnek a Mecsek és Börzsöny hegységben, a DNY-dunántúli medencében, Sopron, Szilvásvárad és Biharnagybajom környékén.

A tardonai kutatási terület alsó-bádeni üledékeinek Foraminifera faunája, a fauna megtartási állapota, faj- és egyedgazdagsága alapján az ország egyik legjobb alsó-bádeni mikrofauna-anyagának tekinthető.

### Tardona T. 66. sz. fúrás

A fúrásban 187,00–168,00 m között a III. telep fedőjében az ottnangi emelet csökkentsósvízi képződményei a nagy egyedszámban megjelenő *Rotalia beccarii* (L.) fajjal jellemezhetők. A Foraminiferák mellett a Mollusca fauna is tömegesen fordul elő ezekben a képződményekben. 123,00 m-ben a II. telep fedőjében normál sótartalmú, sekélytengeri üledékeket tárt fel a fúrás, melyek Foraminiferái a következők: *Reussella spinulosa* (REUSS), *Robulus inornatus* (D'ORB.), *Plectofrondicularia diversicostata* (NEUG.), *Nonion tuberculatum* (D'ORB.) és *Rotalia beccarii* (L.). A tengeri üledékekben mindig jelen vannak az Echinodermata maradványok (tüskék és vázelemrészek) is.

### Tardona T. 69. sz. fúrás

A IV. telep felett 416,00–303,20 m között az ottnangi emelet rotaliás—nonionos—elphidiumos csökkentsósvízi üledékeit tárta fel a fúrás. Majd a III. telep fekéjében és közvetlen fedőjében (303,20–299,80 m) a *Rotalia beccarii* (L.) fajjal jelzett képződmények következnek.

298,70–180,00 m között alsó-bádeni tengeri, medencekifejlődésű homokos agyagmárga rétegekkel zárul a fúrás rétegsora. A gazdag Foraminifera társulásra a plankton formák dominanciája jellemző (3. táblázat), de nagyszámú bentosz faj is található az együttesben. A fauna optimális tengeri környezetben élt, amit a szépen díszített, nagyra nőtt Foraminifera házak is igazolnak.

### Tardona T. 78. sz. fúrás

A fúrás 303,00–243,00 m-es szakasza tárta fel az alsó-bádeni Bádeni Agyag Formációba tartozó üledékeket. A plankton és bentosz fajokban egyaránt gazdag Foraminifera együttes normál sótartalmú, sekély, melegtengeri környezetre utal.

## III. FEKETEVLGY VI—VII. KUTATÁSI TERÜLET

A legváltozatosabb miocén rétegsort e terület fúrásaiból állíthatjuk össze. Megtalálhatók itt az eggenburgi, otnangi és alsó-bádeni üledékek. Az eggenburgi képződmények nagyon változatos fáciesekben jelennek meg a területen. Kimutatható egy mocsaras édesvízi, egy csökkentsósvízi és egy sekélytengeri fácies. A mocsaras édesvízi faciést az Ormosbánya 323., Jákfalva 55. és Felsőnyárad 296. sz. fúrások tárták fel. Ezekben a képződményekben mikrofauna nem fordult elő, mégis biztosan kimutatható ebben a szakaszban a VI. és VII. barnakőszéntelep, az iszapolási maradékban előforduló szferosziderit-konkréciók alapján. Ebben a fáciesben az iszapolási maradék nagyrésztben, vagy teljes egészében vasas? konkréciókból áll és ez jelenik meg a VI. és VII. telepek fedőjében. A csökkentsósvízi faciést az ormosbányai, kurittyáni és felsőnyáradai fúrásokból ismertük meg. A mikrofaunában a *Rotalia beccarii* (L.), *R. simplex* D'ORB. és *Nonion granosum* (D'ORB.) fajok mellett megjelenik a *Rotalia* sp. I.-nek nevezett forma, mely sem az oligocén, sem pedig az otnangi csökkentsósvízi együttesekben nem szerepel. A sekélytengeri fáciesben a Rotaliák (*Rotalia* sp. I. is) és *Nonion granosum* (D'ORB.) mellett megjelenik a *Bulimina elongata* faj, mely ugyan perzisztens forma, de ezekre a képződményekre a *Rotalia* sp. I. formával együtt jellemző. Ez a fácies Felsőnyárad és Ormosbánya környékén fordul elő.

Az otnangi emelet csökkentsósvízi rotaliás—nonionos—elphidiumos társulása területünkön kis vastagságban Jákfalva, Ormosbánya és Sajógalgóc környékén az V. széntelep fedőjéből mutatható ki.

Alsó-bádeni képződményeket harántolt a Sajógalgóc 10. sz. fúrás a területen. Az orbulinas—globoquadrinás plankton társulással és a lagenidás bentosz társulással jellemezhető sekélytengeri képződmények a tardonai kifejlődésekkel azonosíthatók.

## Sajógalgóc Sg. 10. sz. fúrás

A fúrás 295,00 m-ben az alsó riolittufában (Gyulakeszi Formáció) állt le. A két teleprészre különülő V. széntelep fekéjében mikrofauna nem található, csupán szivacsstűk fordultak elő a glaukonitos anyagban. A két teleprészt elválasztó meddőben és az V. telep fedőjében (270,00—265,00 m) csupán a *Rotalia beccarii* (L.) faj fordult elő nagyobb mennyiségben. A 265,00—259,00 m közötti szakaszban a rotaliás—nonionos—elphidiumos együttes jelentkezett nagyon kevés faunával (4. táblázat). 232,80 m-ben a csökkentsósvíznél magasabb sótartalmat igénylő faunaegyüttes jelenik meg Echinodermatákkal, de ez csak pontszerű minta, egyetlen adat a rétegsorban. 219,00—198,00 m között (mely a IV. telepet is magában foglalja) a csökkentsósvízre jellemző rotaliás—nonionos társulás jelentkezik az anyagban a *Rotalia beccarii* (L.) faj túlsúlyával. 198,00—178,00 m-ben csupán a *Rotalia beccarii* (L.) faj fordult elő nagy egyedszámban. Recens irodalmi adatok alapján a *Rotalia beccarii* (L.) faj élettere a 0—10 m-es tenger mélység, 15—30%-es sótartalom és 15 °C-nál nem hidegebb vízhőmérséklet. Feltételezhetjük, hogy itt ilyen adottságok mellett élt nagy mennyiségben a faj. 173,80—140,00 m között a gazdag faunát tartalmazó alsó-bádeni üledékek mutathatók ki.

## Sajógalgóc Sg. 22. sz. fúrás

A fúrásból vizsgált 125,00—93,80 m-es szakasz az otnangi csökkentsósvízi rotaliás—nonionos faunával jellemezhető. A mintákban a *Rotalia beccarii* (L.) faj végig nagy mennyiségben található. 116,00 m-ben tömegesen jelenik meg.

## Kurittyán Ku. 630. sz. fúrás

226,10—186,20 m közötti szakaszából, a VI. széntelep feletti részből készültek vizsgálatok. Foraminiferák csak a 208,90—207,40 m-es szakaszban található. A fauna az eggenburgi csökkentsósvízi kifejlődést igazolja [*Rotalia beccarii* (L.), *Nonion boueanum* (D'ORB.), *Rotalia* sp. I.]. Az iszapolási anyagban sok piritzemese figyelhető meg. A VI. telep közvetlen fedőjében itt csak sok vasas szemese található.

## Kurittyán Ku. 631. sz. fúrás

A fúrás 262,00—261,00 m-ből származó mintájában nagyon sok piritzemese található. A faunában a *Rotalia beccarii* (L.) faj megjelenése tömeges. A *Rotalia* sp. I. sok példányban található. A képződmények a VI. telep fedőjében az eggenburgi emelet csökkentsósvízi lerakódásait képviselik.

**Ormosbánya O. 322. sz. fúrás**

A fúrás 266,20—247,30 m-es szakaszát az eggenburgi csökkentsósvízi rotaliás rétegek képviselik (*Rotalia* sp. I.). Ebben a szakaszban sok Mollusca maradvány és pirit szemcse figyelhető meg. 246,00 m-ben a sok pirit és glaukonitszemcse mellett sok halmaradvány (pikkely, csigolya, úszótüske) található. 143,20—137,00 m között jelenik meg az eggenburgi emeletbe tartozó sekélytengeri kifejlődés anyaga, melyben a *Rotalia* sp. I. és *Bulimina elongata* D'ORB. fajok határozzák meg a faunatársulást (5. táblázat).

**Ormosbánya O. 323. sz. fúrás**

A fúrás 314,00—303,00 m közötti szakaszában, mely a VI. telepet is magában foglalja, a feküben és fedőben tömegesen megjelenő szferosziderit-konkréciók jelzik a szénteleg édesvízi mocsári kifejlődését. A 241,00, 230,00 és 187,00 m-ből vett pontminták az eggenburgi sekélytengeri *Bulimina elongata*-s társulást rögzítik. A 156,00—136,00 m közötti szakasz ugyancsak sekélytengeri kifejlődést tárt fel.

Az V. telep fedőjében 85,00—81,00 m között az ottngangi emelet csökkentsósvízi üledékeit a rotaliás—nonionos faunatársulás jelzi.

**Felsőnyárad Fny. 296. sz. fúrás**

A fúrás 275,60—271,70 m között a VII. telep fedőjében és 240,50—239,70 m között a VI. telep fedőjében tárta fel az édesvízi szferosziderit-konkréciókat tartalmazó üledékeket. 205,00—203,00 m és 188,00 m-ben az eggenburgi emeletbe tartozó csökkentsósvízi képződmények mutathatók ki rotaliás faunatársulással. A 146,00—143,00 m-es szakasz sekélytengeri *Bulimina elongata*-s együttest tartalmazott.

**Felsőnyárad Fny. 300. sz. fúrás**

A fúrás 155,00—153,00 m közötti szakasza az eggenburgi csökkentsósvízi rotaliás rétegeket tárta fel. Csak az összlet felső szakaszán jelennek meg a *Rotalia* sp. I. és *Rotalia beccarii* (L.) példányai nagyobb egyedszámban, egyébként a mikrofaunát kevés, töredezett Foraminifera képviseli.

**Felsőnyárad Fny. 301. sz. fúrás**

A fúrásban 203,00—162,00 m között mutatható ki az eggenburgi csökkentsósvízi rotaliás összlet. Az összleten belül a *Rotalia beccarii* (L.) és *Rotalia* sp. I. változó egyedszámban szerepel. 157,00—146,00 m között már sekélytengeri az üledék, amit a Foraminiferákon kívül az Echinodermaták jelenléte is igazol.

Az ormosbányai és felsőnyárad fúrásokból jól kitűnik, hogy az eggenburgi édesvízi, csökkentsósvízi és sekélytengeri fáciesek egymás felett a VI. és V. telep közötti szakaszon mutathatók ki. Az V. telep fedőjében már ottngangi csökkentsósvízi üledékek települnek (Ormosbánya 323. sz. f.).

**Jákfalva Jf. 55. sz. fúrás**

A fúrásban az eggenburgi édesvízi szferosziderit-konkréciós képződmények 335,00—321,00 m között, a VII. és VI. telepek között mutathatók ki, majd 298,00—293,00 m között a VI. telep fedőjében ismét megjelennek. A VII. és VI. szénteleg anyagát mocsári növények, fák szolgáltatták. Helyenként a növények gyökerei is megfigyelhetők az iszapolási maradványokban, mint szenesedett növényi szálak. A 278,00—125,40 m-ig terjedő szakaszon (a VI. és V. telep között) végig tufás üledékek mutathatók ki, melyekben kovaszivacstüskön kívül más szerves maradvány nem található.

91,80—31,70 m között az ottngangi emeletbe tartozó csökkentsósvízi kifejlődések következnek az V. telep fedőjében, rotaliás—nonionos faunatársulásokkal.

A vizsgálati eredményekből kitűnik, hogy a VII. és VI. szénteleg képződési ideje az eggenburgi emeletben, az V—I. telepeké pedig az ottngangi emeletben határozható meg.

## IV. DUZSNOKI (SAJÓSZENTPÉTERI) KUTATÁSI TERÜLET

A terület földtani felépítésében ottngangi, kárpáti? és szarmata rétegek vesznek részt. A szételepek közül az I. és II. telep az egész területen kifejlődött a nagyon kis vastagságú III. teleppel együtt. A IV. telep csak a terület Ny-i részén jelentősebb, míg az V. telep a terület nagy részén hiányzik. Az ottngangi emeletbe tartozó csökkentsósvízi üledékek a rotaliás—nonionos—elphidiumos faunával jellemezhetők. A rétegsorban kis vastagságban normál sótartalmú, sekélytengeri lerakódások is kimutathatók, melyek faunatársulásaiiban a *Globigerinoides triloba* (REUSS), *Globigerina praebulloides* BLOW és *G. ciperoensis ottngangensis* RÖGL fajok is jelen vannak. A IV. telep közvetlen fedőjében tengerparti lagúnában élő faunaegyüttes ismeretes *Miliammina* sp., *Ammomarginulina* sp., *Ammobaculites* sp. és *Rotalia beccarii* (L.) fajokkal. A *R. beccarii* (L.) jelenléte az együttesben csökkentsósvízi környezetet igazol, legalább 15%-es sótartalommal és 15 °C-nál nem hidegebb vízhőmérséklettel. Az I. telep felett a csökkentsósvízi, *R. beccarii* (L.) fajt nagy mennyiségben tartalmazó, majd rotaliás—nonionos társulással jellemezhető üledékek fölött tengeri rétegek következnek, melyek faunaegyüttesében a Rotaliák és Nonionok mellett megjelenik a *Bathysiphon taurinensis* SACCO faj több példányban. Ezek a tengeri kifejlődések lehetnek a területen a kárpáti? képződmények. Több, behatóbb vizsgálatra lenne szükség az I. telep feletti képződményekből, hogy a kérdést egyértelműen tisztáznunk lehessen. A szarmata emelet képződményeit a *Porosonion subgranosum* EGGER tömeges, a *Nonion granosum* (D'ORB.) és *Elphidium flexuosum* (D'ORB.) fajok nagyszámú előfordulása jellemzi.

## Sajószentpéter Sp. 120. sz. fúrás

A fúrás 283,00—282,00 m-ben ottngangi csökkentsósvízi üledékeket harántolt. 266,00 m-ben a IV. telep felett tengerparti lagúna fácies mutatható ki *Rotalia beccarii* (L.), *Miliammina* sp., *Ammomarginulina* sp. és *Ammobaculites* sp. jelenlétével. Erre következnek a *Rotalia beccarii* (L.) tartalmú üledékek, melyek a IV. és I. telepek felett is megtalálhatók. A rétegsorban többször előfordulnak a rotaliás—nonionos faunával jellemzett kifejlődések. 86,00—84,00 m-ben tengeri fáciesben a Rotaliák és Nonionok mellett megjelennek a *Globigerina praebulloides* BLOW, *G. ciperoensis ottngangensis* RÖGL. (VIII. tábla), *Globigerinoides triloba* (REUSS) fajok. Az I. telep fedőjében a csökkentsósvízi rotaliás—nonionos fácies felett ismét tengeri üledékek következnek, melyben a Rotaliák és Nonionok mellett a *Bathysiphon taurinensis* SACCO faj jellemző (59,00—54,00 m). 54,00—42,50 m-ig rotaliás—nonionos faunával továbbra is tengeri fáciesű rétegek zárják a fúrás rétegsorát (6. táblázat).

A fúrásban előforduló bathysiphonos üledékek már a kárpáti emelet? slír fáciesű üledékeinek alsó, legidősebb szakaszát jelölhetnék. Ez a társulás az Sp. 121. sz. fúrás 46,00 m-ből vizsgált mintájában szintén az I. telep fedőjéből származik, míg a Diósgyőr 366. sz. fúrásban az I. és II. telepek között mutatható ki. Feltehető az is, hogy ez a bathysiphonos kifejlődés az ottngangi tengeri fáciesű globigerinás rétegek partközelebbi megfelelője.

## Sajószentpéter Sp. 121. sz. fúrás

A fúrás 302,00—142,00 m közötti szakaszában a rotaliás—nonionos kifejlődés ismert. 47,00—46,00 m között harántolta a fúrás a bathysiphonos képződményeket, melyek jól azonosíthatók a Sp. 120. sz. fúrás hasonló rétegeivel.

## Sajószentpéter Sp. 123. sz. fúrás

A fúrásban 251,00—186,00 m között, majd a 170,00 és 121,00 m-es pontmintában mutatható ki a csökkentsósvízi rotaliás—nonionos fácies.

## Sajószentpéter Sp. 126. sz. fúrás

A fúrás anyagvizsgálata még folyamatban van, ezért csak vázlatos értékelésre van lehetőség. A fúrás nagy részében az ottngangi csökkentsósvízi rotaliás—nonionos rétegek ismertek (7. táblázat). Az I/a telep alatt 231,00 m-ben ismét megjelenik a globigerinás tengeri fáciesű üledék.

43,00—20,00 m között szarmata lerakódások mutathatók ki a *Porosonion subgranosum* EGGER tömeges, a *Nonion granosum* (D'ORB.) és *Elphidium flexuosum* (D'ORB.) nagyszámú megjelenésével.

A vizsgált kutatási területeken [I. Újdiósgyőr-Forrásvölgy, II. Tardona—Peres, III. Fekete-völgy VI—VII., IV. Duzsnok (Sajószentpéter)] kiscelli, eggenburgi, ottnangi, kárpáti? alsó-bádeni és szármata képződményeket tudunk mikrofaunisztikai vizsgálatok alapján kimutatni (3a—c ábra).

1. Az oligocén kiscelli emeletébe tartozó gazdag foraminiferás üledékek a *Kiscelli Agyag Formáció* tengeri, medencefáciését jelzik. Ezek a kifejlődések az újdiósgyőr-forrásvölgyi területen mutathatók ki. A Foraminifera együttes leggyakoribb alakjai: az *Uvigerina hantkeni* CUSHM. — EDW., *Tritaxia szabói* (HANTK.), *Rhabdammina abyssorum* M. SARRS, *Karrerella hantkeniana* CUSHM., *Dentalina zsigmondy* HANTK., *Anomalina grosserugosa* (GÜMB.), *Almaena osnabrugensis* (ROEM.), *Cibicides dutemplei* (D'ORB.).

2. A terület legidősebb miocén eggenburgi képződményei igen változatos fációsekben jelennek meg. Kimutatható egy mocsaras édesvízi, egy csökkentsósvízi és egy sekélytengeri fációs. Ezek a kifejlődések a fekete-völgyi kutatási területen váltak ismertté (*Felsőnyárádi Formáció*).

A mocsaras édesvízi fáciest a Jákfalva 55. sz. fúrás 335,00—293,00 m-es, az Ormosbánya 323. sz. fúrás 314,00—303,00 m-es és a Felsőnyárád 296. sz. fúrás 275,60—239,70 m-es szakasza tárta fel. Ezekben a képződményekben mikrofauna nem fordult elő, mégis az iszapolási maradékban tömegesen található szferosziderit-konkréciók biztos jelzői a VI. és VII. telepeknek.

A csökkentsósvízi fáciest, melynek mikrofauna-együttesét a *Rotalia beccarii* (L.), *R. simplex* D'ORB., *Nonion granosum* (D'ORB.) fajok mellett a *Rotalia* sp. I.-nek jelölt faunával jellemezhetjük, a Felsőnyárád 300. sz. fúrás 155,50—153,00 m, Fny. 301. sz. fúrás 203,30—162,10 m, Fny. 296. sz. fúrás 205,00—203,00 m, Kurittyán 630. sz. fúrás 226,10—186,20 m, Ku. 631. sz. fúrás 262,00—261,00 m, és Ormosbánya 322. sz. fúrás 266,00—247,30 m-es szakasza tárta fel. Szlovákiában a ČČ 3. sz. fúrásban is ismert ez a csökkentsósvízi fációs, melyben valószínűleg a mi *Rotalia* sp. I.-nek nevezett fajainkat *Ammonia* ex gr. *beccarii* néven említik. Ennek a Rotaliákat—Nonionokat tartalmazó biofációsnek eggenburgi korát a *Rotalia* sp. I. faj bizonyítja.

A sekélytengeri fációs mikrofaunájában a Rotaliák és Nonionok mellett megjelenik a *Bulimina elongata* D'ORB. faj, mely ugyan perzisztens forma, de ezekre a képződményekre a *Rotalia* sp. I-gyel együtt jellemző. Ezt a biofáciest tárta fel a Felsőnyárád 301. sz. fúrás 157,00—146,00 m, Fny. 296. sz. fúrás 146,00—143,00 m, Ormosbánya 322. sz. fúrás 143,00—137,00 m és Ormosbánya 323. sz. fúrás 156,00—136,00 m-es szakasza (8. táblázat).

3. Az ottnangi emelet kezdő tagjának (*Gyulakeszi Riolittufa Formáció*) kristályos, erősen tufás képződményeiben Foraminifera nem található, viszont a kovavázak szerves maradványok (szivacsstűk, Diatomák és Radiolariák) feldúsulása jellemző. A barnakőszéntelepeket (I—V.) is magukba foglaló ottnangi képződmények nagyrésze csökkentsósvízi, sekélytengeri kifejlődésű, mely mind a négy kutatási területen kimutatható (*Salgótarjáni Barnakőszén Formáció*).

A csökkentsósvízi lerakódások Foraminifera faunáját Rotaliák—Nonionok és Elphidiumok jellemzik. A széntelepek fedőjében sokszor csak a *Rotalia beccarii* (L.) faj található az üledékekben, változó mennyiségben. Ismert még az összleten belül a IV. és V. telepek közelében egy primitív agglutinált házu alakokból álló együttes, melyek létfeltételeiket a mocsaras, lefűződött tengerparti lagúnákban találják meg. Ezeknek a fajoknak (*Miliammina* sp., *Ammobaculites* sp., *Ammomarginulina* sp.) korjelző értékük nincsen, csupán fáciest jelölnek. Mivel itt a *Rotalia beccarii* (L.) faj is jelen van az együttesben, feltételezhetjük, hogy 15%-os sótartalmú, 12—15 °C-nál nem hidegebb hőmérsékletű vízben élhettek. A csökkentsósvízi üledékek között helyenként (diósgyőri, duznoki, tardonai terület) normál sótartalmú, tengeri rétegek is megfigyelhetők. A mikrofaunában jelen levő plankton fajok, a *Globigerina ciperoensis ottnangensis* RÖGL, *G. praebulloides* BLOW, *Globigerinoides triloba* (REUSS) az ottnangi emeletet jelzik (9. táblázat).

4. Az I. telep fedőjében (duznoki terület) és az I—II. telep között (diósgyőri terület) egy szintén tengeri kifejlődésű szakasz ismert a *Bathysiphon taurinensis* SACCO faj megjelenésével (10. táblázat). A faj az eggenburgi emellettől a kárpáti slír alsó szakaszáig ismert. Ezért ezt a tengeri kifejlődést

— az I. telep feletti helyzetét is mérlegelve — a kárpáti? emeletbe soroltuk. Mivel azonban a diósgyőri területen ez a kifejlődés az I. és II. telep között is előfordul, feltételezhetjük, hogy ez a tengeri fácies is ottngangi korú. Annak tisztázásához, hogy a vizsgált területen jelen vannak-e a kárpáti emelet üledékei, még több komplex vizsgálaton alapuló értékelésre lenne szükség az I. telep fedőképződményeiből.

5. A b á d e n i emelet üledékeit a tardonai és feketevölgyi területről tudtuk kimutatni. A bádeni emelet képződményeit az alsó-bádeni alemeletbe tartozó szürke, sárgásszürke, kissé homokos agyagmárga rétegek jellemzik (*Bádeni Agyag Formáció*). Foraminifera faunája főleg plankton alakokból áll. A lebegő formák mellett bentosz fajok is szerepelnek az együttesben, de egyedszámuk nem jelentős. A plankton fajok közül itt jelennek meg először az *Orbulina universa* D'ORB. és *O. suturalis* BRONNIMANN fajok, melyek a *Globoquadrina dehiscens* CHAPM. — PARR — COLLINS, *G. altispira* CUSHM. — JARV. és *Globigerinoides triloba* (REUSS) fajokkal nagy egyedszámban szerepelnek az együttesben és meghatározzák azok alsó-bádeni korát. A bentosz fajok közül a *Planularia auris* DEFR. és *Coryphostoma sinuosa* CUSHM. jelenléte is erre az alemeletre korlátozódik. Faunakép alapján ezek a képződmények normál sótartalmú, sekély, nyílttengeri lerakódások (Tardona 69. sz. fúrás 298,00 — 180,00 m, T. 78. sz. fúrás 303,00 — 243,00 m, Sajóalgóc 10. sz. fúrás 173,00 — 140,00 m) (11. táblázat).

6. A s z a r m a t a emelet képződményeit a duznoki területről határoztuk meg, ahol a Sajószentpéter 126. sz. fúrás 43,00 — 20,00 m-es szakaszából *Porosonion subgranosum* EGGER, *Nonion granosum* (D'ORB.) és *Elphidium flexuosum* (D'ORB.) fajok nagyszámú előfordulása jellemezte az üledéket (12. táblázat).

### ŐSFÖLDRAJZI KAPCSOLATOK

Az e g g e n b u r g i emelet édesvízi, csökkentsósvízi és sekélytengeri kifejlődéseit (Felsőnyárádi Formáció) a feketevölgyi területről Felsőnyárad, Ormosbánya, Kurittyán, Jákfalva környékéről ismerjük. Ezeket a kifejlődéseket hazánkban ezideig nem sikerült más területről kimutatni. A fauna távolabbi kapcsolata a szlovákiai Vág völgyi, trencsényi és felsőnyitrai, valamint a bécsi-medencei együttesekkel mutatható ki, ahol a mi faunánkkal megegyező jellegzetes asszociációk ismertek.

Az o t t n a n g i emelet képződményeinek elterjedése jóval nagyobb területre jellemző, mint az eggenburgi üledékeké. Mind a négy kutatási területen: Újdiósgyőr, Tardona, Feketevölgy és Duzsnok, kimutathatók az ottngangi üledékek (Gyulakeszi Riolittufa Formáció, Salgótarjáni Barnaköszén Formáció). A jelenleg vizsgált területen kívül — többek között — Mátraverebély, Bélapátfalva, Buják és Bántapuszta környéki fúrások, a Lak I. sz. fúrás a gyulakeszi ottngangi alapszelvény és a Rákoskeresztúr I. sz. fúrás tárt fel ottngangi képződményeket. Az emelet képződményeinek távolabbi kapcsolata Ausztriában, Dél-Szlovákiában és az Erdélyi-medencében nyomozható.

A b á d e n i emelet képződményeit az alsó-bádeni alemeletbe tartozó Bádeni Agyag Formáció Orbulinás—globoquadrinás biotársulása képviseli a tardonai és feketevölgyi területen. Ez a kifejlődés általánosan elterjedt és vezető szintet jelöl a Börzsöny hegységben, Sopron környékén, a DNy-dunántúli medencében, a Mecsek hegységben, Tengelic, Szilvásvárad és Biharnagybajom környékén. Kimutathatók ezek a képződmények a Bécsi-medencében, K- és Ny-Szlovákiában, É-Erdélyben, Romániában, Jugoszláviában, ÉNy-Bulgáriában és Lengyelországban a Szentkereszt-hegység É-i részén.

A s z a r m a t a emelet képződményeit a duznoki területről ismertük meg. Azonos fáciesben a Tokaj-hegységben, Sopron környékén, Budapest környékén és a Mecsek hegységben található. Távolabbi kapcsolata a Bécsi-medencében, Zágráb környékén, Romániában és a kárpátaljai területen nyomozható.

### PALEOÖKOLÓGIAI KÖVETKEZTETÉSEK

A környezeti viszonyokat, a faunaegyüttesek kialakulását több tényező együttes hatása befolyásolja. A Foraminiferák életfeltételeit meghatározó legfontosabb tényezők közül a tengervíz mélységét, hőfokát, sótartalmát, szellőzöttségét, az aljzat minőségét említhetjük (4. ábra).

A k i s c e l l i emelet üledékeiben nagyszámú agglutinált házú forma ismert. Ezeknek az együtteseknek kialakulására általában az alacsony hőmérsékletű vizek alkalmasak. Mivel területünkön az együttesben meszes házú fajok is találhatóak, sekély melegtengeri környezetet kell feltételeznünk, amit csak időnként érhetnek hideg áramlatok. Az agglutinált házú együttesek kialakulására a 90—100 m-es tengermélység a legkedvezőbb. A hőmérséklet változása a víz kemizmusának a változását is jelenti. A magasabb hőmérséklet hatására az agglutinált házak kisebb termetűek, mint a hidegebb régiókban. A kiscelli agyag lerakódása idején tehát a tengervíz mélysége 100 m körüli lehetett, normál 35%-os sótartalommal, a mérsékelt övihez hasonló hőmérséklettel.

Az e g g e n b u r g i emelet mocsaras, édesvízi környezetéből fokozatosan kialakuló csökkentsósvízi környezet már lehetőséget nyújtott a hőmérséklet és sótartalom ingadozását tűrő fajok kialakulásához, elszaporodásához. Ezekben a faunaegyüttesekben legnagyobb egyedszámban a *Rotalia*-



félék szerepelnek, melyek létfeltételeit 0–30 m-es mélység, 15–30‰-es sótartalom és 15 °C-nál nem hidegebb víz biztosítja. Mivel ezek a társulások az ottngi emeletben is végig kísérhetők, hasonló környezetet tételezhetünk fel. A Nonionok és Elphidiumok jelenléte az együttesben a 30‰-es sótartalmat és 30–50 m-es mélységet valószínűsít. Az ottngi emelet tengerparti lagúnáiban kialakult agglutinált házú együttesek az Ammomarginulina, Ammobaculites és Miliammina nemzetségek tömeges előfordulásával kismélységű, zavaros vizű, alacsony hőmérsékletű és sótartalmú környezetet igazolnak.

A b á d e n i tenger meleg, szubtrópusi vizeiben gazdag Foraminifera együttesek alakultak ki. A magasabb hőmérsékletű vizekben a nagyobb termetű formák dominálnak. A hideg áramlatok hatása a miocén tengerben is érvényesül, amit a helyenként felszaporodó agglutinált fauna igazol. A Lagenidaek jelenléte az együttesben 120–150 m-es mélységet tételez fel. A plankton Foraminiferaék legnagyobb tömegben a felső vízrétegekben élnek kb. 100 m mélységig terjedő szakaszon, mivel a víz megvilágítottsága és ezzel összefüggésben a táplálékanyag mennyisége itt a legnagyobb. Ebben a szakaszban ugyanis nagy mennyiségben találhatóak a Diatomák és ezek biztosítják a planktonok táplálékszükségletét. Megfigyelések szerint a planktonok fejlődésük során változtatják a mélységet, melyben élnek. Egyes fajok (pl. *Orbulina universa*) a mélyebb vizekben szaporodnak és csak később élnek a felszín közelében. Ez a helyváltoztatás a ház falának vastagságában is észlelhető. A mélyebb vízi példányok házfala vékonyabb, törékenyebb. Mivel a plankton Foraminiferaék lebegve élő szervezetek, a hullámverés és különböző áramlások a partok közelébe sodorhatják őket és ezért találunk egészen sekélyvizű üledékekben is plankton fajokat.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálatok eredményeként a barnakőszéntelepes összlet biofáciéseiről a következőket állapíthatjuk meg:

Az eggenburgi emeletbe sorolható VI. és VII. telepek fekjében és fedőjében mikrofauna nem fordul elő, de az iszapolási maradékban tömegesen megjelenő szferosziderit-konkréciók biztos jelzői a telepeknek. Egyben igazolják a telepek édesvízi, mocsári kifejlődését. A VI. telep magasabb fedőjében az édesvízi környezetet csökkentsósvízi, majd tengeri biotóp váltja fel, mely már kedvezett a mikrofauna kialakulásának. A csökkentsósvízi lerakódásokban a *Rotalia beccarii* (L.) tömeges megjelenése mellett a *Rotalia* sp. I.-nek jelölt faj sok példányban található, mely az eggenburgi csökkentsósvízi biofációs jelzője. Ezekre az üledékekre települnek a sekélytengeri eggenburgi képződmények, melyekben a biofáciest a *Bulimina elongata* D'ORB. faj megjelenése határozza meg a *Rotalia* sp. I. fajjal együtt.

Az ottnangi emelet kezdetét a vulkáni tevékenység terméke, az alsó riolittufa jelzi. Ezekben a képződményekben a mikrofaunát kovavázás szerves maradványok (szivacstűk, Diatomák) alkotják. A riolittufa fedőjében a diósgyőr-forrásvölgyi területen mocsaras, csökkentsósvízi környezetben a *Miliammina*—*Ammobaculites*—*Ammomarginulina* nemzetség fajai mutathatók ki, melyek zavaros, alacsony hőmérsékletű és sótartalmú vizekben találják meg létfeltételeiket. A duznoki területen hasonló kifejlődés ismert a IV. telep fedőjében. Az V—II. telepek csökkentsósvízi, sekélytengeri környezetben találhatóak. A mikrofaunát rotaliás—nonionos—elphidiumos társulás jellemzi. A IV. és III. telepek között és a III. telep fedőjében kimutatható egy sekély, 10 m-nél nem mélyebb és 15 °C-nál nem hidegebb csökkentsósvízi fációs, melyben a *Rotalia beccarii* (L.) faj tömeges előfordulása jellemző. Normál sótartalmú üledékek a II. és I. telepek fedőjében mutathatók ki. A mikrofaunában plankton fajok is szerepelnek, melyek a nyílttengerrel való kapcsolatot jelzik. Az iszapolási maradékban sok Echinodermata tüske és vázelemrész is megfigyelhető, melyek szintén igazolják a tengervíz 36‰-es sótartalmát.

A faunaegyüttesben jelenlevő *Bathysiphon taurinensis* SACCO faj a kárpáti emeletet jelölheti és így feltételezhetjük, hogy az I. telep képződési ideje már a kárpáti emeletben volt.

REFERENCES — IRODALOM

- CUSHMAN J. A. 1939: A monograph of the foraminiferal family Nonionidae. — US Geol. Surv. Prof. Paper. 191: 1—69.
- ELLIS B. F.—MESSINA A. R. 1940—1960: Catalogue of Foraminifera. — Amer. Mus. Nat. Hist. New York: 1—45.
- GHEORGHIAN M. 1971: Sur quelques affleurements de dépôts ottnangiens de Roumanie et sur leur contenu microfaunique. — Mém. Ét. Micropal. 14: 103—125. București.
- MAJZON L. 1966: Foraminifera vizsgálatok. — Akad. Kiadó, Budapest.
- PAPP A.—RÖGL F.—SENEŠ J. 1973: Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der Zentralen Paratethys. III. Ottnangien. — VEDA Verlag Slow. Akad. Wiss.: 1—841. Bratislava.



PLATES  
FÉNYKÉPTÁBLÁK

**Plate I — I. tábla**

## Ottngian

*Nonion granosum* (D'ORBIGNY)

1. Total view — Totálkép 220×
2. Surface pores — Felületi pórusok 2200×

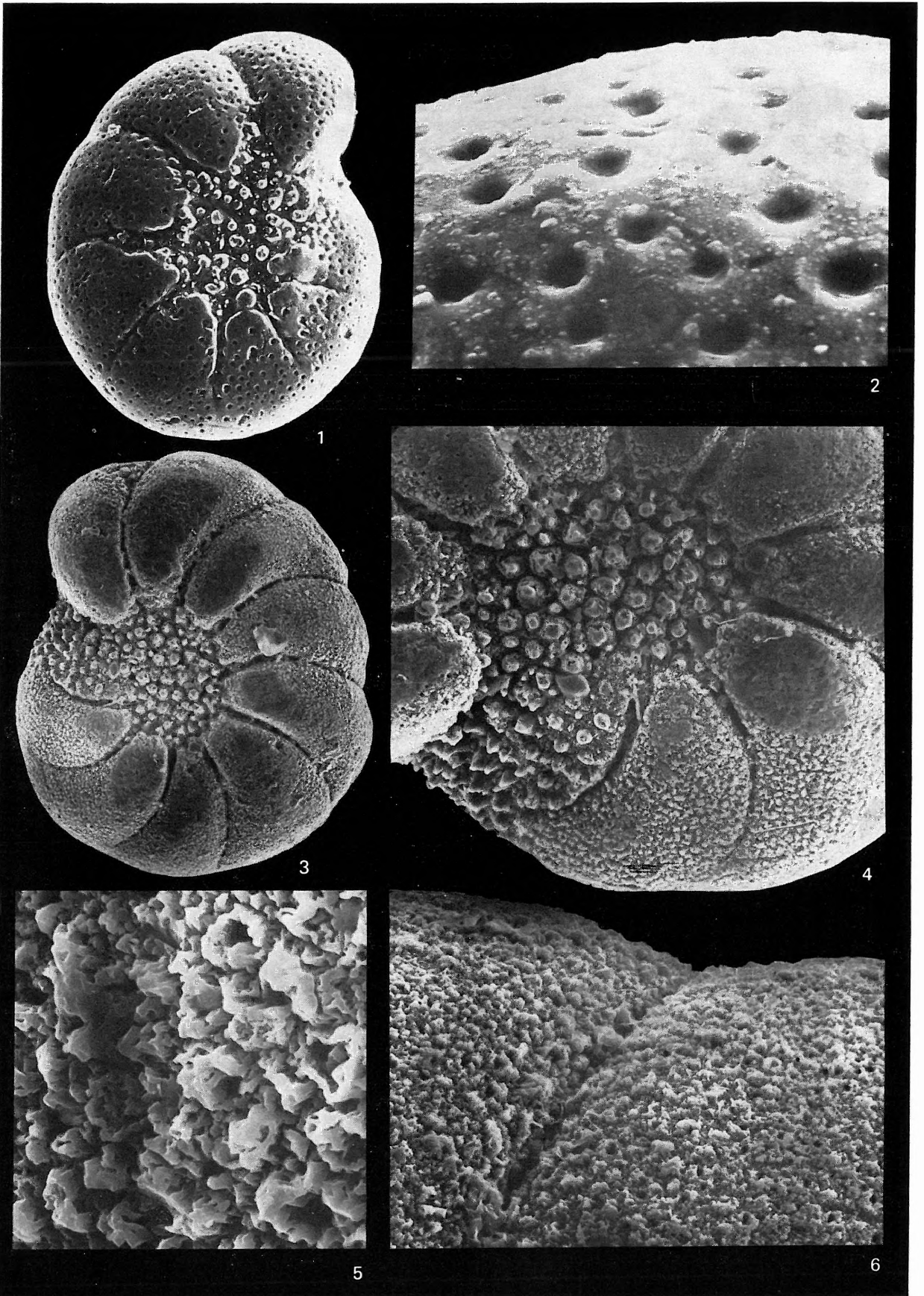
*Nonion* aff. *graniferus* TERQU.

3. Total view — Totálkép 200×
4. Ornamented surface of the umbilical side — A köldöki rész díszített felülete 400×
5. Detail of the surface — Felületrészlet 3000×
6. Detail of the surface with pores — Felületrészlet a pórusokkal 1000×

1—6: Borehole Sajószentpéter 120, 74.00—75.00 m, 84.00—86.00 m

## SEMs

Photos on Plates I—VIII by Ms. I. LAKY and Ms. B. TAKÁCS



## Plate II — II. tábla

## Otnangian

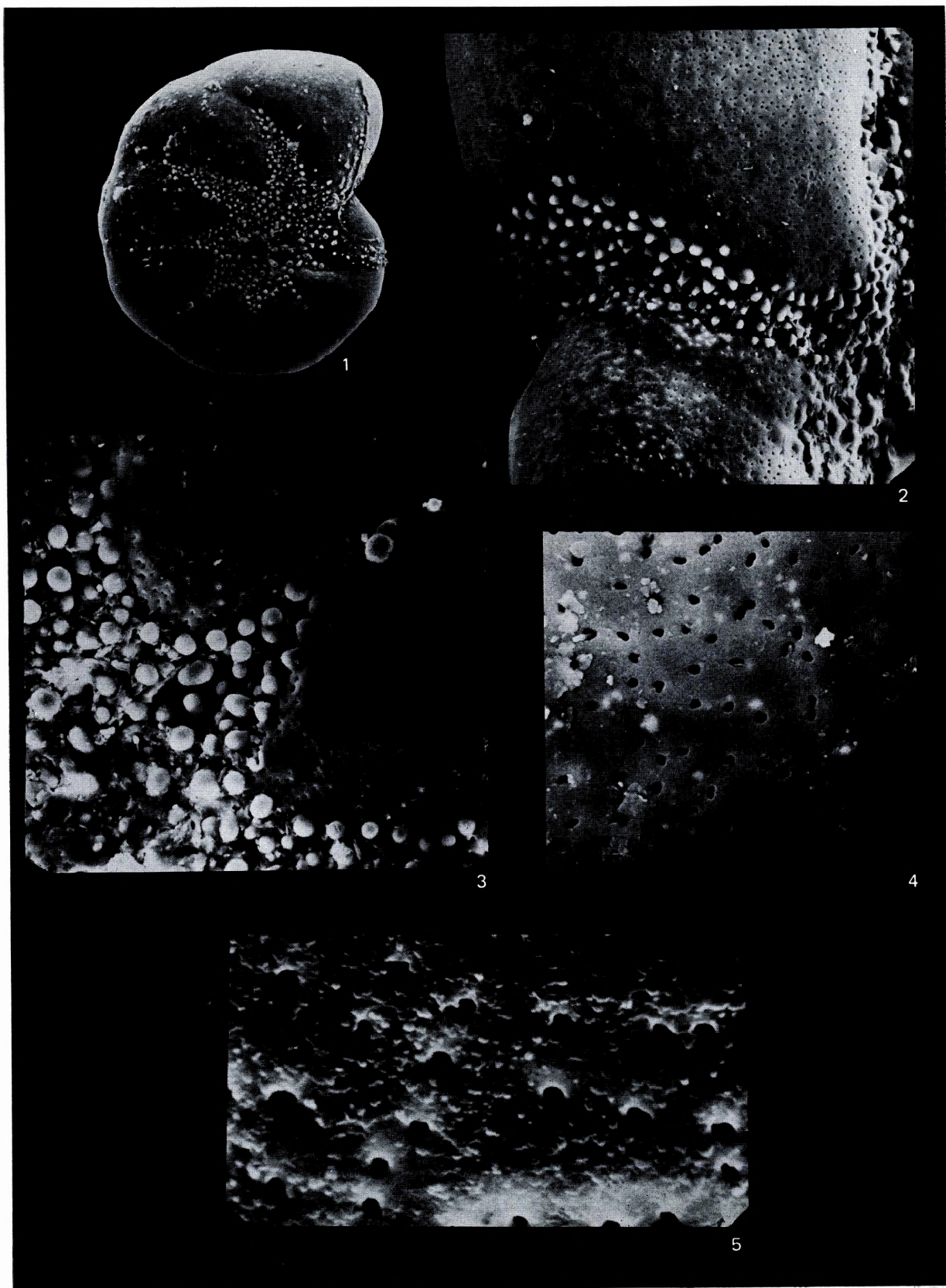
*Nonion granosum parvus* BOGDANOVICZ

1. Total view — Totálkép 160×
2. Aperture with pearl-like ornaments — A nyílás a gyöngyös díszítéssel 540×
3. Detail of the surface with pearl-like ornaments — Felületrészlet a gyöngyös díszítéssel 780×
4. Surface pores — Felületi pórusok 2400×
5. Surface pores — Felületi pórusok 6000×

1—5: Borehole Sajószentpéter 120, 74.00—75.00 m

SEMs





## Plate III — III. tábla

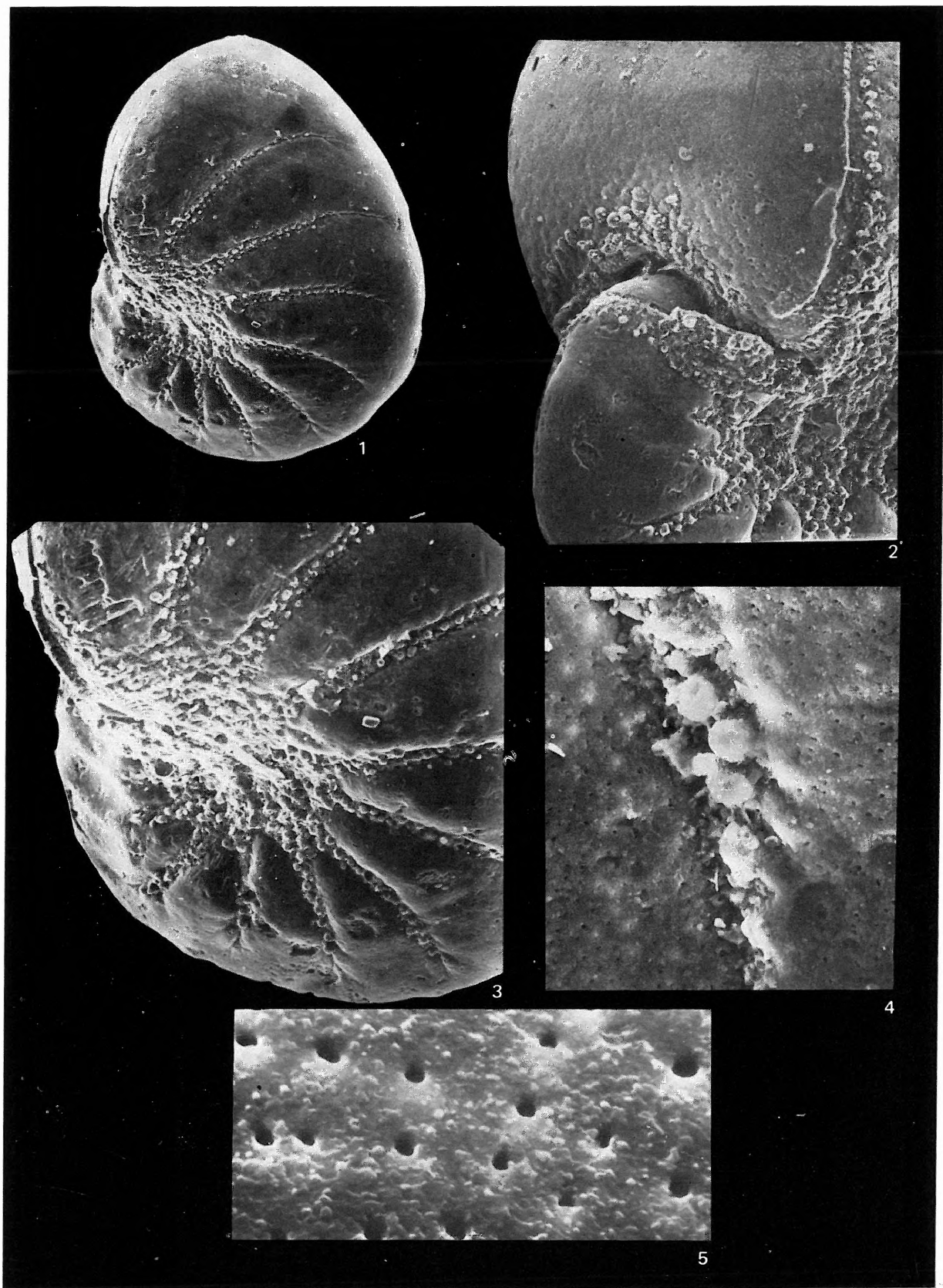
## Ott nangian

*Nonion tuberculatum* (D'ORBIGNY)

1. Total view — Totálkép 100×
2. Aperture on the base of the last chamber — Az utolsó kamra bázisán elhelyezkedő nyílás 200×
3. The umbilical side with the ornamentation of the sutures — A köldökrész és a kamraválaszfalak díszítése 200×
4. Ornamentation of the suture and the surface perforation — A kamraválaszfal díszítése és a felületi perforáció 1000×
5. Surface pores — Felületi pórusok 6000×

1—5: Borehole Diósgyőr 366, 365.00 m

SEMs



## Plate IV — IV. tábla

## Ott nangian

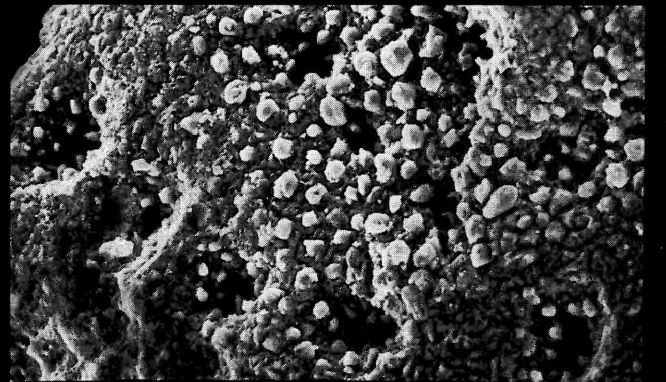
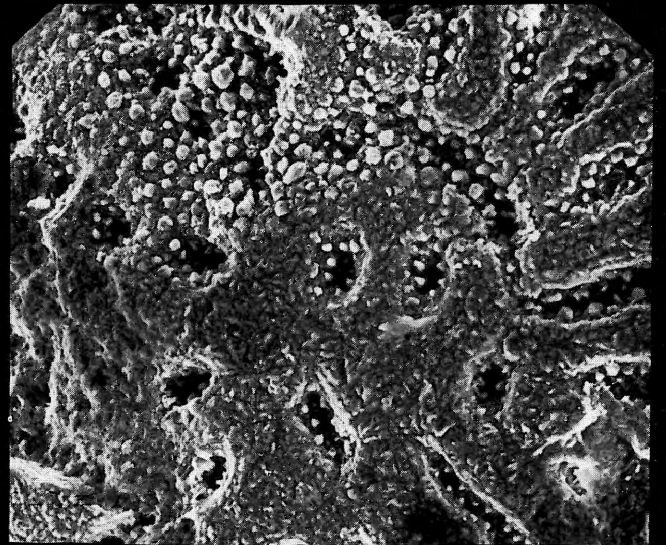
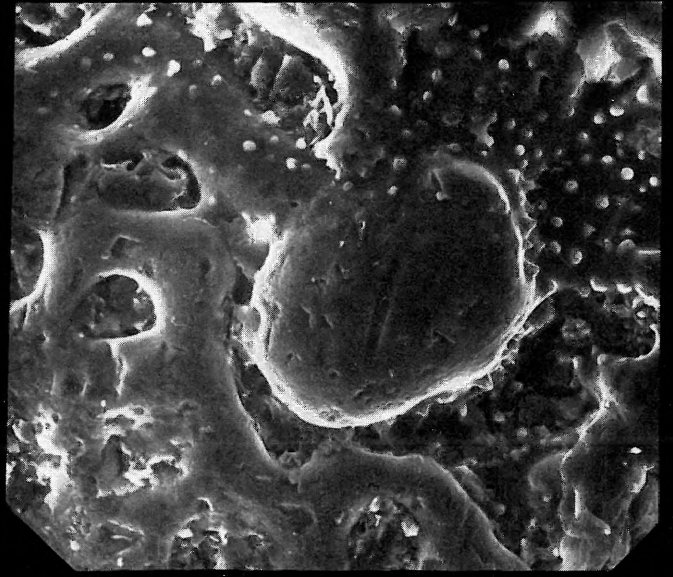
*Elphidium minutum* (REUSS)

1. Total view — Totálkép 200×
  2. Lateral view with the aperture — Oldalnézet a nyílással 200×
  3. Umbilical side with the pearl-like ornamentation — Köldöki rész a gyöngyös díszítéssel 600×
- 1—3: Borehole Diósgyőr 366, 188.50 m

*Elphidium minimum* SEGUENZA

4. Total view — Totálkép 200×
  5. Umbilical side with pearl-like ornamentation — Gyöngyökkel díszített köldöki rész 480×
  6. Ornamentation of the sutures — Varratvonalak díszítése 720×
- 4—6: Borehole Diósgyőr 366, 276.00—279.00 m

SEMs



## Plate V — V. tábla

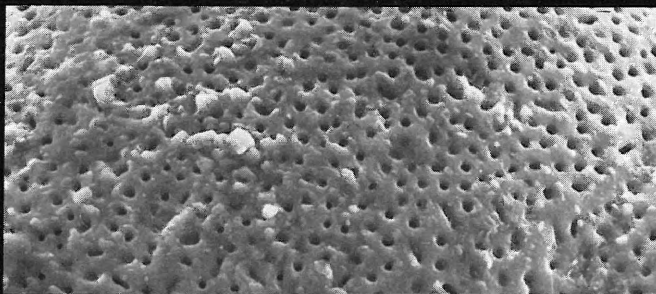
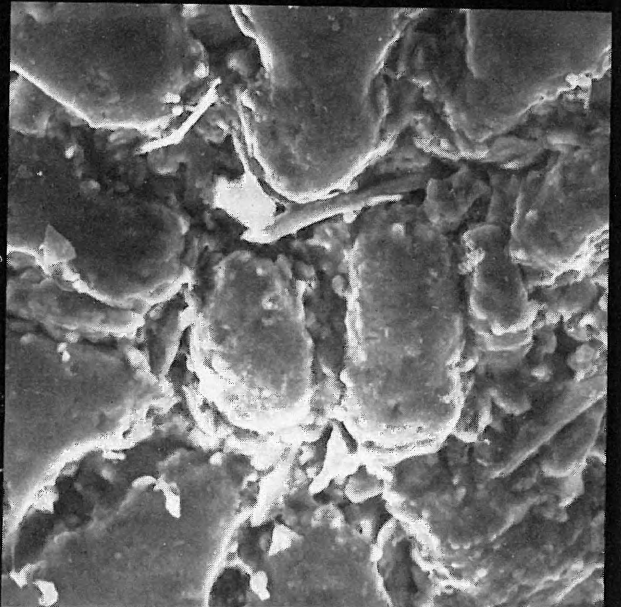
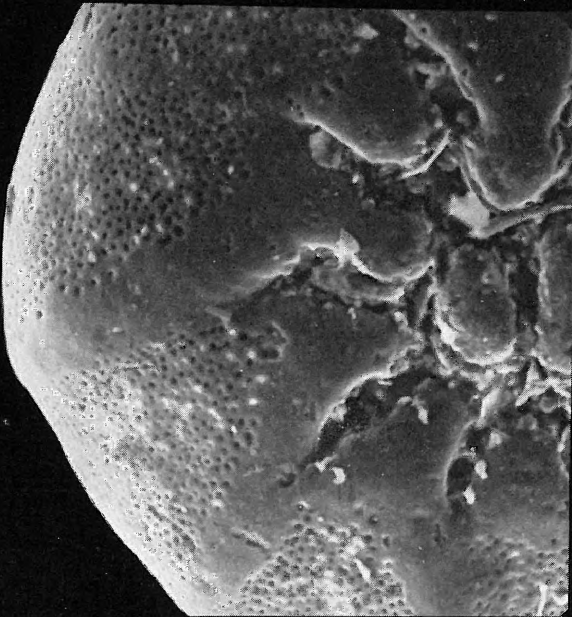
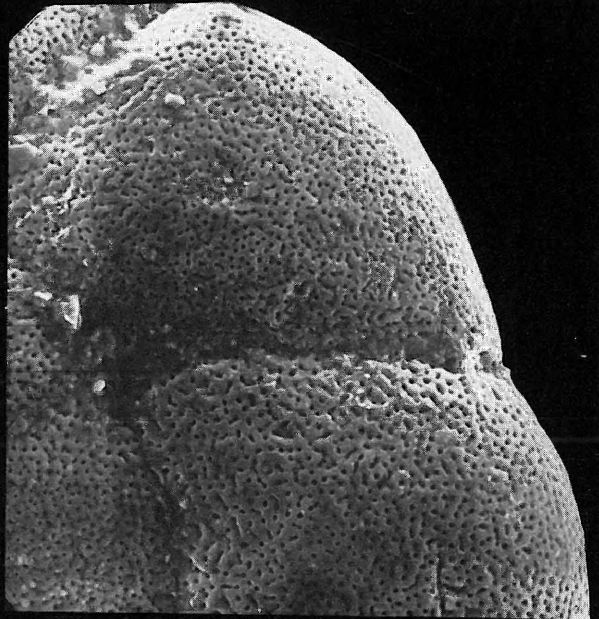
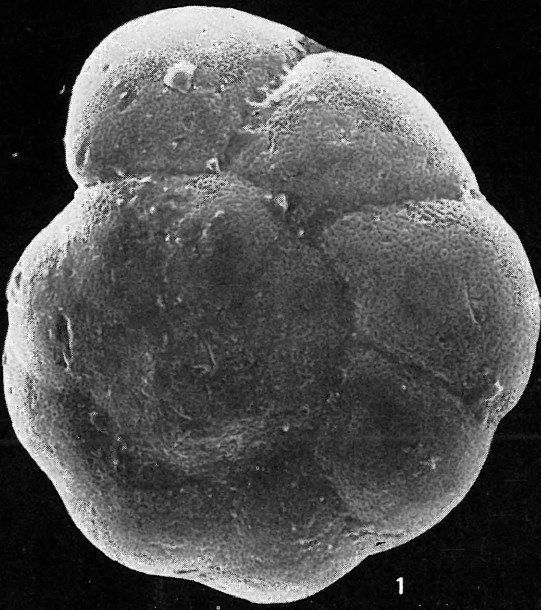
## Ottngian

*Rotalia simplex* D'ORBIGNY

1. Total view (dorsal side) — Totálkép (tekercsoldal) 200×
2. Detail of the surface with the pores — Felületrészlet a pórusokkal 440×
3. Detail of the umbilical side — Részlet a köldökoldalról 400×
4. The umbo — A köldök 1000×
5. Surface pores — Felületi pórusok 1000×

1—5: Borehole Diósgyőr 366, 223.50 m

SEMs



## Plate VI — VI. tábla

## Ottningian

*Reussella spinulosa* (REUSS)

1—3. Total view — Totálkép 120×

4. The youngest chambers of the specimen No. 1 — Az 1. példány legfiatalabb kamrái 400×

5. The youngest chambers of the specimen No. 2 — A 2. példány legfiatalabb kamrái 300×

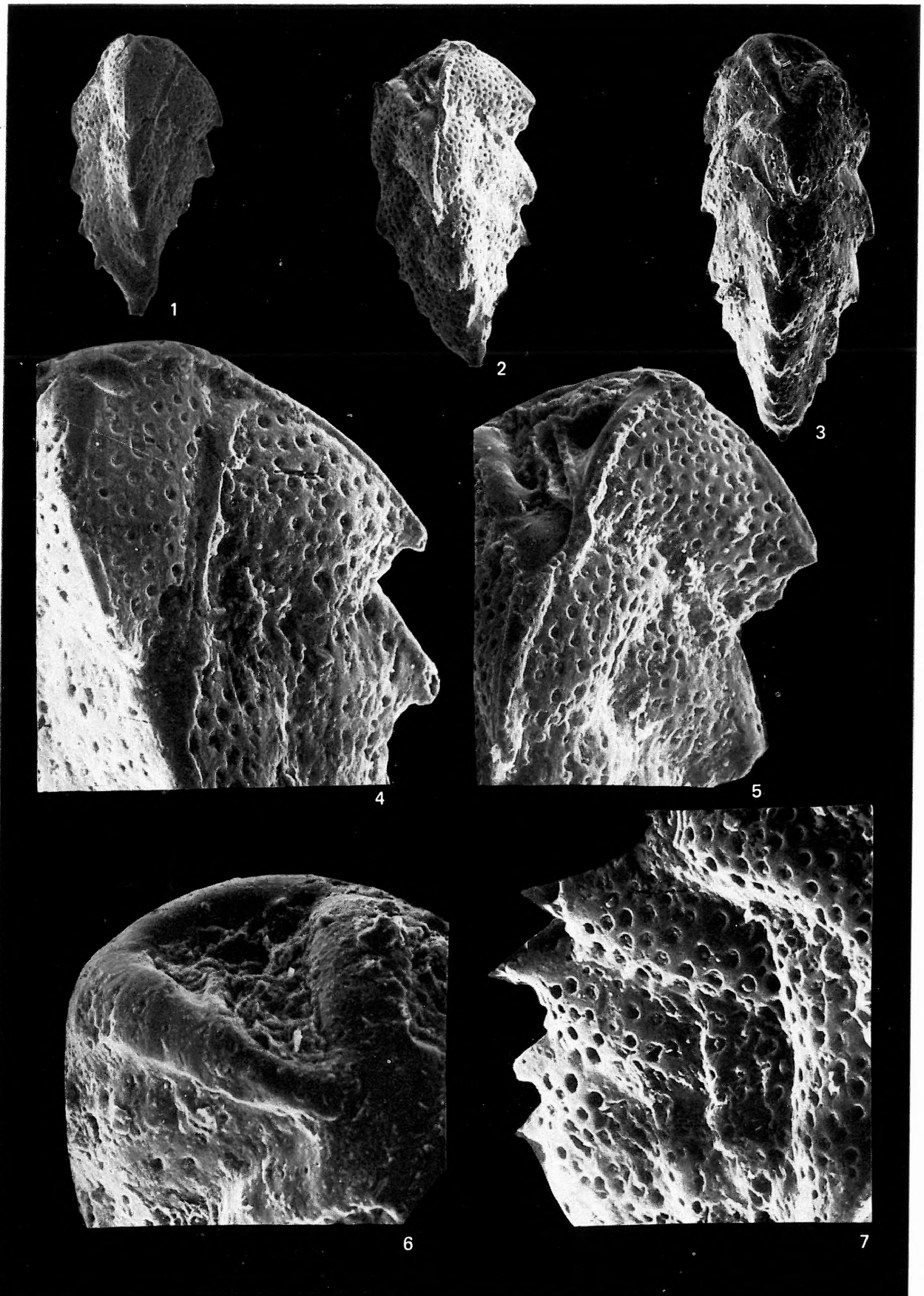
6. The aperture with the periphery (specimen No. 3) — A peremmel ellátott nyílás (3. példány) 200×

7. Lateral view of the chambers — A kamrák oldalnézetből 400×

1—7: Borehole Diósgyőr 366, 198.00 m

SEMs





## Plate VII — VII. tábla

## Ottningian

*Bolivina scitula* HOFMANN

1. Total view — Totálkép 120×
2. The aperture on the last chamber — Az utolsó kamrán elhelyezkedő nyílás 200×
3. Lateral view with the aperture — Oldalnézet a nyílással 200×
4. Detail of the surface with the pores — Felületrészlet a pórusokkal 200×

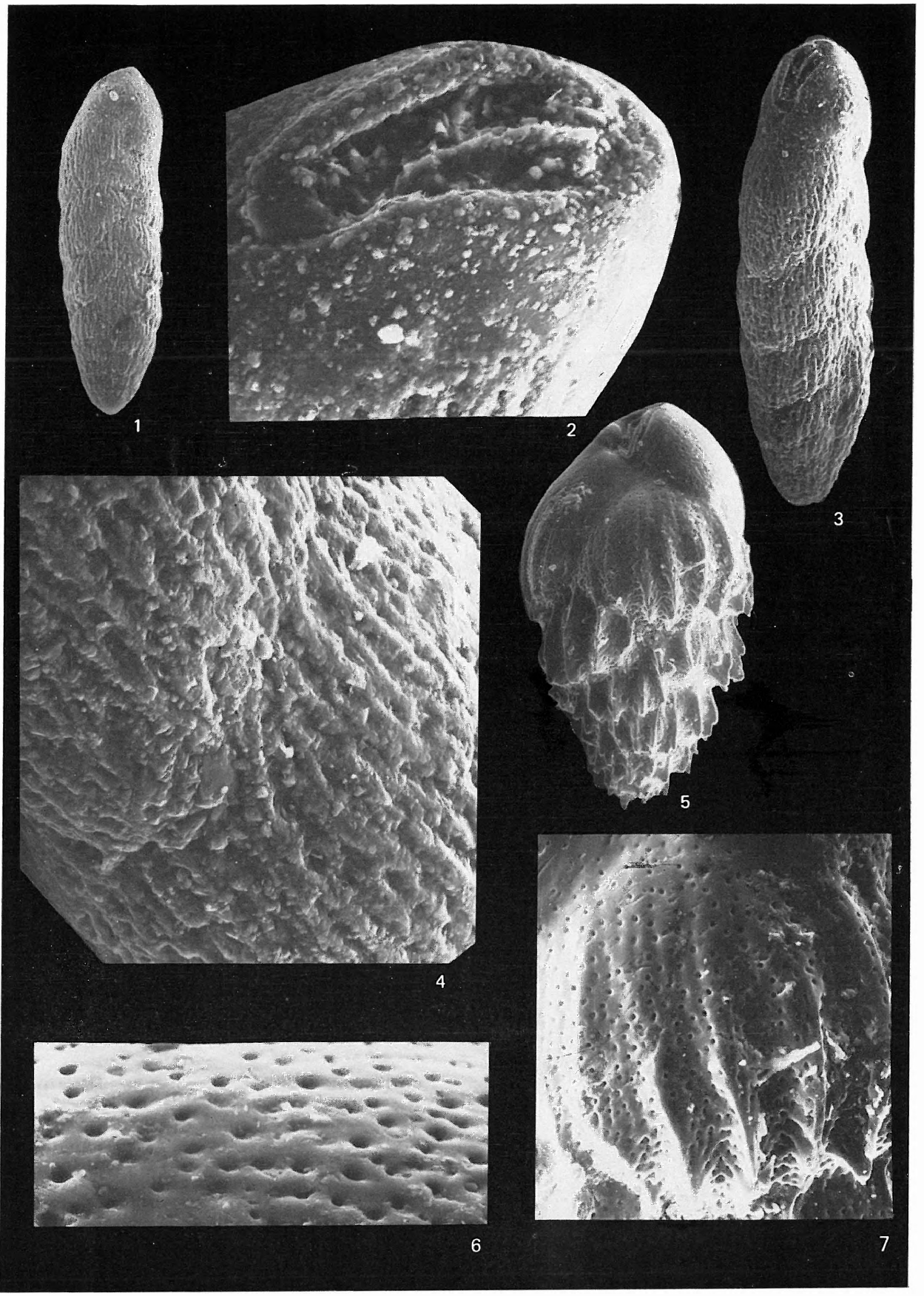
1–4: Borehole Diósgyőr 366, 125.00 m

*Bulimina buchiana* D'ORBIGNY

5. Total view — Totálkép 200×
6. The pores of the surface — A felület pórusai 1000×
7. Detail of the surface with the pores — Felületrészlet a pórusokkal 300×

5–7: Borehole Ormosbánya 322, 143.30 m

SEMs



## Plate VIII — VIII. tábla

## Ottngian

*Globigerina praebulloides* BLOW

1. Total view — Totálkép 200×
2. Detail of the surface — Felületrészlet 1000×
- 3–4. 100×  
1–4: Borehole Sajószentpéter 120, 84.00–86.00 m

*Globigerina ciperoensis ottngiensis* RÖGL

- 5–6. 100×  
5–6: Borehole Sajószentpéter 126, 231.50 m

*Bulimina elongata* D'ORBIGNY

7. Total view — Totálkép 200×
8. Total view (another specimen) — Totálkép (másik példány) 240×  
7–8: Borehole Sajószentpéter 126, 209.30 m

SEMs

