

## A TENGELIC 2. SZ. FÚRÁS BÁDENI ÉS SZARMATA MOLLUSCA FAUNÁJA

BOHNNÉ HAVAS MARGIT

A Tengelic 2. sz. fúrás 678,4—845,0 m-ig terjedő szakaszának makrofau-náját vizsgáltam. A 726,4—845,0 m-ig harántolt képződmények jellegzetes bádeni tengeri faunát tartalmaztak, míg 678,4—718,1 m-ig terjedő szarmata ré-tegekben olyan csökkentsósvízi faunát figyelhettünk meg, mely több új, a hazai szarmatából korábban nem ismert formát tartalmazott. A fúrás 845,0 m-nél mélyebb szakaszából puhatestű fauna nem került elő.

A makrofauna összetételét vizsgálva megállapíthatjuk, hogy uralkodó szerepük a Molluscáknak van, bár eloszlásuk nem egyenletes. Kíséretükben *Serpula*-félüket (I. tábla 1), halmaradványokat (otholith, halpikkely) és szenes növényi maradványokat (I. tábla 2.) figyelhettünk meg. Az egyes taxonok mélység szerinti mennyiségváltozását megjelenési sorrendben az 1. táblázat tartalmazza.

### A makrofauna biosztratigráfiai értékelése

A bádeni képződmények túlnyomórészt agyagos aleurit, agyagmárga, ill. homokos agyagmárga formájában jelentkeznek, amihez két, ill. három jól jellemezhető, eltérő alkotóelemekből álló faunatársaság kapcsolódik (*Amussium cristatum badense*—*Chlamys multistriata*; *Amussium denudatum*; *Corbula gibba*—*Serpula*).

a) A legmélyebb makrofauna-tartalmú minta, melyre (a típusnál nagyobb méretű) *Amussium cristatum badense* és *Chlamys multistriata* jelenléte a jellemző, 845,0 m-ből való. Biosztratigráfiai szempontból egyik faj sem mond sokat hosszú fajlétje miatt. A Paratethys területén a középső-oligocéntól, ill. az eggenburgitól a bádeni felső részéig, megfelelő fáciesviszonyok esetén, minde-niütt előfordulhatnak. Meg kell azonban említeni, hogy az *Amussium cristatum badense* — a Középső-Paratethysre vonatkozó adatok tanulsága szerint — leggyakrabban az alsó-bádeni lagenidás zónához kapcsolódik.

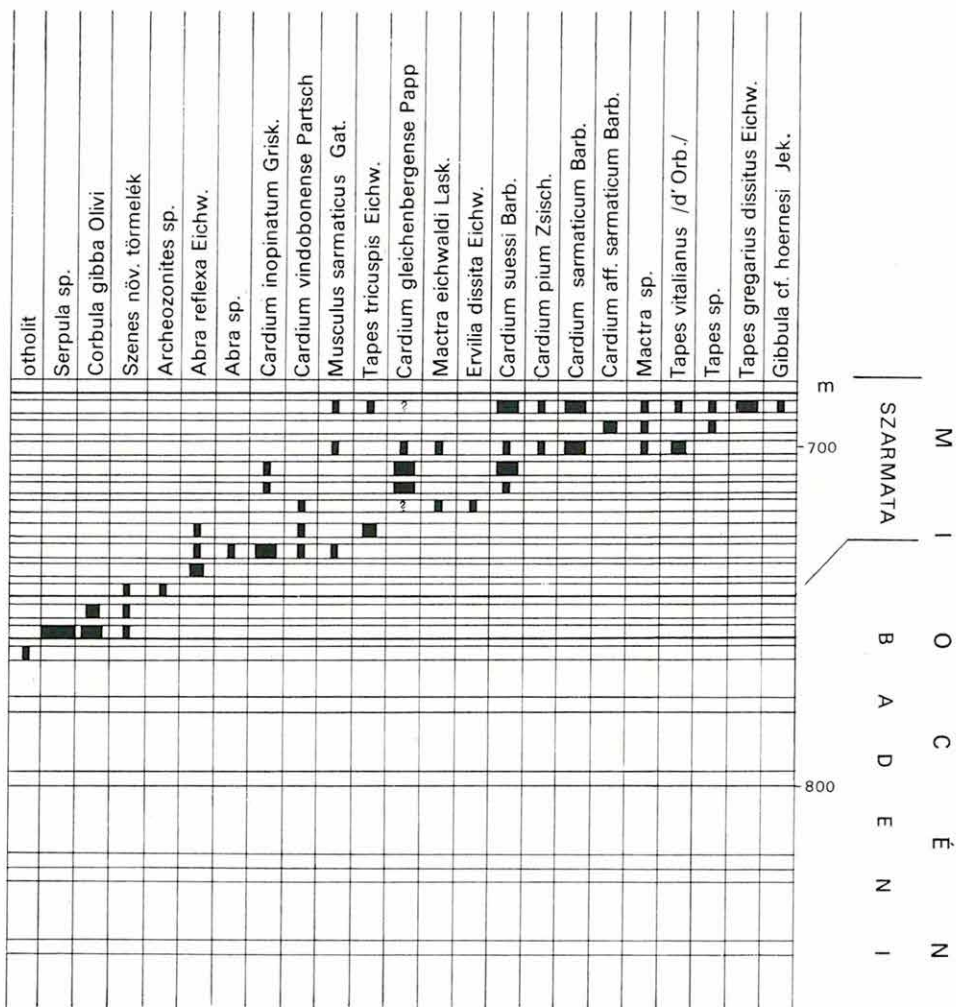
b) Határozott változás észlelhető 823,0 m-nél, ahol egy új faunaegyüttes jelentkezik, mely az *Amussium denudatum* megjelenésén, ill. dominánssá válásán túlmenően, a korábbi faunaelemek eltűnésével, ill. a gazdagabb, színesebb kísé-rőfauna jelentkezésével jellemezhető. Leggyakoribbak a *Lucina*- és *Venus*-félék (*Myrtea spinifera*, *Lucina submichelotti*, *Loripes dujardini*, *Venus scalaris*, *V. multilamella*, *Solenocurtus basteroti*, *Aporrhais alatus* stb.).

Ebben a faunaegyüttesben jelentkezett egy olyan faj — a *Palliolium zoel-likoferi* BITT. —, mely a hazai bádeni képződményekből eddig még nem volt ismert, s melynek egyértelmű meghatározása a kis példányszám és a gyenge



1. táblázat — Table 1

## Miocene macrofauna from the borehole Tengelic 2



1. Abundant, 2. rich, 3. fair, 4. poor



megtartási állapot miatt meglehetősen bizonytalan volt. A probléma megoldását, ill. a jó megtartású összehasonlító anyagot, a később mélyült Paks 2. sz. fúrás adta, melynek hasonló fáciesű felső-bádeni képződményeiből a faj több példánya is előkerült. A BITTNER (1884) által leírt taxon részletesebb ismertetését KOCHANSKY-DEVIDE (1957) adta a medvedncai felső-bádeni agyagmárgából származó fauna közlése során.

Az *Amussium denudatum* dominanciájával jellemezhető faunaegyüttes — mely a 823,4—751,0 m-ig harántolt szakaszból került elő —, túlnyomórészt hosszú fajöltőjű fajokból áll. Így biosztratigráfiai szempontból nagy jelentőségű a *Palliolium zoellikoferi* előfordulása, melynek ösföldrajzi elterjedése a Középső-Paratethys déli részén felső-bádeni agyagmárgára szorítkozik. Hasonló biosztratigráfiai jelentőséggel bír, mint a *Chlamys elini* ZHIZCH., mely a keleti területek felső-bádenijének legjellemzőbb faja.

c) A következő változás 732,2 m-nél jelentkezik, ahol a homokosabbá váló képződményekben egy olyan fauna veszi át az uralmat, melyre a korábbi formák eltűnésén túlmenően *Serpula*-félék, ill. a *Corbula gibba* tömegessé válása, valamint a szenes növényi maradványok megjelenése a jellemző. A *C. gibba* tűrőképessége nagy. A leggerisztensebb formák közé tartozik. Ma is él az Északi-Atlantikumtól Ny-Afrikáig. Biosztratigráfiai szempontból tehát általában érdektelen, de dominanciájával, ill. tömegessé válásával jelezheti bizonyos környezeti tényezők szélsőséges változását, s ezáltal kisebb területegységeken ill. medencéken belül szintezésre is alkalmassá válhat. Így például a Keleti-Mecsek területén, ahol a Szilágyi Formáció felsőbb szakaszára éppen a *Corbula*-félék jelentős területen követhető uralkodóvá válása a jellemző.

Mindezek alapján feltételezhetjük, hogy a 823,0—726,4 m-ig harántolt agyagmárgás, homokos agyagmárgás képződmények — melyekre az *Amussium denudatum*, ill. *Corbula*—*Serpula* faunaközösségek a jellemzőek — felső-bádeni korúak. Ugyanakkor a mélyebb rétegekből származó makrofaunáról csak annyit állapíthatunk meg, hogy alsó-bádeni jellegű.

d) A corbulás homokos, agyagos rétegekre vékony szenes agyag következik, melyből (723,1 m) szenes növényi maradványok, szár- és levélenyomatok, valamint szárazföldi csiga maradványok (*Archeozonites* sp.) kerültek elő. Valószínűleg ezek a rétegek a szarmata bázisképződményei, bár az első, biztosan korjelző makrofauna 718,0 m-ből származik.

A s z a r m a t a képződmények leggyakrabban aleuritos agyagmárga, ill. agyagmárga formájában jelentkeznek, igen jellegzetes faunaegyüttesekkel, melyek a Budajenő 2. sz. fúrás feldolgozása során váltak ismertté, s melyek hazai elterjedése eddigi — minden bizonnyal hiányos — ismereteink szerint a Zsámbéki-medencére, valamint a Mecsek nyugati területére korlátozódik (Budajenő 2., 3., Magyarország 3. sz. fúrás).

a) Az *Abra reflexa* — *Cardium inopinatum* asszociáció a 718,1—701,2 m-ig harántolt aleuritos agyagmárgás képződmények jellemzője. Az együttes domináns formája az *Abra reflexa*, melynek leggyakoribb kísérője egy vékony, viszonylag kis termetű *Cardium*-féle, a *Cardium inopinatum* GRISK. A fajt GRISKÉVICS írta le (1961) a „Kárpátokon kívüli” agyagos-márgás fáciesű alsó-szarmatából. Hazai megfigyeléseink szerint előfordulása az alsó-szarmatára, ill. annak alsó szakaszára korlátozódik és az *Abra reflexa*-val alkotott együttese egyértelműen a szarmata kezdetét jelzi. A *C. inopinatum* a Keleti-Paratethysben gyakori, de kizárólag az agyagos—márgás kifejlődésű alsó-szarmata (volhyniai) képződményekben fordul elő.

b) A 692,0—690,0 m közötti szakaszban megváltozik a faunakép, a korábbi fajok eltűnnek, s kissé durvább üledékekben megjelenik a *Tapes tricuspis*, az *Ervilia dissita*, *Cardium vindobonense*, *Mactra eichwaldi* kíséretében.

c) 685 m felett a finomabb üledékek válnak uralkodóvá, s belép egy új *Cardium* faj, a *Cardium gleichenbergense* PAPP (= *C. transcarpaticum* GRISK.) melyet PAPP (1954) írt le a stájerországi alsó-szarmata medence képződményeiből (VI. tábla 2.). A faj megtalálható az egész Paratethys területén, de leggyakoribb a K-i rész agyagos—márgás, finomszemű üledékeiben. Előfordulásai a volhyniai felső, ill. a besszarábiai alemelet alsó szakaszára korlátozódnak. A *C. gleichenbergense* kíséretében megjelenik egy másik kis termetű *Cardium*-féle, a *C. suessi* BARB. (KOLESZNIKOV 1935) faj is, mely elterjedt a Középső-Paratethys egész területén, sőt a Keleti-Paratethys üledékeiből is ismert, s nem annyira fajlétője, mint inkább gyakorisága alapján a besszarábiai alemelet alsó részére jellemző (II. tábla 3.).

680 m körül egy olyan faunatársaság válik dominánssá, melyre egyrészt két új *Cardium* faj belépése (*C. sarmaticum* BARB., *C. pium* ZHIZCH.), másrészt a *C. gleichenbergense* eltűnése, valamint a *Tapes*-, ill. *Mactra*-félék gyakoribbá válása, esetenkénti egyedszám-növekedése a jellemző. A *C. sarmaticum* viszonylag nagy méretű vékony héjú forma, melyet BARBOT (1869) írt le (II. tábla 1.). Ezzel szemben a *C. pium* apró termetű. Ezt ZSIZSCSENKO közölte (1934) a K-i Paratethys Boristeniai-öbléből. Hazai tapasztalatok szerint ez az együttes a szarmata felső részére jellemző, de hasonló adatokat figyelhetünk meg a Paratethys egyéb területeiről is.

Mindezeket összefoglalva feltételezhetjük, hogy a Tengelic 2. sz. fúrás 723,1 m-ben harántolt szenes agyag rétegei, valamint a felette következő *Abra reflexa*—*Cardium inopinatum*-os faunákat tartalmazó képződmények kora alsó-szarmata. A *C. gleichenbergense*, ill. a *C. sarmaticum*—*C. pium* faunák viszont a volhyniai felső szakaszára, ill. a besszarábiai alemeletre utalnak.

### Környezeti változások a makrofauna alapján

A Tengelic 2. sz. fúrás 845,0—726,4 m-ig harántolt bádénai képződményeiben elkülöníthető faunaegyüttesek normális sótartalmú, sekély, ill. középső szublitorális tengeri környezetet jeleznek.

A bádénai képződmények túlnyomó többségét kitevő agyagmárga összlethez egy igen jellegzetes, az *Amussium denudatum* dominanciájával jellemezhető faunaegyüttes kapcsolódik. Az *Amussium*ok általában a normális sótartamú, csendes, nyugodt vizet s a mélyebb szublitorális környezetet kedvelik. A kísérő faunaelemek azonban, melyek a kisebb mélységhez kapcsolódnak, arra utalnak, hogy az együttes középső szublitorális környezetben élhetett.

Ennél valószínűleg kisebb mélységet jelez a 845,0 m-ből származó *Amussium cristatum badense* és *Chlamys multistriata*. Határozott környezetváltozás észlelhető 732,2 m körül, ahol is az *Amussium denudatum* dominanciájával jellemezhető faunaegyüttes eltűnik, s megjelennek a *Corbula gibba* és *Serpula*-félék, igen nagy egyedszámokban, szenes növényi maradványok kíséretében. Ez a fauna az „amussiumos” agyagmárgához képest jelentős mélységcsökkenést jelez, sőt bizonyos kisebb sótartalomcsökkenés is lehetséges. Ez a környezetváltozás határozott regressziós jeleget mutat. Ez a tendencia tovább folytató-



dik és csúcspontját a 723,1 m körül éri el. Erre utalnak az innen származó mintákból előkerült — valószínűleg a közeli partról behordott — szárazföldi csigák.

A szarmata kezdetén jellemző *Abra reflexa*—*Cardium inopinatum* fauna-együttes újra kisebb mélyülést jelez, csökkent sótartalom mellett. Az Azov-tengerben és a Fekete-tenger nyugodt öbleiben ma is létezik egy analóg közösség (*Abra ovata*, NIKITIN 1964; NEVESSZKAJA 1965), amely az iszapos fenéken nyugodt, de nem túl mély (kb. 50 m-es) vízben él.

A *Tapes tricuspis* dominánssá válása kisebb környezetváltozást (mélység-csökkenést), s kissé erősebb hidrodinamikai tevékenységet valószínűsít.

A *Cardium gleichenbergense* együttes az *Abra reflexa*—*Cardium inopinatum*-hoz hasonlóan csendes, viszonylag nyugodt környezetet jelez. A *Cardium*-félék bősége az oxigéntartalom normális voltát igazolja.

680,0 m körül a *Tapes*-félék egyedszámnövekedése, ill. a *Gibbula hoernesii* megjelenése a mélységviszonyokban bekövetkező kisebb változással (csökkenéssel) magyarázható.

Ö s s z e f o g l a l v a a faunaképváltozásokat indikáló környezeti változások folyamatának értékelését, a következőket feltételezhetjük: A területet a bádeni idején normális sótartalmú meleg (szubtrópusi) sekélytenger borította. A kezdeti sekély, szublitorális szakasz után a csendes, parttól távoli, viszonylag gyengén mozgatott vizű, középső szublitorális viszonyok váltak uralkodóvá. A felső-bádeni végén már mutatkoznak a regresszió jelei, mely folyamat a szarmata bázisát jelző szenes anyagok keletkezésének idején éri el a csúcspontját. Az ezután bekövetkező süllyedés hatására önti el a területet a csökkenésvízi, új faunahullámot hozó szarmata tenger, melyben — a kisebb változásoktól eltekintve — mindvégig a csendes, nyugodt, nem nagy mélységre utaló fáciesviszonyok uralkodtak.

#### IRODALOM — REFERENCES

- BARBOT DE MARNI N. 1869: Geologischeskij ocserk Herszonszkoj gubernii. — Peterburg.
- BITTNER A. 1883: Über den Charakter der sarmatischen Fauna des Wiener-Beckens. — Jahrb. Geol. Reichanst. 33. Wien.
- BODA J. 1959: A magyarországi szarmata emelet és gerinctelen faunája. — Földt. Int. Évk. 47.
- BODA J. 1972: A „fáciések korrelációjá”-nak törvénye újabb megvilágításban. — Földt. Közl. 102. 3—4.
- BODA J. 1974: A magyarországi szarmata emelet rétegtana. — Földt. Közl. 104. 3.
- EBERZIN A. 1965: Szisztéma i filogenija szolonovatodovnih kardiid. — Molljuszki. Voproszju teoreticeszkoi i prikladnoj malakologii. Moszkva—Leningrad.
- GEKKER R. 1956: K voproszju o metodah biosztratigrafii. — Geol. szbor. Lvovszk. geol. obscs. 2—3. Lvov.
- GEKKER R. 1957: V vedenije v paleoekologiju. — Goszgeolteh. Moszkva.
- GRISKEVICS G. N. 1961: Nekotorije Cardidi iz szarmata Zakarpatja. — Paleont. szbor. Lvovszk. geol. obscs. 1. Lvov.
- HILBER V. 1891: Sarmatisch-miozäne Conchylien Oststeiersmarks. — Mitteil. d. Naturwiss. Ver. f. Steiern. 28. Graz.
- HILTERMANN H. 1949: Klassifikation der natürlichen Brackwässer. — Erdöl und Kohle. 2. 1. Hamburg.
- ILJINA L. 1966: Isztorija gasztropod Csernogo morja. — Tr. Paleont. Inszt. ANSZSZSZR. 110. Moszkva.

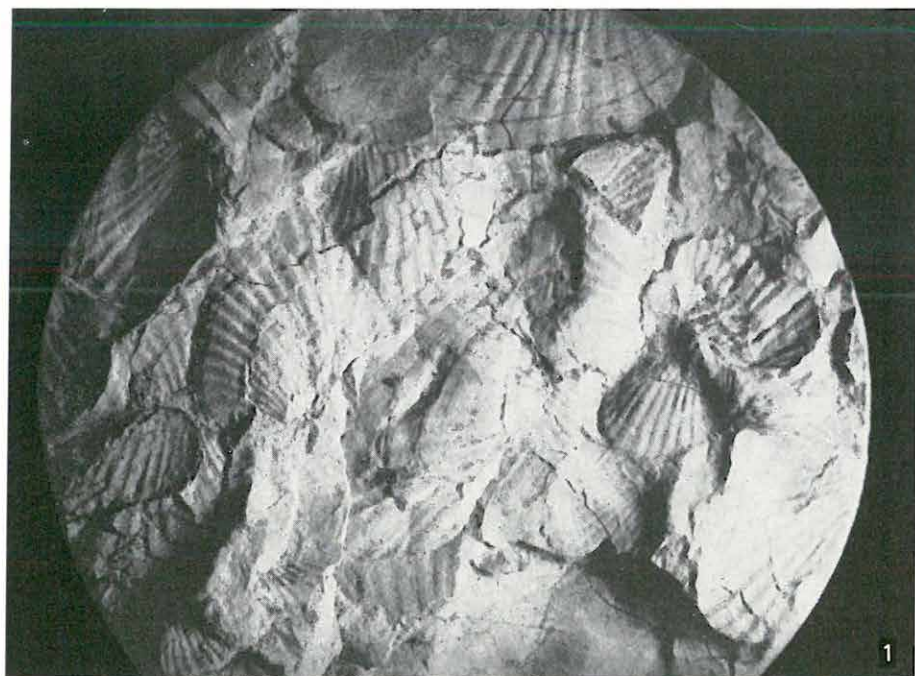
- JÁMBOR Á. 1971: A magyarországi szarmata. — Földt. Közl. 101.
- KOCHANSKY-DEVIDE V. 1957: Über die Fauna des marinen Miozäns und über den tonischen „Schlier“ von Medvednica. — Geol. vjesn. Sv. 10. 1956.
- KOJUMDGEVA E. M. 1969: Les Fossiles de Bulgarie. VIII. Sarmatien. — Acad. Bulg. des Sciences Sofia.
- KOJUMDGEVA E. M. 1976: Paleoecologie des communautés des Mollusques du Miocène en Bulgarie du Nord-Ouest. III. Communautés des Mollusques du Volhynien. — Geol. Balcanica 6. 3.
- KOLESZNIKOV V. 1935: Szarmatszkie molljuszki. — Paleont. SZSZSZR. 10. 2. Leningrad.
- NEVESSZKAJA L. A. 1965: Pozdnecesztyverticsnüe dvuszvorcsatüe molljuszki Csernogomorja ih szisztematika i ekologija. — Tr. Paleont. 105.
- NIKITIN V. N. 1964: Kolicesztyvennoe raszpredelenie dannoj makrofaunü v Csernom more. — Tr. okeanalógii 69.
- PAPP A. 1954: Die Molluskenfauna im Sarmat des Wiener Beckens. — Mitteil. Geol. Ges. in Wien. 45. Wien.
- PAPP A.—MARINESCU F.—SENEŠ J. 1974: Die sarmatische Schichtengruppe und ihr Stratotypus. — Bratislava.
- SAGATOVICI A. 1968: Studiul geologic al partii de vest si centrale a Bazinului Oas. — Com. Stat. al Geol., Stud. Techn. Econ. 1. 5. Bucuresti.
- SANDBERGER F. 1870—75: Die Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt. — Wiesbaden.
- SIMIONESCU I.—BARBU I. 1940: La faune sarmatienne de Roumanie. — Mem. Inst. Geol. al Rom. 3. Bucuresti.
- STRAUSZ L. 1955: Sarmatische Fauna in der Tiefbohrung von Karád (Ungarn, Komárom-Somogy). — Zeitschr. Ung. Geol. Ges. 85. 3.
- SVAGROVSKY J. 1971: Das Sarmat der Tschechoslowakei und seine Molluskenfauna. — Acta Geol. et Geogr. Univ. Comenianae. 20.
- SZÉLES M. 1970: A felső miocén (szarmata) képződmények rétegtani értelmezése az alföldi szénhidrogén-kutató fúrások alapján. — Földt. Közl. 100. 2.
- ZSIZSCSENKO B. 1934: Miocenovüe molljuszki vosztocsnogo Predkavkazja. — Leningrad—Moszkva—Novoszibirszk.

## II. tábla — Plate II

1. *Cardium sarmaticum* BARB. (679,4—680,4 m)
2. *Cardium gleichenbergense* PAPP (685,2 m)
3. *Cardium suessi* BARB. (682,0 m)  
1—2. : 1,7×  
3. : 3,2×

Fotó: LAKY ILDIKÓ





MOLLUSCA FAUNA OF BADENIAN  
AND SARMATIAN STAGE FROM THE BOREHOLE  
TENDELIC 2

by  
M. BOHN-HAVAS

The macrofauna of the borehole Tengelic 2 from the depth range of 678.4—845.0 m was examined. The formations crossed within the range of 726.4—845.0 m were rich in Badenian marine fauna, while in the Sarmatian between 678.4 and 718.1 m a brackish-water fauna hitherto unknown from the Hungarian Sarmatian could be observed. No molluscs could be recovered from deeper than 845.0 m.

Examining the composition of the macrofauna the author found that the molluscs were predominant, though their distribution was uneven. In the examined setting they were accompanied by serpulids (Plate I, Fig. 1) and fish remains (otholiths, fish scales) and carbonized plant remnants (Plate I, Fig. 2). The quantitative variation of the given taxa in the order of their appearance is shown in Table 1.

*Biostratigraphic evaluation*

The Badenian formations mostly consist of clayey siltstone, clay-marl and sandy clay-marl with respectively two or three distinct types of faunal assemblage (*Amussium cristatum badense*—*Chlamys multistriata*; *Amussium denudatum*; *Corbula gibba*—*Serpula*).

a) The macrofossiliferous sample of deepest origin characterized by the presence of (greater than average size) *Amussium cristatum badense* and *Chlamys multistriata* came from 845.0 m. None of the quoted species are biostratigraphically informative due to their long stratigraphic range. Under proper facies conditions they may occur throughout the Paratethyan region from the Upper Oligocene or Eggenburgian up to the top of the Badenian. It should be noted however that according to the data referring to the Central Paratethys, *Amussium cristatum badense* is most often associated with the Lower Badenian Lagenida zone.

b) A definitive change can be seen at 823.0 m with occurrence of a new faunal assemblage which in addition to appearance of *Amussium denudatum* and its becoming predominant, can be characterized by the disappearance of the earlier fauna and the setting in more populous and more diversified associates. The representatives of *Lucina* and *Venus* are most abundant (*Myrtea spinifera*, *Lucina submichelotti*, *Loripes dujardini*, *Venus scalaris* and *V. multilamella*, *Solenocurtus basteroti*, *Aporrhais alatus* etc.).

In this assemblage the presence of a species, *Palliolium zoellikoferi* BITT., hitherto unknown from the Hungarian Badenian was observed, though could not be identified in a convincing way owing to the small number of specimens and the poor state of preservation. A solution to this problem and a well-preserved comparative sample material was obtained from the borehole Paks 2 put down later, for the Upper Badenian sediments of similar lithofacies had



yielded several specimens of the species. The taxon described by BITTNER (1884) was also discussed in more detail by KOCHANSKY-DEVIDE (1957) in a publication on the fauna from the Upper Badenian clay-marls of Medvednica.

The faunal assemblage from the 823.4—751.0 m interval, characterizable by a predominance of *Amussium denudatum*, consists, for the most part, of species of long stratigraphic range. That is why, from biostratigraphical aspects, the occurrence of *Palliolium zoellikoferi*, restricted palaeogeographically to the Upper Badenian clay-marls of the southern Central Paratethys is of great significance. Its biostratigraphical significance is similar to that of *Chlamys elini* ZHIZCH. which is the most characteristic species of the Upper Badenian of the eastern areas.

c) The next change is experienced at 732.2 m, where a formation getting more and more sandy is invaded by a fauna characterized in addition to the disappearance of earlier forms, by an increasing abundance of the serpulids and *Corbula gibba* and the appearance of carbonized plants. A form of ample ecological tolerance, *C. gibba* is one of the most persistent species. It is still flourishing from the North Atlantic to West Africa. It means that from biostratigraphical aspects it is of no interest but, because of its predominance and large-scale appearance, it may refer to extreme changes of some environmental factors and that is why within some smaller areas or basins it may be used for stratigraphic horizonting. An example for this is the Eastern Mecsek where the upper part of the Szilágy Formation is characterized by the predominance of *Corbula* in a significantly wide region.

On the above basis we can suppose that the clay-marl and sandy argillaceous marl formations of the 823.0—726.4 m depth interval of which the *Amussium denudatum* and *Corbula*—*Serpula* assemblages, respectively, are characteristic of Upper Badenian age. At the same time concerning the fauna originating from deeper strata we can only tell that it is of Lower Badenian character.

d) The sandy-argillaceous strata with *Corbula* are followed by a thin layer of carbonaceous clay in which carbonized plant remains, leaf and stem casts and remains of terrestrial gastropods (*Archeozonites* sp.) were found. Most probably these are the basal formations of the Sarmatian though the first macrofauna, definitively of stratigraphic value, was recovered from 718 m depth.

The Sarmatian is most frequently represented by silty-argillaceous marls and clay-marls, with very peculiar faunal assemblages: these became known in the course of analysis of the samples of the borehole Budajenő 2 and their Hungarian occurrence, most probably due to our lack of information, had been limited to the Zsámbék basin and to the western part of the Mecsek Mountains (boreholes Budajenő 2, 3 and Magyarszék 3).

a) The *Abra reflexa*-*Cardium inopinatum* assemblage is characteristic of the silty-argillaceous marls crossed at 718.1—701.2 m. Predominant species within the assemblage is *Abra reflexa* which most often accompanied by a thin, comparatively small representative of *Cardium* — *Cardium inopinatum* GRISK. The species was described by GRISKEVICS (1961) on the basis of the „extra-Carpathian” Lower Sarmatian of clay-marl facies. According to our observations in Hungary, its occurrence is characteristic of the Lower Sarmatian, i.e. its lower part, and its assemblage with the *Abra reflexa* is a convincing indication of the beginning of the Sarmatian. *C. inopinatum* is frequent in the eastern



Paratethys, but is confined to the clayey-marly Lower Sarmatian (Volhynian) formations.

b) Between 692.0 and 690.0 m disappearance of the former species is coupled with a change in the fauna and the species *Tapes tricuspis*, the *Ervilia dissita* and *Cardium vindobonense* appear, in the somewhat coarser sediments, accompanied by *Mactra eichwaldi*.

c) Above 685 m, the finer sediments become predominant and a new form of *Cardium*, *Cardium gleichenbergense* PAPP (= *C. transcarpaticum* GRISK.), described first by PAPP (1954) from the Lower Sarmatian basin formations of Styrian (Plate VI, Fig. 2) will appear. The species can be found in the whole Paratethys area but is most frequent in the clayey-marly fine-grained sediments of the eastern part. Its occurrences are limited to the upper part of the Volhynian and the lower part of the Bessarabian. Together with the *C. gleichenbergense* another small-size *Cardium* species, *C. suessi* BARB. (KOLESNIKOV 1935), also appears. Widespread throughout the Central Paratethys and well-known even from the sediments of the eastern Paratethys, this species is characteristic of the Lower Bessarabian not so much because of its stratigraphic range but rather in terms of its frequency (Plate II, Fig. 3).

At about 680 m a new faunal assemblage gains predominance which, on the one hand, is characterized by the entry of two new *Cardium* species (*C. sarmaticum* BARB., *C. pium* ZHIZCH.), and on the other hand, is marked by the disappearance of *C. gleichenbergense* and an expansion of *Tapes* and *Mactra* with an occasional increase of their abundance. *C. sarmaticum* is a comparatively large, thin-shelled species described by BARBOT (1869) (Plate II, Fig. 1). As a contrast with it *C. pium* is small, and was first recorded by ZHIZCHENKO (1934) from the Boristenian Bay of the eastern Paratethys. As observed in Hungary, this assemblage is characteristic of the Upper Sarmatian, and similar results have been reported from other regions of the Paratethys as well.

All in all, the carbonaceous clays crossed in the borehole Tengelic 2 at 723.1 m and the overlying sediments with *Abra reflexa*—*Cardium inopinatum* faunas are of Lower Sarmatian age. The *C. gleichenbergense* and *C. sarmaticum*—*C. pium* faunas, respectively, however, refer to the upper part of the Volhynian and the Bessarabian Substage.

#### *Environmental changes in the light of the macrofauna*

The faunal assemblages identifiable in the Badenian of the 845.0—726.4 m interval from the borehole Tengelic 2 indicate a shallow to medium sublittoral marine environment of normal salinity.

A peculiar faunal assemblage dominated by *Amussium denudatum* is associated with the clay-marl complex constituting the bulk of the Badenian. The representatives of *Amussium* usually proliferate in quiet waters of normal salinity and the deeper sublittoral environment. The accompanying faunal elements indicate, however, that the assemblage must have lived in a midsublittoral environment.

Smaller water depth seems to be indicated by *Amussium cristatum badense* and *Chlamys multistriata* recovered from 845.0 m. A marked change of the environment is observable at about 732.2 m, where the faunal assemblage domi-

nated by *Amussium denudatum* vanishes, while *Corbula gibba* and serpulids appear in great abundance accompanied by carbonized plant remains. Compared to the Amussium clay-marl, this fauna indicates a considerable decrease in the water depth, and a slighter reduction of the salt content is also possible. This change in the environment is of clearly regressive nature. This tendency is going on and reaches its peak at about 723.1 m. It is indicated by the presence in the samples of the terrestrial gastropods most probably recycled from the nearby coast.

The assemblage characteristic of the beginning of the Sarmatian shows another slight increase in the depth of a less saline water environment. An analogous assemblage in the quiet bays of the Sea of Azov and the Black Sea still exists (*Abra ovata*, NIKITIN 1964; NEVESSZKAJA 1965). They live in a muddy bottom at a depth of 50 m or so.

The expansion of *Tapes tricuspis* suggests a slight change of the environment (a decrease in depth), and a somewhat stronger hydrodynamic activity.

Like *Abra reflexa*—*Cardium inopinatum*, the *Cardium gleichenbergense* assemblage indicates a comparatively quiet environment. The ample occurrence of *Cardium* shows that the oxygen content must have been normal.

The increasing abundance of the representatives of *Tapes* and the presence of *Gibbula hoernesii* at about 680.0 m can be explained by a minor decrease in depth.

**S u m m a r i z i n g** the evaluation of the process of environmental changes reflecting changes in the pattern of the fauna, let us assume the following: during the Badenian the area was covered by warm (subtropical) shallow sea waters of normal salinity. After an initial shallow-sublittoral phase, a farther-offshore, medium-deep sublittoral environment with slightly agitated waters became predominant. At the end of the Upper Badenian the signs of regression could be already felt, a process that reached its peak when carbonaceous material was generated marking the base of the Sarmatian. It was a result of the subsidence subsequent to this time that the area was invaded by a brackish-water Sarmatian sea bringing along a new faunal wave a quiet, non-agitated environment suggesting, apart from minor changes, of a moderate depth.

