Földtani Közlöny

A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata
Bulletin of the Hungarian Geological Society

Vol. 122. No. 1

Budapest, 1992

Földtani Közlöny

A Magyarhoni Földtani Társulat folyóirata
Bulletin of the Hungarian Geological Society

Vol. 122. No. 1. 1992

Budapest

ISSN 0015-542X

Készült a Magyar Olaj- és Gázipari Rt. támogatásával.
Supported by the Hungarian Oil and Gas Co.

Felelős szerkesztő és kiadó
Responsible editor and publisher-in-charge

KECSKEMÉTI Tibor
Elnök — *President*

Szerkesztő — *Editor*

KÁZMÉR Miklós

Szerkesztő bizottság — *Editorial board*

DUDICH Endre, GRESCHIK Gyula, HORVÁTH Ferenc, KASZAP András,
SZEDERKÉNYI Tibor, VÖRÖS Attila

Kérjük, a kéziratokat az alábbi címre küldjék
Please, send manuscripts to
KÁZMÉR Miklós, ELTE Őslénytani Tanszék, H-1083 Budapest, Ludovika tér 2.

Földtani Közlöny is abstracted and indexed in *GeoRef* (Washington), *Pascal Folio* (Orleans), *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie* (Stuttgart), *Referativny Zhurnal* (Moscow) and *Geológiai és Geofizikai Szakirodalmi Tájékoztató* (Budapest).

Útmutató a Földtani Közlöny szerzői számára

A Földtani Közlöny csak eredeti, új tudományos eredményeket tartalmazó (máshol még meg nem jelent) közleményeket fogad el. Előzetes megbeszélés alapján összefoglaló jellegű cikkek is beküldhetők.

A következő műfajokban várunk kéziratokat: értekezések, rövid közlemények, vitairat (a vitatott cikk megjelenésétől számított hat hónapon belül küldhető be; a szerző lehetőséget kap, hogy válaszát a vitacikkel együtt jelentesse meg), hosszabb tanulmányok (szükséges a szerkesztőbizottsággal való előzetes egyeztetés), könyvkritika.

A folyóirat nyelve a magyar és az angol. A kézirat csak magyar nyelven is beküldhető. Az elfogadott kézirat angol változatának elkészítése a szerző feladata. Ennek terjedelméről a lektorok véleménye alapján a szerkesztőbizottság dönt.

(Folytatás a borító 3. oldalán)

Földtani Közlöny 122/1, 1—38 (1992) Budapest

A *Prosodacnomyák* rétegtani jelentősége a Kötcse környéki pannóniai s.l. üledékekben

Stratigraphic significance of the Upper Miocene lacustrine cardiid *Prosodacnomya* (Kötcse section, Pannonian basin, Hungary)

MÜLLER Pál és MAGYAR Imre

(7 ábrával és 5 fényképtáblával)

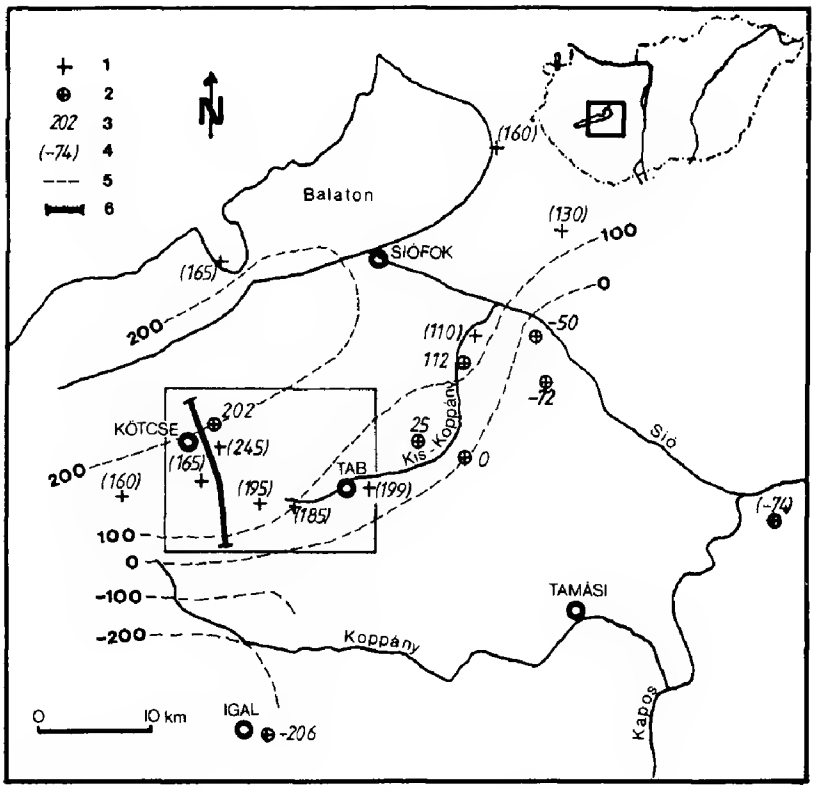
Összefoglalás

A Balatontól délre, Kötcse környékén klasszikus és új felső pannon korú (pontusi *sensu* STEVANOVIĆ, 1951) feltárások molluszkafaunájának gyűjtése és vizsgálata során kiderült, hogy a *Lymnocardium decorum* (FUCHS) és *Prosodacnomya vutskitsi* (BRUSINA) fajokat fokozatos morfológiai átmenetet mutató formák kötik össze. A lelőhelyek sztratigráfiai sorrendjének tisztázása és faciológiai egyveretűsége alapján az észlelt változás csakis evolúciós folyamatként értelmezhető, amely egyidejű és megfigyelhető a Pannon-medence más térségeiben is. Az azonos (hasonló) formák megegyező sorrendje a Dáciai-medencében lehetőséget nyújt a két medence új biosztratigráfiai korrelációjára, amelyet emlőssztratigráfiai és magnetosztratigráfiai adatok is alátámasztanak. Ennek alapján a fekete-tengeri medencében definiált pontusi emelet alja mintegy 1,5—2,0 millió évvel idősebb, mint a Pannon-medencében használt pontusié (*sensu* STEVANOVIĆ, 1951).

Abstract

In the Kötcse area a gradual transition in shell morphology was found between the Pannonian cardiids *Lymnocardium decorum* (FUCHS) and *Prosodacnomya vutskitsi* (BRUSINA). The uniform facies of the 300 m thick sequence and the good stratigraphic control of the individual localities enabled us to interpret this morphological change as an evolutionary event. Probably this event was synchronous over the entire Pannonian basin. Taking into consideration a similar morphological sequence in genus *Prosodacnomya* in the Dacian basin, a biostratigraphic correlation of the Pannonian and Dacian basins can be established. According to our proposal, supported by mammal stratigraphic and magnetostratigraphic data, the Pontian of the Pannonian basin (*sensu* STEVANOVIĆ, 1951) started nearly 2 million years earlier than the Pontian defined in the Euxinian basin.

Key words: stratigraphy, bivalvia, Pannonian basin, Miocene, Hungary



1. ábra. A *Prosodacnomya* genus első megjelenésének tengerszinthez viszonyított magassága a Balatontól DK-re eső területen (mélyfúrási és felszíni adatok alapján).

1: *Prosodacnomya* feltárásban
2: *Prosodacnomya* mélyfúrásban
3: a *Prosodacnomya* első megjelenésének tengerszint feletti magassága
4: *Prosodacnomya* előfordulásának tengerszint feletti magassága
5: a *Prosodacnomya* első megjelenésének izovonalai
6: a 2. ábrán látható szelvény helye

A bekeretezett terület a 3. ábrán látható.

Fig. 1. Elevation of the first appearance of Prosodacnomya, *based on borehole and surface exposure data in the Balaton area, Transdanubia, W Hungary.*

1: presence of Prosodacnomya *in exposure*
2: presence of Prosodacnomya *in borehole (after* KORPÁS-HÓDI, *manuscript)*
3: elevation of the first appearance of Prosodacnomya
4: elevation of presence of Prosodacnomya
5: isolines of the first appearance of Prosodacnomya
6: location of section (Fig. 2)

For outlined area see Fig. 3.

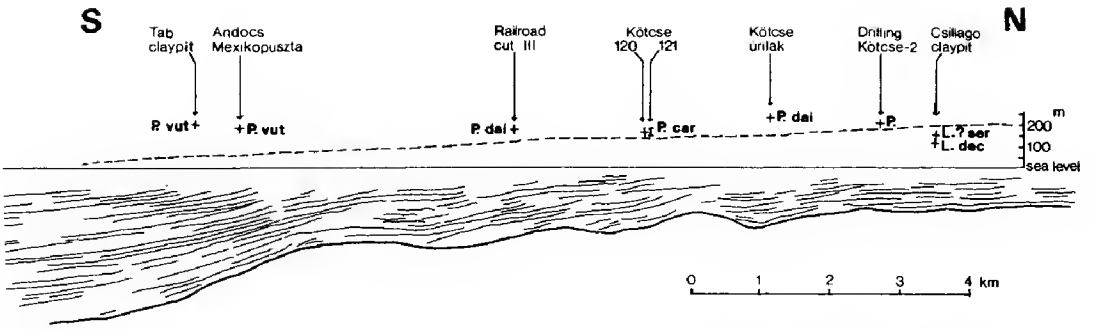
Bevezetés

A Balaton és a Mecsek közötti terület pannóniai s.l. üledékei egy szinklinális jellegű szerkezetben foglalnak helyet, amelynek tengelye Tamásin keresztül húzódik ÉK—DNy-i irányban (CSÍKY et al., 1986). A tengely mentén a pannóniai rétegek talpa 1000—1200 m mélyen van a tengerszint alatt. A szerkezet északi szárnya (amelyen Lajoskomáromnál egy minimum, Igal környékén egy maximum jelentkezik) Kötcse tágabb környékén egyenletes, 1—2° körüli DDK-i dőlést mutat, amely szeizmikus szelvényen jól látható (1. ábra). A terület felszíni feltárásaiból — amelyeknek kora a szerkezeti viszonyoknak megfelelően dél felé egyre fiatalabb — gazdag felső pannóniai puhatestű együtteseket ismertetett HALAVÁTS (1902), LŐRENTHEY (1905) és STRAUSZ (1942a). Míg HALAVÁTS és LŐRENTHEY e rétegek faunáját két sztratigráfiai szintbe: a Congeria balatonica- és a „Prosodacna vutskitsi"-zónákba sorolta, STRAUSZ (1942a, 1971) a két „vezérkövület" néhány lelőhelyen — pl. éppen Kötcsén — való együttes előfordulása miatt a két zónát egykorúnak tartotta, és nem vette figyelembe azt a lehetőséget, hogy a névadó alakok függőleges elterjedése kismértékben átfedheti egymást. Álláspontja a későbbi kutatásokat erősen befolyásolta (STEVANOVIĆ, 1951). KORPÁSNÉ HÓDI M. (1987) is a Congeria balatonica- és a „Prosodacna"-zóna csaknem teljes egyidejűsége mellett foglalt állást.

Lelőhelyek

A terület — rendszerint vastag lösztakaróval borított — felső pannon képződményeinek megismeréséhez egyrészt sikerült megtalálni és újra feltárni a korábbi szerzők néhány lelőhelyét, másrészt új mesterséges feltárás is segítette munkánkat. A rétegtani viszonyok tisztázásához felhasználtuk a környéken mélyült lignitkutató mélyfúrások adatait (KORPÁSNÉ HÓDI M. publikálatlan adatai), illetve É—D irányú, nagy felbontású szeizmikus szelvényeket (POGÁCSÁS Gy. szívességéből). Ezek segítségével állítottuk össze a tanulmányozott lelőhelyek sztratigráfiai sorrendjét bemutató 2. ábrát.

A mintegy 300 m vastag rétegsor fácies szempontjából meglehetősen egyhangú, a süllyedés és feltöltődés egyensúlyát tükrözi. Túlnyomórészt rétegzetlen, tarka vagy kékesszürke aleuritból áll, amely gyakran mészkonkréciókat és nagyobb homokos lencséket tartalmaz. Előfordulnak benne néhány cm vastag lignit vagy huminites aleurit rétegek is. Az ősmaradványokat néhány — rendszerint vékony — agyagos, aleuritos vagy homokos betelepülés tartalmazza. Az ősmaradványegyüttesek többsége KORPÁSNÉ HÓDI M. (1983) *Melanopsis sturi—Theodoxus* sp. paleoasszociációjának felel meg. A rétegsor deltasíkság környezetben képződhetett, ahol egymás mellett halmozódtak fel sekélytavi, parti, mocsári és folyóvízi üledékek. A lefolyástalan Pannon-tó vízháztartását a kis (akár éves ciklusú) éghajlatváltozások is erősen befolyásolták, a vízszint ingadozása pedig a lapos morfológiájú területeken a fáciesek gyakori eltolódásához vezetett. A teljes összlet a Tihanyi Formációba (JÁMBOR, 1980) tartozik, de nyilvánvalóan fiatalabb a formáció sztratotípusánál.

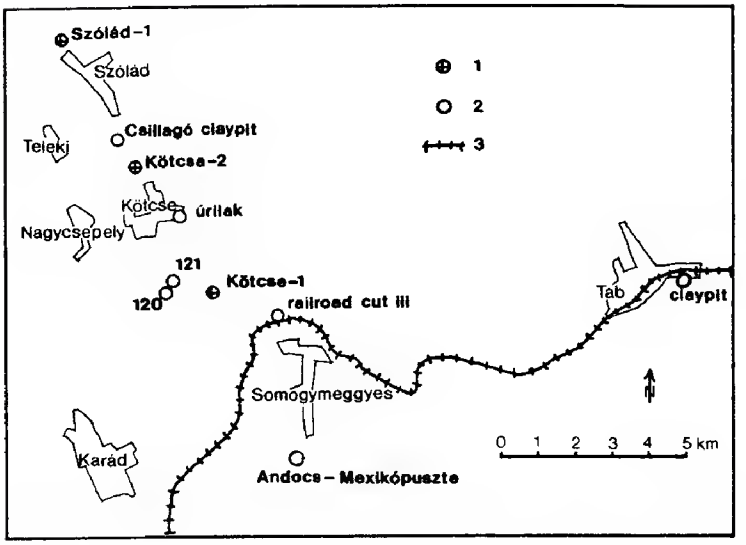


2. ábra. Szeizmikus szelvény Kötcse környékéről a *Lymnocardium decorum, L.* aff. *serbicum* és a *Prosodacnomyák* lelőhelyeivel. A *Prosodacnomya* nemzetség első megjelenésének szintjét szaggatott vonal jelzi, a pannon bázisát vastagabb vonal. A rövidítések magyarázata az angol szövegben található.
Fig. 2. Seismic profile at Kötcse, with occurrences of Lymnocardium *and* Prosodacnomya *spp. First appearance level of* Prosodacnomya *with dotted line. Vertical scale approximately homogenized. Thick line shows the Pannonian basement.*

P. vut: Prosodacnomya vutskitsi
P. dai: Prosodacnomya dainellii
P. car: Prosodacnomya carbonifera
L. ? ser: Lymnocardium *aff.* serbicum
L. dec: Lymnocardium decorum

Szólád, Teleki és Kötcse hármas határánál, a Csillagó-hegy Sagar nevű nyúlványán (3. ábra) a Kőröshegyi Téglagyár az 1980-as években kisebb fejtőt nyitott, melyet előzetesen a Tégla- és Cserépipari Tröszt Bányaföldtani Osztálya kutatott meg. Az aleurit- és homokrétegekből álló, mintegy 20 m magas feltárásban négy gazdagabb kövületes réteg van. Az alsó udvar szintjétől számított 6,5—7,1 m között, illetve 9,2—9,3 m között települő szürke, agyagos aleuritból és agyagból a következő formákat határoztuk meg:

Unio mihanovici BRUSINA
Anodonta sp.
Dreissena marmorata BRUSINA
Dreissena serbica BRUSINA
Congeria „neumayri" ANDRUSOV
Lymnocardium decorum (FUCHS) (3. tábla, 4—5. ábra)
Lymnocardium vicinum (FUCHS)
Lymnocardium apertum (MÜNSTER)
Theodoxus radmanesti (FUCHS)
Melanopsis cylindrica cylindrica (STOLICZKA) (2. tábla, 1. ábra)
Melanopsis cylindrica petrovici (BRUSINA)
Melanopsis oxyacantha BRUSINA
Melanopsis „fuchsi" HANDMANN
Melanopsis tihanyensis WENZ



3. ábra. Mélyfúrások (1) és feltárások (2) Kötcse környékén és a Siófok-Kaposvár vasútvonal (3) mentén.
Fig. 3. Location of boreholes (1) and outcrops (2) near Kötcse and along the Siófok—Kaposvár railroad (3).

Micromelania laevis (FUCHS)
Bithynia sp.
„Gyraulus" varians (FUCHS)
Planorbarius sp.
Ferrisia? sp.
Helicidae sp.
Radix sp.

Egy, a felső réteghez (9,2—9,3 m) kötődő homoklencse törmelékanyagában nagyobb számban fordult elő *C. neumayri* és *„Pseudamnicola" margaritula* (FUCHS), és négy *Viviparus* aff. *balatonicus* NEUMAYR példányt is találtunk.

A 10,3—10,4 m magasságban települő sárgásszürke agyagos aleuritból a következő formák kerültek elő:

Anodonta aff. *mactraeformis* BRUSINA
Planorbarius sp.
Theodoxus radmanesti (FUCHS)

Végül a feltárás tetején, 20,0—20,1 m magasságban, szürke finomhomokos aleuritban:

Congeria sp.
Dreissena marmorata BRUSINA
Dreissenomya unioides FUCHS
Anodonta sp.
Lymnocardium aff. *serbicum* BRUSINA (4. tábla, 1—2. ábra)
Theodoxus radmanesti (FUCHS)
Bithynia sp.
Melanopsis oxyacantha BRUSINA

Melanopsis sp.
Melanopsis tihanyensis WENZ
Segmentina loczyi LÓRENTHEY
Planorbarius sp.
?*Planorbis* sp.
Helicidae sp.
Limacidae sp.

összetételű faunát találtunk.

A szerkesztett szelvény (2. ábra) szerint mintegy 50—70 méterrel magasabb helyzetben van Kötcsétől délre az a hely, amelynek faunája azonos STRAUSZ (1942a) 121. sz. lelőhelyével, s valószínűleg annak közelében van (3. ábra). A morfológia alapján nem kizárt, hogy ez a dombhát csúszással került a mai helyére, s így eredetileg 15—20 méterrel feljebb települt. A domboldal alján 5 m vastag szürke, kissé finomhomokos aleurit tartalmazza a kövületeket:

Unio mihanovici BRUSINA
Congeria „neumayri" ANDRUSOV
Dreissena marmorata BRUSINA
Prosodacnomya carbonifera (STEVANOVIĆ) (4. tábla, 3—8. ábra)
Theodoxus radmanesti (FUCHS)
Theodoxus millepunctatus (BRUSINA)
Melanopsis cylindrica petrovici (BRUSINA) (2. tábla, 2. ábra)
Melanopsis tihanyensis WENZ
Melanopsis oxyacantha BRUSINA
Melanopsis decollata STOLICZKA
Prososthenia sepulcralis NEUMAYR
„Gyraulus" varians (FUCHS)
Planorbarius sp.

Az előbbi lelőhelytől 200 m-re délre, 165 m körüli tengerszint feletti magasságban, a völgy alján vezető földút mentén tártuk fel ismét STRAUSZ (1942a) azóta betemetett 120. sz. lelőhelyét (3. ábra). Ez a rétegsorban néhány méterrel feljebb vagy lejjebb helyezkedik el, mint az előző, amelynek pontos helyzetét a lejtőmozgás miatt nem tudtuk rögzíteni. A feltárásban egy 5—10 cm vastag, rosszul osztályozott homokba ágyazott lumasellára 30—40 cm vastag, szürke, finomhomokos aleuritréteg települ, amelyben elszórtan élő helyzetben betemetődött *Dreissenomya unioides* teknők vannak. A különösen gazdag faunájú lumasella többféle környezetből összemosott molluszkavázakból áll, s az előbbieknél sokkal több nyíltvizet kedvelő alakot tartalmaz:

Anodonta rothi LŐRENTHEY (1. tábla, 1. ábra)
Congeria triangularis PARTSCH
Congeria balatonica PARTSCH
Congeria ungulacaprae MÜNSTER
Dreissena auricularis (FUCHS)
Dreissena cf. *dobrei* BRUSINA
Dreissenomya unioides FUCHS
Lymnocardium cf. *stevanovici* (BASCH)
Lymnocardium parazujovici STEVANOVIĆ (3. tábla, 1. ábra)
Lymnocardium vicinum (FUCHS) (3. tábla, 3. ábra)
Lymnocardium n.? sp. aff. *vicinum* (FUCHS) (1. tábla, 2. ábra)
Lymnocardium dumicici (GORJANOVIĆ-KRAMBERGER)

Lymnocardium schmidti (M. HÖRNES)
Lymnocardium scabriusculum (FUCHS) (1. tábla, 3. ábra)
„Lymnocardium" wurmbi (LÓRENTHEY) (1. tábla, 4. ábra)
Lymnocardium banaticum (FUCHS)
Plagiodacna auingeri (FUCHS)
Parvidacna ?n. sp. (2. tábla, 8. ábra)
Pseudocatillus simplex (FUCHS)
„Pontalmyra" aff. *otiophora* (BRUSINA) (3. tábla, 2. ábra)
?*Pontalmyra* cf. *budmani* (BRUSINA)
Prosodacnomya carbonifera (STEVANOVIĆ)
?*Prosodacnomya* sp.
Theodoxus radmanesti (FUCHS)
Theodoxus aff. *millepunctatus* (BRUSINA) (2. tábla, 7. ábra)
Melanopsis cylindrica petrovici (BRUSINA)
Melanopsis decollata STOLICZKA
Melanopsis tihanyensis WENZ
Melanopsis kurdica BRUSINA
Micromelania fuchsiana BRUSINA
Micromelania coelata BRUSINA
Micromelania monilifera BRUSINA (2. tábla, 5. ábra)
Micromelania laevis (FUCHS)
Prososthenia haidingeri (STOLICZKA)
Prososthenia sp.
Pyrgula incisa (FUCHS)
"Pseudamnicola" margaritula (FUCHS)
Staja obtusecarinata (FUCHS)
„Valvata" variabilis FUCHS
Bithynia sp.
„Gyraulus" varians (FUCHS)
„Gyraulus" brusinai (LÓRENTHEY)
„Gyraulus" cf. *haueri* (STOLICZKA)

Hal otolithusokat és két emlősfogat — KORDOS L. szerint *Hipparion* sp. és Castoridae sp. — is találtunk.

A Siófok—Kaposvár vasútvonal bevágásaiban s közeléből sok lelőhelyet ismertet LÓCZY (1913, LÓRENTHEY határozásai) és STRAUSZ (1942a). Ezek közül STRAUSZ 122. sz. lelőhelyét tudtuk kiásni, amely LÓCZY III. bevágásának „f" rétegével azonos (3. ábra). A hely tengerszint feletti magassága LÓCZY szerint 195 m; rétegtanilag 30—40 méterrel van az előző feltárás felett. Molluszkái:

Anodonta sp.
Unio sp.
Congeria „neumayri" ANDRUSOV
Dreissena sp.
Dreissenomya unioides FUCHS
Pisidium telegdirothi BARTHA
Prosodacnomya dainellii (BRUSINA) (5. tábla, 1. ábra)
Theodoxus millepunctatus (BRUSINA)
Melanopsis tihanyensis WENZ
Melanopsis kurdica BRUSINA
Goniochylus bielzi (BRUSINA)
Goniochylus n. sp. ex aff. *schwabenaui* (FUCHS) (2. tábla, 3—4. ábra)
Goniochylus loczyi (LÓRENTHEY)
Micromelania toroki (LÓRENTHEY)

„Hydrobia" syrmica NEUMAYR
Prososthenia sepulcralis NEUMAYR
„Valvata" variabilis FUCHS
Lithoglyphus kinkelini BRUSINA
Aphanotylus adeorboides (FUCHS)
„Gyraulus" sp.

Kötcse belterületén, a Tabra vivő út mellett kiástuk azt a klasszikus lelőhelyet, amelyet HALAVÁTS (1902) és LŐRENTHEY (1905) írtak le („úrilakkal szemben"; 3. ábra). Ez szelvényünk szerint néhány méterrel az előző fölött van rétegtanilag, de a nagy távolság miatt a párhuzamosítás némileg bizonytalan. Faunájuk hasonló, de az „úrilaknál" nagy tömegben található a vasúti bevágásban még hiányzó *Viviparus kurdensis*, ami azt sejteti, hogy valóban magasabb szintről van szó:

Unio quadruus SOÓS
Dreissenomya unioides FUCHS (2. tábla, 6. ábra)
Synucongeria aff. *arcuata* (FUCHS)
Prosodacnomya dainellii (BRUSINA) (5. tábla, 2—3. ábra)
Theodoxus millepunctatus (BRUSINA)
„Hydrobia" syrmica NEUMAYR
Lithoglyphus kinkelini BRUSINA
Viviparus kurdensis LŐRENTHEY (3. tábla, 6. ábra)
Melanopsis tihanyensis WENZ
Melanopsis kurdica BRUSINA
hal otolithusok

A Prosodacnomyák evolúciójának tanulmányozásához figyelembe vettük néhány kissé távolabb eső lelőhely anyagát is. Sok példányt gyűjtöttünk Tabon (3. ábra, 5. tábla, 4—6. ábra), a *Prosodacnomya vutskitsi* (BRUSINA) faj típuslelőhelyén (STRAUSZ, 1942a, BARTHA, 1956), és Kurdon, ahonnan a *Prosodacnomya dainellii* fajt ábrázolta BRUSINA (1902). A Magyar Állami Földtani Intézet gyűjteményében pedig „Andocs-Mexikópusztáról" (3. ábra) találtunk néhány jó megtartású *Prosodacnomya vutskitsi*-t; később magunk is gyűjtöttünk ezen a lelőhelyen.

Őslénytani rész

(A szinonímlistákat lásd az angol nyelvű változatban)

Család: Cardiidae LAMARCK, 1809
Alcsalád: Lymnocardiinae STOLICZKA, 1871
Nemzetség: *Lymnocardium* STOLICZKA, 1871

[FISCHER (1887) átbetűzését („*Limnocardium*") érvénytelennek kell tekinteni.]

Lymnocardium dumicici GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, 1899

Bár e formából csak egyetlen töredéket találtunk a Kötcse 120. lelőhelyen, a meghatározás biztonságosan elvégezhető volt. STEVANOVIĆ (1951, 1990b) *„Pannonicardium"* néven önálló subgenust, illetve genust alapított erre a fajra. Az alnemzetség leírásakor azonban kizárólag olyan morfológiai jellegeket sorolt fel, amelyek a legtöbb pannóniai és pontusi nagy-*Lymnocardium*ra jellemzők (pl. a kardinális fogak elcsökevényesedése, illetve hiánya, a mellső laterális fogak erősödése, nagy szifónyílás, a búb megerősödése stb.). Éppen ezért a *L. dumicici* rokonságát a *„Pannonicardium"* subgenusba sorolt másik két fajjal (*L. penslii, L. schmidti*) kérdésesnek tartjuk.

Fajcsoport: *Lymnocardium penslii* (FUCHS, 1870)

A *L. conjungens* (M. HÖRNES), a *L. penslii* (FUCHS) és a *L. schmidti* (M. HÖRNES) igen szoros filogenetikai kapcsolata indokolja, hogy típusos formáik látszólag nagy morfológiai különbsége ellenére is egy fajcsoporba különítsük el őket.

Lymnocardium schmidti (M. HÖRNES, 1862)

A Kötcse 120.sz. lelőhely lumasellájából több töredékes példány és nagyszámú héjcserép került elő. Ez a forma az alábbiakban különbözik a típusos *L. schmidti*-től:

— kisebb a mérete;

— a teknő körvonala kerekded, nem háromszöghöz közelítő;

— csak a mellső bordák háromszög keresztmetszetűek, a többi lekerekített vagy négyszögletes;

— a teknő felszíne az area és a bordázott rész között erősen, de nem hegyesszögben törik meg, s itt nem képződik taréj;

— a kardinális fog — ha nem is fejlett — megvan a bal teknőben, míg a típusos *L. schmidti* bal teknőjében nincsenek kardinális fogak.

A morfológiai jellegek alapján e forma átmenetet képez a rétegtani értelemben fiatal, nagy termetű *L. penslii*-változat és a *L. schmidti* között. (Ilyet STEVANOVIĆ (1951) is említ az orešaci lelőhelyről.) Rétegtani megfontolások alapján indokoltnak tűnik az a feltételezés, hogy a két forma közötti átmenet evolúciós változást tükröz.

Fajcsoport: *Lymnocardium decorum* (FUCHS, 1870)

A faj alakkörét az jellemzi, hogy a többi *Lymnocardium*-fajjal szemben igen szűk, hasadékszerű nyílás van a szifó számára a hátsó peremnél. Elkülönítésük indokoltnak látszik.

Lymnocardium decorum decorum (FUCHS, 1870)
3. tábla, 4—5. ábra

A Balaton környékének leggyakoribb *Lymnocardium*-faja; a kötcsei szelvényben a csillagó-hegyi fejtő alsó rétegeiből került elő. Az egész sekély vizet, lagúnákat kedvelhette: rendszerint *Unió*kkal, kicsi, tüskés *Melanopsis*okkal, *Theodoxus radmanesti*vel és különböző tüdőscsigákkal együtt található. Más Cardiidae ritkán fordul elő ezekben az együttesekben.

A *L. decorum ponticum* (HALAVÁTS, 1902) formától, amely hasonló környezetben élt, nehéz elválasztani. Az utóbbira szögletesebb keresztmetszetű bordák és aránylag szélesebb bordaközök jellemzők. Rétegtani megfigyelések is alátámasztják azt a feltételezést, hogy a *L. decorum decorum* a *L. decorum ponticum*-ból alakulhatott ki.

Lymnocardium vicinum (FUCHS, 1870)
3. tábla 1—3. ábra

A fajt háromszög keresztmetszetű, éles bordák jellemzik. A radmaneşti faunában (GILLET & MARINESCU, 1971) folyamatos átmenetek kötik össze a *L. decorum* fajjal. A Balaton környékén, a radmaneştinél fiatalabb lelőhelyeken ilyen átmeneteket nem észleltünk, sőt ökológiailag is különbözik egymástól a két forma, mert a *L. vicinum* sok más Cardiidae-fajjal együtt található, valószínűleg mélyebb, mozgatottabb vízben élt, mint a *L. decorum*. A Kötcse 120.sz. lelőhely példányai kicsit magasabbak és több bordájuk van, mint a tihanyiaknak vagy a fonyódiaknak.

Lymnocardium aff. *serbicum* (BRUSINA, 1902)
4. tábla 1—2. ábra

A csillagó-hegyi téglagyári gödör legfelső (20,0—20,1 m) rétegében gyakori forma már határozottan különbözik az alsó rétegekben talált *L. decorum*tól: bordái keskenyebbek, sűrűbbek, a bordaközök eltűnésével gyakran összeolvadnak. Ugyanezt az alakot megtaláltuk Ádándon is, a Kis-Koppány melletti földúton, itt azonban a megtartási állapota rossz. Az orešaci *L. serbicum* példányoknál a bordák összeolvadása határozottabb és kevésbé változékony jellegű, mint a csillagó-hegyieknél.

Alcsalád: Prosodacninae ANDREESCU, 1974
Nemzetség: *Prosodacnomya* EBERSIN, 1959

A *P. dainellii* (BRUSINA) és *P. vutskitsi* (BRUSINA) fajokat ANDREESCU (1977) valamint PAVNOTESCU és ANDREESCU (1978) nyomán ebbe a nembe soroljuk, bár a köpenyvonal beöblösödése egyiknél sem figyelhető meg, így nem egészen felelnek meg EBERSIN (1959) diagnózisának. Bár a *P. carbonifera* (STEVANOVIĆ) fajt ANDREESCU (1977) feltételesen a redukált hátsó laterális fogakkal rendelkező *Eupatorina* genusba sorolta, mind a szerbiai, mind a magyarországi példányokon a zárszerkezet teljes, a

forma tehát a *Prosodacnomya* genusba tartozik. Az említett fajokat HALAVÁTS (1902), LŐRENTHEY (1905) és STRAUSZ (1942a) is „*Prosodacna vutskitsi*" néven összevonták.

Prosodacnomya carbonifera (STEVANOVIĆ, 1951)
4. tábla 3—8. ábra

A kötcsei 120. és 121.sz. lelőhelyekről nagy számban került elő. Különösen feltűnő a bordák összeolvadása a teknő közepén, bár e tekintetben nagy a változékonyság: a szélsőséges példányokat nem lehet megkülönböztetni a *L.* aff. *serbicumtól*, illetve a *P. dainelliitől*. A legtöbb példány erősen hasonlit a *P. rostrata* (SINZOV) fajhoz (PAVNOTESCU & ANDREESCU 1978, 2. tábla, 10. ábra), bár zárosperemük lényegesen kevésbé görbült.

Prosodacnomya dainellii (BRUSINA, 1902)
5. tábla, 1—3. ábra

A Kurdon gyűjtött topotípusokkal tökéletesen azonos példányokat találtunk a kötcsei „úrilak" feltárásban és a III. vasúti bevágásban. Feltűnő a búb előretolódása. A középső bordák összeolvadása teljes (stabil jelleg).

Prosodacnomya vutskitsi (BRUSINA, 1902)
5. tábla, 4—6. ábra

A kötcsei szelvény irányába eső Andocs-Mexikópusztán kívül a faj típuslelőhelyén, Tabon is nagy példányszámban gyűjtöttük. A teknő magas-tojásdad, a *Prosodacna*-fajokra emlékeztet. A zárosperem ezzel összefüggésben erősen görbült. A búb, különösen a nagyobb példányokon, teljesen előretolódott. Tabon a homokos rétegből előkerült példányok héja jóval vastagabb, mint az aleuritos rétegből származóké (egyéb jellegeik megegyeznek).

Család: Viviparidae
Nemzetség: *Viviparus* MONTFORT, 1810

STRAUSZ (1942b) a dunántúli *Viviparus*-fajokat három nagy csoportba osztotta, melyek közül egy (*V. sadleri* csoport) a Congeria balatonica-zónára, míg kettő, a *V. kurdensis* és a *V. balatonicus* csoport a „Prosodacna vutskitsi"-zónára jellemző. STRAUSZ (1942b) térképéből és a kötcsei szelvényből egyaránt kitűnik, hogy a három *Viviparus*-fajcsoport elterjedését a szerkezeti csapással többé-kevésbé párhuzamos vonalak határolják. Így a *V. kurdensis* a *Prosodacnomya dainelliit*, a *V. balatonicus* pedig a *Prosodacnomya vutskitsit* kíséri. STRAUSZ (1942b) kételyei ellenére tehát valószínű, hogy — legalábbis a Balaton környékén — rétegtani jelentőségük is van. Feltűnő, hogy tanulmányozott szelvényünk alsó felén a *Viviparus*ok hiányzanak, míg feljebb a leggyakoribb alakká válnak.

Család: Melanopsidae
Nemzetség: *Melanopsis* FÉRUSSAC, 1807
Fajcsoport: *Melanopsis impressa* KRAUSS, 1852

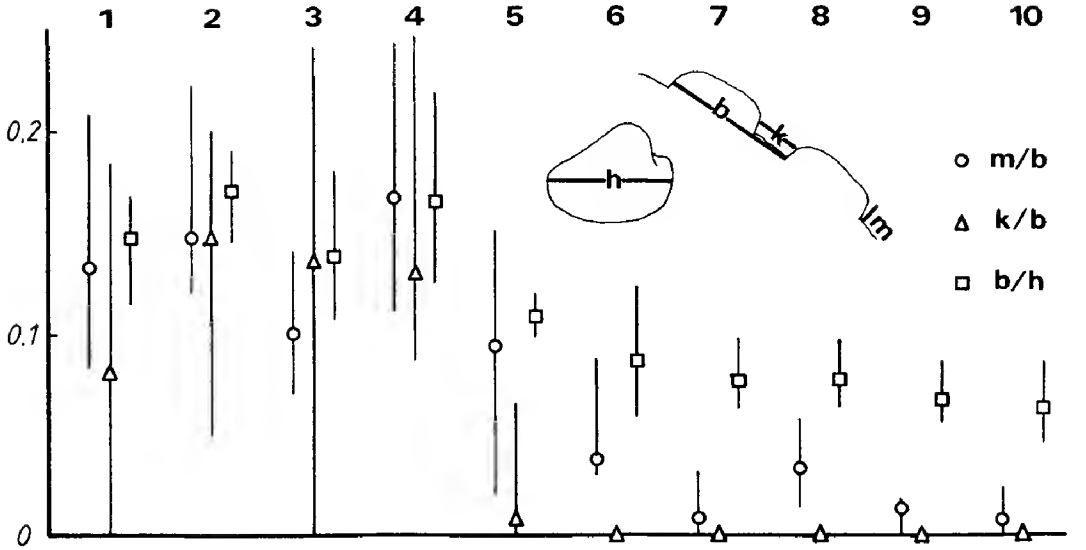
A *Viviparus*okkal ellentétben a csoportba tartozó *M. cylindrica* (STOLICZKA) és *M. cylindrica petrovici* (BRUSINA) alakok csupán a tanulmányozott szelvény alsó felében találhatók. A spíra az utolsó kanyarulat csaknem teljes feloldódása után az újraépített mindenkori utolsó előtti kanyarulatokból képződik. Ez a házépítési mód annyira eltér a többi *Melanopsis*-faj (*M. praemorsa, M. pygmaea, M. sturii, M. tihanyensis* stb.) esetében észlelttől (melyeknél csak az oszlop mentén van újraoldódás), hogy önálló nembe való sorolásuk indokoltnak látszik.

A *Prosodacnomya* genus eredete és evolúciója

A kötcsei szelvényben gyűjtött anyagban a *Lymnocardium decorum*ot és a *Prosodacnomya vutskitsi*t összekötő fokozatos morfológiai átalakulást ismertünk fel, amelyet a Prosodacninae ANDREESCU alcsalád kialakulásához vezető evolúciós változásként értelmezünk. A leghatározottabban változó jelleg, amely egyúttal a *Prosodacnomya* nemzetséget a *Lymnocardium decorum* csoporttól elválasztja, a bordák — különösen a középsők — összeolvadása, elsimulása (4. ábra). A csaknem teljes összeolvadást időben követi a búb előretolódása (*P. dainellii—P. vutskitsi*), az első laterális fog (AII) kismértékű növekedése, majd a *P. vutskitsi*nél a teknő magasabbá válása és a zárosperem görbülése. A héj vastagsága ugyanakkor a környezettől függő, ökofenotipikus jelleg: Tabon a homokos rétegben vastagabb héjú, az aleuritosban vékonyabb héjú példányok találhatók.

Felmerül a kérdés, nem lehetséges-e, hogy ez a fokozatos morfológiai változás csupán ökofenotipikus, vagy helyi jelenség. Hiszen a *Lymnocardium decorum* és a „Prosodacna *vutskitsi*" együttes előfordulását többen is jelezték a Pannon-medencében (LŐRENTHEY (1905): Fonyód, Várpalota; SCHWÁB (kézirat): Fonyód-1 fúrás; SÜMEGHY (in SCHMIDT 1939): hajdúszoboszlói fúrás; BARTHA (1959): Öcs; SZÉLES (kézirat): hajdúszoboszlói fúrások, Letenye—2 fúrás stb.).

A kötcsei szelvény lito- és biofácies szempontjából meglehetősen egyhangú. Az összemosott héjakat tartalmazó 120. sz. lelőhely kivételével a kísérőfauna nagyjából változatlan: gyakoriak az *Uniók* és a kis *Melanopsis*ok, de ritkák vagy hiányzanak a *Lymnocardium*-fajok. Egyéb lelőhelyeken, ahol az ökológiai viszonyok változatossága jellemző (pl. Radmaneşt, Tihany, Kötcse 120) a morfológiai sornak csak egy-egy alakja (tehát vagy *L. decorum*, vagy *Prosodacnomya*) található. Az együttes előfordulásukra való utalások — véleményünk szerint — részben az átmeneti formák nagy változékonysága miatti téves határozásokon alapulnak. SÜMEGHY, SCHWÁB, LŐRENTHEY ide vonatkozó anyagai elvesztek. BARTHA (1959) XI. tábláján a már korában (1956) Tabról ábrázolt példányt mutatja be téves felirattal. LŐRENTHEY (1905) fonyódi 1. rétegéből, az általa említett hat „*Prosodacna*" példányból egy töredék megvan az ELTE Őslénytani Tanszékének gyűjteményében. Véleményünk szerint azonban ez nem *Prosodacnomya*, hanem *Lymnocardium* (talán juvenilis *L. dumicici*). Várpalotán és Fonyódon részletes gyűjtésünk ellenére is csak *Lymnocardium decorum*ot vagy *L. ponticum*ot találtunk. Széles minden megőrzött anyagában, amelyből *L. decorum*ot és



4. ábra. *Lymnocardium-* és *Prosodacnomya*-teknők biometriai vizsgálata. A három középső bordának a héj peremén mért, arányokban kifejezett paramétereit (az átlagos és a szélső értékeket feltüntetve), a minták sztratigráfiai sorrendjének függvényében adjuk meg (fajnevek és lelőhelyek az angol szövegben).
Fig. 4. Biometric analysis of the three central radial ribs measured at the edge of valves of Lymnocardium *and* Prosodacnomya *species. Mean and extreme values of m/b, k/b, and b/h ratios are plotted against stratigraphically arranged samples.*

1: L. decorum, *Csillagó claypit 6.5 m, silt*
2: L. decorum, *Csillagó claypit 7.1 m, clay*
3: L. decorum, *Csillagó claypit 9.3 m, sand*
4: L. decorum, *Csillagó claypit 9.3 m, clay*
5: L. *aff.* serbicum, *Csillagó claypit 20.0 m*
6: P. carbonifera, *Kötcse 121*
7: P. carbonifera, *Kötcse 120*
8: P. dainellii, *Kötcse úrilak*
9: P. vutskitsi, *Tab claypit, layer 2, sand*
10: P. vutskitsi, *Tab claypit, layer 1, silt*

„*Prosodacnát*" együtt határozott meg, bizonyítható a téves határozás. Ugyanakkor neki is feltűnt (SZÉLES 1971), hogy hasonló kísérőfauna mellett egyszer a *L. decorum* (Bugyi-4 462-465 m), máskor a „*Prosodacna vutskitsi*" (Kecskemét-Nyugat-1 760—765 m) fordul elő tömegesen.

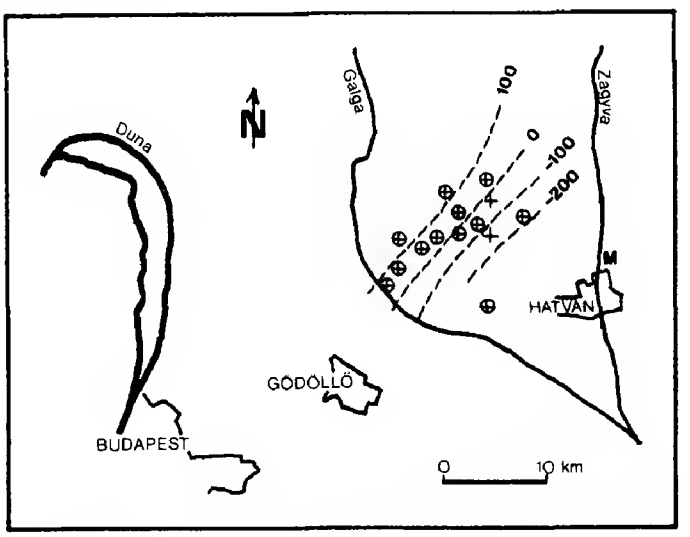
A morfológiai sor két szélső tagjának határozott rétegtani elkülönülése a Pannon-medencében — ha nem is a kötcseihez hasonló részletességgel — több helyen is megfigyelhető. A Cserhát déli előterében, a Galga és a Zagyva völgye között felszíni (SZENTES 1943) és mélyfúrási (KORPÁSNÉ HÓDI M., kézirat) adatok alapján a *Prosodacnomyák* első fellépése szintén egy, a medence belseje felé dőlő sík mentén, azaz egy határozott rétegtani szinthez kötődve figyelhető meg (5. ábra).

A *L. decorum* és a *Prosodacnomyák* rétegtani — és a medencebelső felé dőlő település miatt egyben földrajzi — elkülönülése mélyfúrási adatokkal igazolható a Tiszántúl északi részén és a Zala-medencében is.

A Pannon-medence átellenben eső peremén, Szendrő (Smederevo) mellett, az orešaci lelőhelyen STEVANOVIĆ (1951) szerint alul, a 2. sz. rétegben *L. decorum*, felül, a 4. sz. rétegben *„Prosodacna" serbica* található. Köztük eltérő fácies, *Congeria rhomboidea*-s faunát tartalmazó agyag van, amelyben természetesen átmeneti alakokat nem várhatunk. Az orešaci 2. és 4. homokos rétegek faunája sokban hasonlít a Kötcse 120.sz. lelőhelyére, ami a fejlődés egykorúságára utal a tó északi és déli partján, egymástól kb. 300 km-re. A *Lymnocardium decorum* és a *Prosodacnomya* fajok előfordulásainak térbeli helyzete Jugoszlávia területén is megfelel a Balaton környékén megfigyelhetőnek (6. ábra).

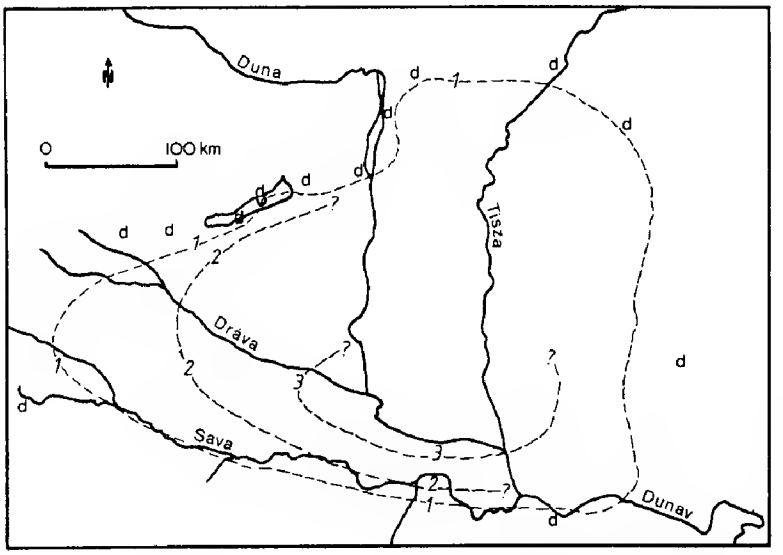
Mindezek alapján a kötcsei szelvényben tapasztalt fokozatos morfológiai változás ökofenotipikus vagy lokális voltát kizárhatjuk. A Pannon-tóban egyidőben végbemenő evolúciós folyamatról van szó, amely éppen ezért biosztratigráfiai korreláció céljára felhasználható.

A *Prosodacnomyák* további evolúciója vezethetett a *Prosodacna vodopici* (BRUSINA) forma kialakulásához, amely STEVANOVIĆ (1990a) szerint az egyik utolsó brakkvízi eredetű faj volt a területileg erősen leszűkült, kiédesedő Pannon-tóban, illetve a *Prosodacnomyák*tól származhattak a Dáciai-medence bizarr formájú post-pontusi *Prosodacnái* is. ANDREESCU (1977) átmeneti formákat talált a *Prosodacnomya sturi* és a *Prosodacna longiuscula* között. A *Prosodacnomya vutskitsi*t a *P. sturi* (COBĂLCESCU) egy alfajának tekinti. Hasonlóságuk az ábrák alapján kétségtelen, különösen a *P. sturi sabbae* ANDREESCU alfajjal.



5. ábra. A *Prosodacnomya* nemzetség első előfordulásának szintje Aszód környékén (SZENTES, 1943 és KORPÁSNÉ HÓDI M. publikálatlan adatai alapján). M: turoli, valószínűleg az MN 13 zónába tartozó emlősmaradványok (hatvani téglagyár) (jelmagyarázat az 1. ábrán).

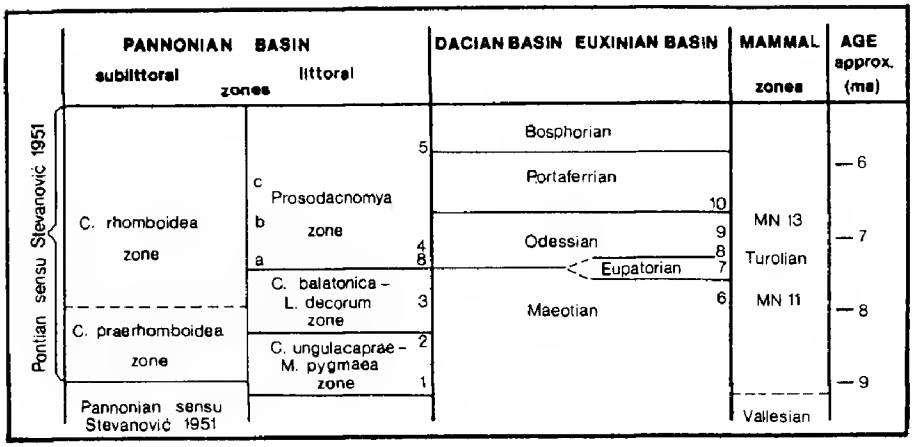
Fig. 5. Elevation of the first appearance of Prosodacnomya *in the Aszód area, N Hungary (based on data of SZENTES, 1943 and KORPÁS—HÓDI, unpublished). M: Turolian, probably MN 13 locality at Hatvan, claypit of brickyard. Other symbols as in Fig. 1.*



6. ábra. A *Lymnocardium decorum* és a *Prosodacnomyák* hozzávetőleges elterjedése a Pannon-medencében.
d: *L. decorum* előfordulása
1: a *P. carbonifera* és a *P. dainellii* elterjedésének határa
2: a *P. vutskitsi* elterjedésének határa
3: a *P. vodopici* elterjedésének határa

Fig. 6. Approximate distribution of Lymnocardium decorum *and* Prosodacnomya *sp. in the Pannonian basin*
d: localities of L. decorum
1: limit of areal of P. carbonifera *and* P. dainellii
2: limit of areal of P. vutskitsi
3: limit of areal of P. vodopici

Korábbi szerzők szerint a *Prosodacnák* az *Eupatorina* genuson keresztül egy feltételezett meoti (égei-tengeri?) Cardiidae-től származnának (e nézeteket TAKTAKISVILI (1987) foglalta össze). TAKTAKISVILI is elismeri azonban, hogy a *Prosodacnák* Pannon-medencebeli származása egyáltalán nem zárható ki. Az *Eupatorina (Pseudoprosodacna)* genust viszont mi nem tudjuk elhelyezni a fent vázolt fejlődési sorban. Lehet, hogy rokonságban állt a *Prosodacnomyákkal*, de külön ágon fejlődött (ANDREESCU, 1977). Az *Eupatorinák* esetében is elképzelhető, hogy a Pannon-medencéből származtak; a *Lymnocardium decorum* faj néhány példánya — a teljesebb zárszerkezettől eltekintve — meglepően hasonlít az *Eupatorina littoralis olteniae* (MOTAŞ) fajhoz. Az *Eupatorina* jelenlétét a Pannon-medencében azonban STEVANOVIĆ (1961) utalása ellenére is kétségesnek tartjuk.



7. ábra. A Balaton környéki felső pannon (s.l.) korrelációs táblázata
1: az 5. mágneses anomália vége
2: tavi *Viviparus*ok megjelenése
3: MN 11 zónába tartozó emlőslelet (KORDOS, 1989)
4: 7,5—6,5 millió éves radiometrikus kor Tihanyból
5: turoli (? MN 13) emlőslelet Hatvanból
6: alsó turoli (MN 11) emlősök (GABUNIA, 1979, PEVZNER, 1987)
7: *Eupatorinák* megjelenése
8: *Prosodacnomyák* megjelenése
9: MN 13 emlősök (TOPACSEVSZKIJ et al., 1988)
10: *Congeria rhomboidea* megjelenése a Keleti-Paratethysben és a Dáciai-medencében

Molluszka alzónák a Balaton környékén:
a: Prosodacnomya carbonifera
b: Prosodacnomya dainellii— Viviparus kurdensis
c: Prosodacnomya vutskitsi— Viviparus balatonicus

Fig. 7. Correlation chart of the Pontian in the Balaton area
1: approximate position of end of magnetic anomaly 5
2: FA lacustrine Viviparus
3: MN 11 rodent (fide KORDOS, 1989)
4: Tihany radiometric age 7.5—6.5 ma
5: Hatvan, Turolian (? MN 13) locality
6: MN 11, Early Turolian, fide GABUNIA, 1979, PEVZNER, 1987
7: FA Eupatorina
8: FA Prosodacnomya
9: MN 13, fide TOPACHEVSKY et al. 1988
10: FA Congeria rhomboidea *in Eastern Paratethys and Dacian basin*

Subzones in the Balaton region:
a: Prosodacnomya carbonifera
b: Prosodacnomya dainelli—Viviparus kurdensis
c: Prosodacnomya vutskitsi—Viviparus balatonicus

Rétegtani következtetések

ANDREESCU (1977) valamint PAVNOTESCU és ANDREESCU (1978) adatai szerint a Dáciai-medencében a *Prosodacnomya dainellii* az alsó pontusi, a *P. vutskitsi*hez igen hasonlító *P. sturi sabbae* pedig a középső pontusi alemeletben található. PAPAIANOPOL (1983) ettől némileg eltérő véleménye szerint a *P. dainellii* egyaránt megtalálható az alsó és a középső pontusiban, de mindenképpen a *P. sturi sabbae* előfordulása alatt. A kötcsei *P. carboniferá*hoz közelálló *P. rostrata* az alsó pontusira jellemző.

Mindez a hasonlóság a Pannóniai- és a Dáciai-medence között aligha képzelhető el párhuzamos, külön-külön időben lejátszódó evolúció eredményeként. A legvalószínűbb magyarázat szerint egyidőben, egymással eleinte (az alsó pontusiban) lazább, később (a középső pontusiban = portaferrien) szorosabb genetikai kapcsolatban lévő populációk fejlődéséről van szó. A kapcsolat vagy a tórendszerek közvetlen összeköttetésével jött létre, vagy a lefolyástalan Pannon-tó időnkénti megcsapolásával, amikor is a plankton lárvák átjutottak a Dáciai-medencébe, s ott megfelelő környezet megléte esetén letelepedhettek. (Ez utóbbi elképzelést valószínűsíti, hogy míg a Pannon-tóból egy sor puhatestű jutott át a Dáciai-medencébe, az ellenkező irányú migráció egyetlen esetben sem bizonyított.)

Mindezek alapján a Pannon-medence Prosodacnomya-zónájának alsó része a Dáciai- és a fekete-tengeri medence alsó pontusi (odessien) alemeletével korrelálható. A Congeria ungulacaprae—Melanopsis pygmaea és a Congeria balatonica—Lymnocardium decorum zónák tehát idősebbek a Dáciai- és az Euxin-medence pontusijánál, nagyrészt vagy teljesen a meotival egyidősek (7. ábra).

Ezt a korrelációs lehetőséget az emlősleletek és a magnetosztratigráfiai vizsgálatok is megerősítik.

A tihany-fehérparti feltárásból (Congeria balatonica—Lymnocardium decorum zóna) az MN 11-es emlőszónába (alsó turoli) tartozó Rodentia-fog került elő (KORDOS 1989). A sümegprágai Sarvaly-hegy lakkolit bazaltját fedő, „tihanyi típusú" molluszkafaunát tartalmazó rétegekből ugyancsak az MN 11-es zónába tartozó kisemlős maradványok kerültek elő (KORDOS László szóbeli közlése). Az alsó pontusi (*sensu* STEVANOVIĆ) korrelálását az alsó turolival ausztriai lelőhelyek (Kohfidisch, Eichkogel) is alátámasztják; a felső pannóniai (*sensu* STEVANOVIĆ) ausztriai lelőhelyek (Vösendorf, Inzersdorf: STEININGER et al., 1990) már a vallesibe tartozó emlősöket adtak.

GABUNIA (1979) az alsó turolit a meotival tekinti egykorúnak. PEVZNER (1987) szerint a turoli alsó határa egybeesik a szarmata—meoti határral, KOJUMDZSIEVA (1987) szerint a felső szarmatában (herszoni), vagy kicsivel feljebb húzódik.

TOPACSEVSZKIJ et al. (1988) az odesszai alemelet sztratotipusából az MN 13 zónába (felső turoli) tartozó mikrofaunát határozott meg. A *Prosodacnomyás* rétegek fedőjét feltáró hatvani téglagyári fejtőben talált felső turoli fauna (KORDOS szóbeli közlése) alapján az MN 13 zóna párhuzamosítható a Prosodacnomya zóna felső részével is.

A fekete-tengeri medence pontusijának időtartamát magnetosztratigráfiai vizsgálatok alapján egyetlen fordított mágnesességű periódus idejére teszik (PEVZNER, 1987, TRUBIKHIN, 1990). Bár ennek helyzete a magnetokronológiai skálán vitatható, mindenképpen jóval fiatalabbnak kell lennie a Pannon-medence Congeria ungulacaprae—Melanopsis pygmaea kronjánál. Ez utóbbi ugyanis az 5. mágneses anomália idejére, vagy közvetlen azutánra esik (8—9 millió év körül; KÓKAY

et al., 1991); a C. ungulacaprae—M. pygmaea zónában tűnik fel először a *Congeria praerhomboidea* és a *C. zagrabiensis*, ami STEVANOVIĆ (1951) szerint a Pannon-medencében a pontusi emelet alját rögzíti.

Magnetosztratigráfiai koradatok szeizmikus szelvényeken való követésével az Alföldön *Lymnocardium decorum*ot tartalmazó rétegek kora kb. 7,7 millió évnek (Hajdúszoboszló), *Prosodacnomya* aff. *dainelliit* tartalmazó rétegek kora kb. 7,0 millió évnek (Hajdúszovát) (POGÁCSÁS et al., sajtó alatt), *P. vutskitsit* tartalmazó rétegek kora pedig 6,0—6,4 millió évnek (Szarvas) adódott. A módszerben rejlő hibalehetőségek ellenére ezek az adatok meglepően jól egyeznek tihanyi radiometrikus kormérési eredményekkel: itt ugyanis a *Prosodacnomya carbonifera*-tartalmú aleuritlencsét közbefogó bazalt K—Ar kora kb. 7,5 millió évnek bizonyult.

Javaslatunk, amelynek lényege, hogy a Pannon-medencében definiált pontusi korszak (STEVANOVIĆ, 1951) kezdetét jóval (kb. 2 millió évvel) idősebbnek kell tekinteni a fekete-tengeri medencében definiált (PEVZNER, 1987) meoti—pontusi határnál (7. ábra), felold egy sor ellentmondást, amelyet a „pontusi" emeletnek az egyes Paratethys-medencékben különböző kronosztratigráfiai értelemben való használata okozott.

Stratigraphic significance of the Upper Miocene lacustrine cardiid *Prosodacnomya* (Kötcse section, Pannonian basin, Hungary)

Pál MÜLLER & Imre MAGYAR

Introduction

The Pannonian Lake, situated in the Carpathian basin in Late Miocene times, was a remnant of an Early to Middle Miocene sea, named Central Paratethys. Its fauna, partly of marine, partly of continental origin, exhibited an endemic evolution which was one of the most spectacular ones in the history of the Earth's continental waters (KÁZMÉR, 1990). Traces of this evolution are well preserved. The molluscan assemblages are especially rich and in most cases well documented (PAPP et al., 1985, STEVANOVIĆ et al., 1990, GEARY, 1990).

South of the Lake Balaton, down to the Mecsek range (in the southern part of West Hungary) sediments of the Pannonian Lake fill a 1200 m deep basin, forming a syncline. Its SW—NE running axis passes below the townlet of Tamási (CSÍKY et al., 1986) (Fig. 1). According to seismic reflection profiles, the northern wing of the structure displays a slight southward dip (Fig. 2). Thus, the fossiliferous sites NW to SE provided increasingly younger faunae described by HALAVÁTS (1903), LŐRENTHEY (1906), and STRAUSZ (1942a). LŐRENTHEY (1906), also utilizing HALAVÁTS' results (1903), established a zonation for his Upper Pannonian (which is equivalent of STEVANOVIĆ's (1951) Pontian). His zones upward from below, are: Congeria

ungulacaprae, C. balatonica, and C. rhomboidea zones. He regarded the C. rhomboidea zone as synchronous with the „Prosodacna vutskitsi" zone and with some pulmonate-dominated facies, topping *C. balatonica* layers in Tihany and elsewhere. Finally, he regarded the fluviatile *„Unio wetzleri"* (*Margaritifera* aff. *flabellatiformis*) layers as the youngest member of his Upper Pannonian.

In the Kötcse area (spelled as „Köttse" by LÓRENTHEY (1906) and HALAVÁTS (1903)) two of the previously mentioned zones occur: the C. balatonica zone and the „Prosodacna vutskitsi" (in fact Prosodacnomya spp.) zone. STRAUSZ (1942a) found the index fossils of these two zones together in some localities (e. g. just in Kötcse, locality No. 120). On this basis he concluded that the two zones are fully synchronous, and did not consider the possibility of an overlap of these zones. His view deeply influenced subsequent studies (STEVANOVIĆ, 1951, p. 316). KORPÁS-HÓDI (1987, p. 438) also considered the C. balatonica and Prosodacnomya zones as almost fully synchronous.

Localities

In the Kötcse area a number of old and new exposures, as well as boreholes with full core recovery and seismic profiles enabled us to establish a section (Fig. 2) and to clarify temporal relations of individual outcrops. In fact, outcrops of Pontian are quite rare and scattered due to a thick layer of loess covering much of the surface of the hilly area.

The facies hardly changes in this roughly 300 m thick sequence, indicating a balance between subsidence and sedimentation. The bulk of the sediment consists of ill-layered variegated, seldom pale bluish-grey silts, often with calcareous concretions and with major sandy lenses. Lignite or huminitic silt layers, a few cm in thickness, also occur. We interpret these as deposits of a delta plain environment, where shallow lacustrine, lagoonal, marsh, sandbar, fluviatile and different alluvial sediments occur together. The drainage system of the Pannonian Lake for most of its life remained endorheic. Consequently, climatic fluctuations (annual and multiannual) often led to changes in the water level and to notable shifts in the shorelines especially on flat shores.

The sequence contains a few, clayey, silty or sandy fossiliferous intercalations. Most of the assemblages correspond to KORPÁS-HÓDI's (1983, p. 130) *Melanopsis sturi—Theodoxus* sp. association observed in Northern Transdanubia, though certain species might be different, due to a different age. The whole sequence fits into JÁMBOR's (1980, p. 195) Tihany Formation (originally described as a member), but its age is much younger than that of the formation stratotype.

The nearby Kőröshegy brickyard, depleting its reserves, opened a claypit a few years ago between the villages Kötcse, Teleki, and Szólád, on the NW slopes of the hill Csillagó (Fig. 3). The pit exposed 20 m of Pontian layers, mainly silt and clayey silt with sandy intercalations. Macrofossils are confined to some thin layers.

At 6.5—7.1 m from the bottom of the pit, dark grey clay and clayey silt as well as another clay layer at 9.2—9.3 m yielded:

Unio mihanovici BRUSINA
Anodonta sp.
Dreissena marmorata BRUSINA

Dreissena serbica BRUSINA
Congeria „neumayri" ANDRUSOV
Lymnocardium decorum (FUCHS) (Pl. 3, figs. 4—5)
Lymnocardium vicinum (FUCHS)
Lymnocardium apertum (MÜNSTER)
Theodoxus radmanesti (FUCHS)
Melanopsis cylindrica cylindrica (STOLICZKA) (Pl. 2, fig.1)
Melanopsis cylindrica petrovići (BRUSINA)
Melanopsis oxyacantha BRUSINA
Melanopsis „fuchsi" HANDMANN
Melanopsis tihanyensis WENZ
Micromelania laevis (FUCHS)
Bithynia sp.
„Gyraulus" varians (FUCHS)
Planorbarius sp.
?*Ferrisia* sp.
Helicidae sp.
Radix sp.

A sandy lens, found in debris only, but associated with layer 9.2—9.3 m, yielded the same species, but here *Congeria „neumayri"* and *„Pseudamnicola" margaritula* (FUCHS) were more numerous and four specimens of *Viviparus* aff. *balatonicus* NEUMAYR were found.
At 10.3—10.4 m, yellowish-grey clayey silt yielded:

Anodonta aff. *mactraeformis* BRUSINA
Planorbarius sp.
Theodoxus radmanesti (FUCHS)

At 20.0—20.1 m, grey sandy silt yielded:

Congeria sp.
Dreissena marmorata BRUSINA
Dreissenomya unioides FUCHS
Anodonta sp.
Lymnocardium aff. *serbicum* (BRUSINA) (Pl. 4, figs. 1—2)
Theodoxus radmanesti (FUCHS)
Bithynia sp.
Melanopsis oxyacantha BRUSINA
Melanopsis sp.
Melanopsis tihanyensis WENZ
Segmentina loczyi LÖRENTHEY
Planorbarius sp.
?*Planorbis* sp.
Helicidae sp.
Limacidae sp.

Another locality, described by STRAUSZ (1942a, p. 37) as No. 121 (Fig. 3) is located in the sequence about 50—70 m higher than the previous one, as the section in Fig. 2 indicates. The 5 m thick, slightly sandy grey silt is in a disturbed position. The present situation might be the result of a former slump or sediment glide which moved the layers some 15 or 20 metres lower than their original elevation. Molluscs:

Unio mihanovici BRUSINA
Congeria „neumayri" ANDRUSOV
Dreissena marmorata BRUSINA
Prosodacnomya carbonifera (STEVANOVIĆ) (Pl. 4, figs. 3-8)
Theodoxus radmanesti (FUCHS)
Theodoxus millepunctatus (BRUSINA)
Melanopsis cylindrica petrovici (BRUSINA) (Pl. 2, fig. 2)
Melanopsis tihanyensis WENZ
Melanopsis oxyacantha BRUSINA
Melanopsis decollata STOLICZKA
Prososthenia sepulcralis NEUMAYR
„Gyraulus" varians (FUCHS)
Planorbarius sp.

About 200 m to the south there is another outcrop described by STRAUSZ (1942a, p. 36) as locality No. 120 (Fig. 3). Stratigraphically this is situated either a few metres below or above the preceding one, depending on the unknown importance of slumps in the area. Five to ten cm thick, ill-sorted sand contains a coquina-like conglomerate of shells, covered by a 30—40 cm thick grey sandy silt, which contains some double-shelled *Dreissenomya unioides* remnants embedded in a vertical *in vivo* position. The rich fauna contains numerous cardiids absent from the previously mentioned associations. Most probably this fauna was washed together from various environments. Molluscs:

Anodonta rothi LÓRENTHEY (Pl. 1, fig. 1)
Congeria triangularis PARTSCH
Congeria balatonica PARTSCH
Congeria ungulacaprae MÜNSTER
Dreissena auricularis (FUCHS)
Dreissena cf. *dobrei* BRUSINA
Dreissenomya unioides FUCHS
Lymnocardium cf. *stevanovici* (BASCH)
Lymnocardium parazujovici STEVANOVIĆ (Pl. 3, fig.1)
Lymnocardium vicinum (FUCHS) (Pl. 3, fig. 3)
Lymnocardium ?n. sp. aff. *vicinum* (FUCHS) (Pl. 1, fig.2)
Lymnocardium dumicici (GORJANOVIĆ-KRAMBERGER)
Lymnocardium schmidti (M. HÖRNES)
Lymnocardium scabriusculum (FUCHS) (Pl. 1, fig.3)
„Lymnocardium" wurmbi (LÓRENTHEY) (Pl. 1, fig.4)
Lymnocardium banaticum (FUCHS)
Plagiodacna auingeri (FUCHS)
Parvidacna ?n. sp. (Pl. 2, fig. 8)
Pseudocatillus simplex (FUCHS)
„Pontalmyra" aff. *otiophora* (BRUSINA) (Pl. 3, fig.2)
?*Pontalmyra* cf. *budmani* (BRUSINA) (Pl. 2, fig.4)
Prosodacnomya carbonifera (STEVANOVIĆ)
?*Prosodacnomya* sp.
Theodoxus radmanesti (FUCHS)
Theodoxus aff. *millepunctatus* (BRUSINA) (Pl. 2, fig.7)
Melanopsis cylindrica petrovici (BRUSINA)
Melanopsis decollata STOLICZKA
Melanopsis tihanyensis WENZ
Melanopsis kurdica BRUSINA
Micromelania fuchsiana BRUSINA

Micromelania coelata BRUSINA
Micromelania monilifera BRUSINA (Pl. 2 fig.5)
Micromelania laevis (FUCHS)
Prososthenia haidingeri (STOLICZKA)
Prososthenia sp.
Pyrgula incisa (FUCHS)
„Pseudamnicola" margaritula (FUCHS)
Staja obtusecarinata (FUCHS)
„Valvata" variabilis FUCHS
Bithynia sp.
„Gyraulus" varians (FUCHS)
„Gyraulus" brusinai (LÓRENTHEY)
„Gyraulus" cf. *haueri* (STOLICZKA)

Fish otoliths and two mammalian teeth were also found. KORDOS (pers. comm.) determined them as *Hipparion* sp. and Castoridae sp.

Pontian localities from cuts of the Siófok—Kaposvár railroad were described by LÓCZY (1916, molluscs determined by LÓRENTHEY) and by STRAUSZ (1942a, p. 37). We could uncover STRAUSZ's locality No. 122 (it is identical with layer „f" of Lóczy in the railroad-cut No. III; Fig. 3). Stratigraphically this layer is situated 30—40 m higher than the previous one. Molluscs:

Anodonta sp.
Unio sp.
Congeria „neumayri" ANDRUSOV
Dreissena sp.
Dreissenomya unioides FUCHS
Pisidium telegdirothi BARTHA
Prosodacnomya dainellii (BRUSINA) (Pl. 5, fig. 1)
Theodoxus millepunctatus (BRUSINA)
Melanopsis tihanyensis WENZ
Melanopsis kurdica BRUSINA
Goniochylus bielzi (BRUSINA)
Goniochylus n. sp. ex aff. *schwabenaui* (FUCHS) (Pl. 2, figs. 3—4)
Goniochylus loczyi (LÓRENTHEY)
Micromelania toroki (LÓRENTHEY)
„Hydrobia" syrmica NEUMAYR
Prososthenia sepulcralis NEUMAYR
„Valvata" variabilis FUCHS
Lithoglyphus kinkelini BRUSINA
Aphanotylus adeorboides (FUCHS)
„Gyraulus" sp.

In the eastern part of the village of Kötcse a classical site named „úrilak" described by HALAVÁTS (1903, p. 20) and LÓRENTHEY (1906, p. 34) was reexcavated (Fig. 3). According to the section in Fig. 2, this locality is in about the same stratigraphic position as the previous one, but due to the great distance, we could not precisely determine their relative position. Their faunae reveal similarities, but the abundant presence of *Viviparus kurdensis* in „úrilak", absent from the railroad cut, suggests its younger age. Fossils:

Unio quadruus Soós
Dreissenomya unioides FUCHS (Pl. 2, fig. 6)
Synucongeria aff. *arcuata* (FUCHS)
Prosodacnomya dainellii (BRUSINA) (Pl. 5, figs. 2—3)
Theodoxus millepunctatus (BRUSINA)
„Hydrobia" syrmica NEUMAYR
Lithoglyphus kinkelini BRUSINA
Viviparus kurdensis LÖRENTHEY (Pl. 3, fig. 6)
Melanopsis tihanyensis WENZ
Melanopsis kurdica BRUSINA

We also studied *Prosodacnomya* species from several localities in the vicinity of the Kötcse section: *Prosodacnomya vutskitsi* (BRUSINA) from Andocs-Mexikópuszta (Fig. 3) and the type locality, Tab (Fig. 3) (Pl. 5 figs. 4—6) (STRAUSZ 1942a, p. 38, BARTHA 1956) and *Prosodacnomya dainellii* (BRUSINA) from Kurd (type locality).

Systematic palaeontology

Family Cardiidae LAMARCK, 1809
Subfamily Lymnocardiinae STOLICZKA, 1871
Genus *Lymnocardium* STOLICZKA, 1871
Limnocardium FISCHER, 1887 (nomen nullum)

Lymnocardium dumicici GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, 1899

1899 *Limnocardium dumicici* n.f. — GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, p. 243, pl. 9, fig. 3.
1902 *Limnocardium dumicici* KRAMB.-GORJ. — GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, p. 18, pl. 2, fig. 4; pl. 4, figs.1—2.
1951 *Limnocardium (Pannonicardium) dumicici* KRAMB.-GORJ. — STEVANOVIĆ, p. 241, pl. 4, fig. 4; pl. 17, figs. 7—8; pl. 18, figs. 1—3.
1953 *Limnocardium banaticum* FUCHS — STRAUSZ, pl. 12, figs. 4—5.
1990 *Limnocardium (Pannonicardium) dumicici* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER — BASCH, pp. 33, 117, pl. 11, fig. 2; pl. 12, figs. 1—3.
1990b *Pannonicardium dumicici* (GORJANOVIĆ-KRAMBERGER) — STEVANOVIĆ, p. 484, pl. 6, figs. 7—8.

A single fragment was found in locality Kötcse No. 120. *L. dumicici* is the type species of subgenus *Pannonicardium* STEVANOVIĆ, 1951. Diagnosis of the subgenus given by STEVANOVIĆ (1951, pp. 239, 331), however, seems to be rather inaccurate as features like reduction of cardinal teeth, strengthening of anterior lateral teeth, a large syphonal aperture etc. are characteristic of most large Pannonian and Pontian *Lymnocardium* species not closely related to *L. dumicici*. Thus, the designation of *L. penslii* (FUCHS) and *L. schmidti* (M. HÖRNES) as *„Pannonicardium"* seems to be unfounded.

Species group *Lymnocardium penslii* (FUCHS, 1870)

Though „typical" forms of *L. conjungens* (M. HÖRNES), *L. penslii* (FUCHS), and *L. schmidti* (M. HÖRNES) seem to be quite different, they are linked together by transitional forms.

Lymnocardium schmidti (M. HÖRNES, 1862)

1862 *Cardium Schmidti* HÖRN. — M. HÖRNES, p. 193, pl. 28, fig. 1.
1893 *Limnocardium Schmidti* M. HÖRNES — LÓRENTHEY, pp. 78, 122, 131, pl. 3, fig. 5.
1951 *Limnocardium (Pannonicardium) schmidti* M. HOERN. — STEVANOVIĆ, p. 240.
1966 *Limnocardium schmidti* M. HÖRN. — BARTHA, pl. 1, figs. 1—3.
1973 *Limnocardium (Pannonicardium) schmidti* (HÖRNES) — MARINESCU, p. 17, pl. 4, figs. 1—3.
1990 *Limnocardium (Pannonicardium) schmidti* (M. HÖRNES) — BASCH, pp. 35, 118, pl. 8, fig. 3; pl. 9, fig. 1; pl. 10, figs. 1—2.
1990b *Pannonicardium schmidti* (M. HOERNES) — STEVANOVIĆ, p. 485, pl. 6, fig. 5.

Several incomplete specimens and a great number of fragments were found in locality Kötcse No. 120. This form differs from typical *L. schmidti* in being smaller; in having a rounded rather than triangular shell outline; in having ribs triangular in cross-section only in the anterior part of the shell while other ribs are rounded or rectangular in cross-section; in having no crest between the ribbed surface and the posterior area; in having a cardinal tooth in the left valve. Morphological features of the shell display a transitional character between *L. penslii* and *L. schmidti*. (Similar transitional forms were reported by STEVANOVIĆ (1951, p. 86) from Orešac). Stratigraphic considerations suggest that this transition is of evolutionary nature.

Species group *Lymnocardium decorum* (FUCHS, 1870)

This group is rather dissimilar to other *Lymnocardium* species in having a narrow, fissure-like, posterior syphonal gap.

Lymnocardium decorum decorum (FUCHS, 1870)
Pl. 3, figs. 4—5

1902 *Limnocardium decorum* (FUCHS) — BRUSINA, pl. 27, figs. 46—48.
1951 *Limnocardium decorum* FUCHS — STEVANOVIĆ, p. 238, pl. 15, fig. 5.
1954 *Limnocardium soosi* n.sp. — BARTHA, pp. 180, 200, pl. 2, figs 1—2
1959 *Limnocardium decorum* (FUCHS) — BARTHA, p. 85, pl. 11, figs. 2—3; pl. 12, figs. 3—4.
1971 *Limnocardium decorum decorum* (FUCHS) — GILLET & MARINESCU, p. 16, pl. 4, figs. 11—20.
1990 *Limnocardium decorum* (FUCHS) — STEVANOVIĆ & ŠKERLJ, p. 157, pl. 1, fig. 5.
1990 *Lymnocardium decorum* (FUCHS) — MÜLLER, p. 572, pl. 4, figs. 7—8.

This is the most widespread *Lymnocardium* species in the Balaton region. It favoured very shallow waters, even lagoons. Usually lived together with *Theodoxus radmanesti*, *Unio*, small spinose *Melanopsis* and various pulmonates. Other cardiids were rare or absent in such assemblages.

Lymnocardium vicinum (FUCHS, 1870)
Pl. 3, fig. 3

1971 *Limnocardium decorum vicinum* (FUCHS) — GILLET & MARINESCU, p. 16, pl. 5, figs. 1—11.
1990 *Lymnocardium vicinum* (FUCHS) — MÜLLER, p. 574, pl. 5, figs.1, 2.

In Radmaneşti (GILLET & MARINESCU, 1971) this species shows all phases transitional to *L. decorum*. In the Balaton region, in the faunae of Tihany, Fonyód etc., which are probably slightly younger than the Radmaneşti one, we found no transitions between these two species. *L. vicinum* differs even in its habitat from the other species, being frequently present in assemblages with several cardiids, which probably lived in slightly deeper waters. The Kötcse specimens (Pl. 3, fig. 3) are somewhat higher and have more ribs than the Fonyód or Tihany ones.

Lymnocardium aff. *serbicum* (BRUSINA, 1902)
Pl. 4, figs. 1—2.

? 1978 *Prosodacna serbica* (BRUSINA) — STEVANOVIĆ, p. 331, pl. 7, figs. 4—6.
? 1990b *Prosodacna (Serbiella) serbica* (BRUSINA) — STEVANOVIĆ, p. 486, pl. 8, figs. 4—6.

Our specimens from Csillagó claypit layer 20.0—20.1 m differ from *L. decorum* found in lower layers of the same pit by their generally denser and narrower ribs which tend to fuse in a lot of specimens, consequently intercostae disappear. The ribs are generally higher and better delimited than in Orešac specimens of *L. serbicum*. Ribs are also slightly more numerous in Hungarian than in Serbian specimens.

Subfamily Prosodacninae ANDREESCU, 1974
Genus *Prosodacnomya* EBERSIN, 1959

We assign the species *P. dainellii* and *P. vutskitsi* to this genus after ANDREESCU (1977, p. 29) and PAVNOTESCU & ANDREESCU (1978, p. 150) though a pallial sinus is not present in them, consequently they do not fully correspond to the diagnosis of EBERSIN (1959). Though ANDREESCU (1977, p. 42) tentatively assigned *P. carbonifera* to the genus *Eupatorina*, both the Hungarian and Serbian specimens have a complete hinge apparatus and thus belong to *Prosodacnomya*. All the three forms were included into *„Prosodacna" vutskitsi* by HALAVÁTS (1903, p. 36), LÓRENTHEY (1906, p. 74) and STRAUSZ (1942a, p. 42).

Prosodacnomya carbonifera (STEVANOVIĆ, 1951)
Pl. 4, figs. 3—8.

1951 *Prosodacna carbonifera* n. sp. — STEVANOVIĆ, p. 274, pl. 8, figs. 13—14.
1978 *Prosodacna carbonifera elongata* n. ssp. — STEVANOVIĆ, p. 324, pl. 3, figs. 7—15.
1978 *Prosodacna carbonifera* STEVANOVIĆ — STEVANOVIĆ, pl. 4, figs. 1—4.
1990 *Prosodacna (Prosodacnomya) karbonifera* STEVANOVIĆ — BASCH, p. 66.

1990b *Prosodacna (Prosodacnomya?) carbonifera* STEVANOVIĆ — STEVANOVIĆ, p. 486, pl. 8, figs. 7—9.
1990b *Prosodacna (Prosodacnomya?) elongata* STEVANOVIĆ — STEVANOVIĆ, p. 486, pl. 8, figs. 10—13.

This form was found in localities Kötcse No. 120 and 121. Variations in the outline of the elliptical shells are within the same range as those of *Lymnocardium decorum*. Fusion of ribs is striking in the median part of many specimens though in this respect the population is highly diverse: there are specimens indistinguishable from *L.* aff. *serbicum*, while others are as smooth as *P. dainellii*. Most specimens strongly resemble some specimens of *Prosodacnomya rostrata* (SINZOV) from the Dacian basin (PAVNOTESCU & ANDREESCU 1978, pl. 2, fig. 10), but the hinge of Hungarian specimens is straighter while it is more curved in Dacian ones.

Prosodacnomya dainellii (BRUSINA, 1902)
Pl. 5, figs. 1—3.

1978 *Prosodacnomya dainellii dainellii* (BRUSINA) — PAVNOTESCU & ANDREESCU, p. 150, pl. 3, figs. 1—12.
1983 *Prosodacnomya dainellii dainellii* (BRUSINA) — PAPAIANOPOL, p. 82, pl. 3, figs. 3—6.
1990 *Prosodacnomya dainellii* (BRUSINA) — PAPAIANOPOL, pl. 5, fig. 5.

The specimens from Kötcse „úrilak" and railroad cut III fully correspond to topotypes from Kurd. The shell is more prosogyrate than in *P. carbonifera* and fusion of ribs is perfect.

Prosodacnomya vutskitsi (BRUSINA, 1902)
Pl. 5, figs. 4—6.

1956 *Prosodacna vutskitsi* (BRUSINA) — BARTHA, p. 523, pl. 4, figs. 12—13.
1977 *Prosodacnomya sturi vutskitsi* (BRUSINA) — ANDREESCU, p. 29.
1990 *Prosodacna (Prosodacnomya) vutskitsi* (BRUSINA) — BASCH, pp. 64, 136, pl. 23, fig. 7.

This form has a prosogyrate, high, and wide shell. Specimens from the sandy layer of Tab exhibit much thicker shells than those from a silty layer (their other traits are identical).

Family Viviparidae
Genus *Viviparus* MONTFORT, 1810

Pontian species of *Viviparus* differ strongly from their extant European counterparts in their strictly uniform color. STRAUSZ (1942b) divided Transdanubian Pontian *Viviparus* forms into three groups of which the first (*V. sadleri* group) is confined to the zone C. balatonica, while the *V. kurdensis* and *V. balatonicus* groups occur together with *„Prosodacna"* species (Prosodacnomya zone). It seems that the *V. kurdensis* group occurs together mainly with *P. dainellii*, while *V. balatonicus* occurs with *P. vutskitsi*.

It is striking that *Viviparus* is very rare in the lower part of our Kötcse section, while extremely abundant in the upper part.

Family Melanopsidae
Genus *Melanopsis* FÉRUSSAC, 1807
Species group *Melanopsis impressa* KRAUSS, 1852

In its shell structure this group differs substantially from other *Melanopsis* species. Most probably it should be assigned to another genus or even to another suprageneric taxon. *M. cylindrica* (STOLICZKA) and *Melanopsis cylindrica petrovici* (BRUSINA), in contrast to the *Viviparus* species, occur only in the lower part of the Kötcse section.

Origin and evolution of the genus *Prosodacnomya*

We interpret the gradual morphological change in specimens of the *Lymnocardium decorum* group and the genus *Prosodacnomya*, collected from increasingly younger layers of the Kötcse section, as traces of an evolutionary transition. The most conspicuous change in the course of this evolution is the gradual fusion of the radial ribs, producing a smoothening especially on the median part of the shell (Fig. 4). In *P. dainellii* and *P. vutskitsi* a trend toward a prosogyrate form can be observed. In *P. vutskitsi* the shell becomes high and the hinge is curved. Thickness of the shell, however, seems to be controlled by ecological constraints.

Why do we think that the observed change is of evolutionary rather than ecophenotypic nature?

In the Kötcse section, the acompanying fauna and sedimentology remain essentially within the same range from early to late stages of this morphological lineage, suggesting that the environment did not change substantially. In any locality, or rather, layer of the Pannonian basin, only one given form of the lineage can be found. Reports on the common occurrences of *Lymnocardium decorum* and *„Prosodacna vutskitsi"* (LÖRENTHEY, 1906, SÜMEGHY in SCHMIDT, 1939, BARTHA, 1959, SZÉLES, 1971 etc.) are either unverifiable or proved to be mistakes. A concordant stratigraphic sequence of the forms can be observed in several places in the Pannonian basin. Fig. 5 demonstrates that the pattern of the first appearance of *Prosodacnomya* is quite similar in northern Hungary and in the Balaton area. From the opposite side of the Pannonian basin (Orešac, E of Belgrade), STEVANOVIĆ (1951, pp. 78—88) reported *Lymnocardium decorum* from layer No. 2 and *„Prosodacna" serbica* from a higher layer, No. 4. Between the two layers a clay with a *Congeria rhomboidea* association is situated, evidently deposited in much deeper water than the two other layers. Therefore we cannot expect to find transitional forms in the clayey horizon. The fauna of layers No. 2 and 4 seems to be quite similar to that of Kötcse 120, suggesting a similarity both in facies and age of the two localities separated by 300 km. Consequently, the morphological change observed in the Kötcse section can be interpreted as evolution, probably synchronous over the entire Pannonian basin.

Further evolution led to *Prosodacna vodopici* (BRUSINA). This form is restricted to a small area in northern Croatia and Serbia (STEVANOVIĆ, 1990a), where the last

vestiges of the Pannonian Lake were probably located. The spatial distribution of *Lymnocardium decorum* and various *Prosodacnomya* species in Jugoslavia reveals a similar pattern than that observed in the Balaton region (Fig. 6).

Post-Pontian *Prosodacna* species also may have had their origin in genus *Prosodacnomya*. ANDREESCU (1977, p. 20, pl. 3, figs. 1—4) noted transitional forms between *Prosodacnomya sturi* and *Prosodacna longiuscula*. He regards *Prosodacnomya vutskitsi* to be a subspecies of the widespread species *P. sturi* (COBĂLCESCU). Indeed their kinship is evident from ANDREESCU's figures (1977, pls. 3—7), especially for the subspecies *P. sturi sabbae* ANDREESCU. Other authors suggest, however, that *Prosodacna* species might have originated through *Eupatorina* from an unknown Aegean cardiid (see TAKTAKISHVILI 1987, p. 143 for a summary of views). Even TAKTAKISHVILI himself admits that a Pannonian basin origin of *Prosodacna* is probable, and that the Aegean origin can hardly be substantiated. However, we cannot fit the genus *Eupatorina* (= *Pseudoprosodacna*) into the proposed evolutionary sequence. Possibly *Eupatorina* is related to *Prosodacnomya* but, according to ANDREESCU's suggestion (1977, pp. 21, 37), evolved in a different lineage. We cannot rule out a Pannonian origin for this genus either, since some specimens of *Lymnocardium decorum*, except for their more complete hinge apparatus, are surprisingly similar to *Eupatorina littoralis olteniae* (MOTAŞ) and to some related forms. Presence of *Eupatorina* in the Pannonian basin, though mentioned by STEVANOVIĆ (1961, p. 215), seems to remain doubtful.

Stratigraphy

According to data of ANDREESCU (1977, p. 24) and PAVNOTESCU & ANDREESCU (1978, p. 152) *Prosodacnomya dainellii* occurs in the Dacian basin in the Lower Pontian, while *P. sturi sabbae*, very close to *P. vutskitsi*, occurs in the Middle Pontian. Opinion of PAPAIANOPOL (1983, p. 82) differs slightly from those of the above mentioned authors, stating that *P. dainellii* occurs equally in Lower and in Middle Pontian deposits, though definitely below the occurrence of *P. sturi sabbae*. *P. rostrata*, apparently close to *P. carbonifera* from the Kötcse area, is characteristic of the Lower Pontian.

If we dismiss the extremely unlikely explanation that the evolution of *Prosodacnomya* took place in the two adjacent basins diachronously, by homeomorphy, we have a tool to parallel their stratigraphy using concordant species of this genus. The most probable explanation is that two adjacent populations evolved in the respective basins, with restricted genetic exchange during Early Pontian time, while links during Middle Pontian (Portaferrian) were tighter as documented by the emigration of a series of Pannonian Lake molluscs into the Dacian and Euxinian basins. The very nature of this link might be a temporal overflow of the Pannonian Lake, endorheic at other times, but the existence of a direct connection for a restricted period cannot be ruled out either. Nevertheless, eastward migration has been well documented for a series of species (primarily those having planktotrophic larvae), while an opposite migration, though proposed for some genera, has never been documented (TAKTAKISHVILI, 1977, p. 106).

According to the chart on Fig. 7 we propose to correlate the lower part of the Prosodacnomya zone with the Odessian of the Dacian and Euxinian basins.

Consequently, the Congeria ungulacaprae—Melanopsis pygmaea and the Congeria balatonica—Lymnocardium decorum zones are regarded as pre-Pontian, mainly or entirely coeval with the Maeotian. This view is supported by mammal stratigraphic and magnetostratigraphic evidence as well.

The C. balatonica—L. decorum zone of the Tihany-Fehérpart sequence yielded MN 11 zone rodent-teeth (Early Turolian; KORDOS 1989). Though this age is based primarily on a single species, it is rendered probable by a series of other evidence. Correlation of the Early Pontian (*sensu* STEVANOVIĆ, 1951) with the Early Turolian seems to be beyond doubt in view of a set of Austrian localities (Kohfidisch, Eichkogel). Similarly, Late Pannonian (*sensu* STEVANOVIĆ) Austrian localities yielded Late Vallesian mammals (Vösendorf and Inzersdorf, STEININGER et al., 1990, p. 31).

GABUNIA (1979, p. 416), though somewhat contradicting himself, suggests that the Early Turolian should be coeval with the Maeotian. Similarly, PEVZNER (1987, p. 170) states that „the lower boundary of the Turolian coincides with ... the Sarmatian/Maeotian boundary". KOJUMDGIEVA (1987, p. 9) also states that the Vallesian-Turolian boundary coincides with Late Sarmatian (Chersonian) events or is slightly above them. This view was further confirmed by TOPACHEVSKY et al. (1988, p. 75) who reported an MN 13 microfauna from the Odessian stratotype, Odessa. MN 13 seems to correlate with the upper part of the Prosodacnomya zone as well, evidenced by the structural position of the locality Hatvan brickyard (Late Turolian according to KORDOS, pers. comm.) (Fig. 5).

Authors investigating the Euxinian basin argue for a short duration of their Pontian, covering slightly more than a single reversed magnetic period (PEVZNER 1987, TRUBIKHIN, 1990). Whichever period this might have been, it is in contrast with the several reversals well documented in the Pontian *sensu* STEVANOVIĆ of the Pannonian basin (ELSTON et al., 1990). The Pontian of the Euxinian basin must be younger than the Congeria ungulacaprae—Melanopsis pygmaea zone of the Pannonian basin. The latter corresponds to the 5th magnetic anomaly or it is slightly younger (about 8—9 Ma B.P.; KÓKAY et al., 1991). The first appearance of *Congeria praerhomboidea* and *C. zagrabiensis* (lower boundary of Pontian *sensu* STEVANOVIĆ) is within the Congeria ungulacaprae—Melanopsis pygmaea zone.

A basalt agglomerate from Tihany, embedding a block of silt with *Prosodacnomya carbonifera*, gave a K/Ar age of about 7.5 My. By tracking magnetostratigraphic datum levels on seismic profiles, the age of *Lymnocardium decorum* in boreholes of Hajdúszoboszló was determined as 7.7 My, the age of *Prosodacnomya* aff. *dainellii* in Hajdúszovát borehole as 7.0 My (POGÁCSÁS et al., in press), and the age of *Prosodacnomya vutskitsi* in a core from Szarvas area as 6.0—6.4 My.

Controversies in stratigraphic correlation of the Pannonian, Dacian and Euxinian basins are partly due to different chronological definitions given to the term Pontian by students of different basins. Our proposal, that the Pontian of the Pannonian basin (*sensu* STEVANOVIĆ 1951) started nearly two million years earlier than the Pontian defined in the Euxinian basin (Fig. 7) can eliminate a series of disagreements.

Acknowledgements

We thank Margit Korpás-Hódi, László Kordos and György Pogácsás for making their unpublished data accessible, Andrew L.A. Johnson and Dana H. Geary for their comments on the manuscript and Andrew Staley and Miklós Müller for correcting and improving the English version.

Irodalom — References

ANDREESCU, I. (1977): Systématique des Lymnocardiidés Prosodacniformes. Sous-famille Prosodacninae. — Institut de Géologie et de Géophysique, Mémoires 26, 1—74, Bucarest.

BARTHA F. (1954): Pliocén puhatestű fauna Öcsről. (Die pliozäne Molluskenfauna von Öcs.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve (Annales Instituti Geologici Publici Hungarici) 42/3, 167—207, Budapest.

BARTHA F. (1956): A tabi pannóniai korú fauna. (Die pannonische Fauna von Tab.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve (Annales Instituti Geologici Publici Hungarici) 45/3, 481—595, Budapest.

BARTHA F. (1959): Finomrétegtani vizsgálatok a Balaton környéki felső-pannon képződményekben. (Feinstratigraphische Untersuchungen am Oberpannon der Balatongegend.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve (Annales Instituti Geologici Publici Hungarici) 48/1, 1—191, Budapest.

BARTHA F. (1966): Examen biostratigraphique des couches pannoniennes de la Montagne Mecsek. — Acta Geologica Hungarica 10, 159—194, Budapest.

BASCH, O. (1990): Cardiidae (Mollusca, Lamellibranchiata) pontskog kata u Hrvatskoj. (Cardiidae (Mollusca, Lamellibranchiata) der pontischen Stufe in Kroatien.) — Palaeontologia Jugoslavica 39, 1—158, Zagreb.

BRUSINA, S. (1902): Iconographia molluscorum fossilium in tellure tertiaria Hungariae, Croatiae, Slavoniae, Dalmatiae, Bosniae, Herzegovinae, Serbiae et Bulgariae inventorum — Zagreb (Agram).

CSÍKY G., ERDÉLYI Á., JÁMBOR Á., KÁRPÁTI-RADÓ, D. & KŐRÖSSY L. (1986): Magyarország pannóniai (s.l.) képződményei. (Pannonian (s.l.) formations in Hungary. — A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa [Map series of the Hungarian Geological Institute], Budapest.

EBERSIN, A.G. (Эберзин, А.Г)(1959): Солоноватоводные кардииды плиоцена СССР, часть III. *Prosodacna, Prionopleura* и *Pachydacna*. [Brackish water cardiids of the Pliocene of the USSR, part III. *Prosodacna, Prionopleura* and *Pachydacna*.] Труды Палеонтологического института Академии наук СССР 74, 196 p., Moscow. (In Russian)

ELSTON, D. P., LANTOS M. & HÁMOR T. (1990): Az Alföld pannóniai (s. l.) képződményeinek magnetosztratigráfiája. (Magnetostratigraphic and seismic stratigraphic correlations of Pannonian (s. l.) deposits in the Great Hungarian Plain.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1988. évről (Annual report of the Hungarian Geological Institute of 1988), 109—134, Budapest.

FISCHER, P. (1887): Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie Conchyliologique ou Histoire Naturelle de Mollusques vivants et fossiles — Paris.

GABUNIA, L. K. (1979): Biostratigraphic correlations between the Neogene land mammal faunas of the East and Central Paratethys. — Annales Géologiques des Pays Helléniques, hors série 1, 413—423, Athènes.

GEARY, D. H. (1990): Patterns of evolutionary tempo and mode in the radiation of *Melanopsis* (Gastropoda; Melanopsidae). — Paleobiology 16/4, 492—511, Ithaca, N.Y.

GILLET, S. & MARINESCU, F. (1971): La faune malacologique pontienne de Radmanești (Banat Roumain). — Institut Géologique, Mémoires 15, 1—78, Bucarest.

GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, K. (1899): Die Fauna der oberpontischen Bildungen von Podgradje und Vizanovec in Kroatien. — Jahrbuch der kaiserlich-königlichen Geologischen Reichsanstalt 49/2, 235—246, Wien.

GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, K. (1902): Über Budmania Brus. und andere oberpontische Limnocardien Kroatiens. — Sitzungsbericht der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathematische-naturwissenschaftliche Classe 111, 3—21, Wien.

HALAVÁTS GY. (1902): A balatonmelléki pontusi korú rétegek faunája. — *In* A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei 1/1, Őslénytani függelék 4/2, 1—74, Budapest.

HALAVÁTS, J. (1903): Die Fauna der pontischen Schichten der Umgebung des Balatonsees. [translation of Halaváts, 1902] — *In* Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees 1/1, Paläontologischen Anhang 4/2, 1—80, Hölzel, Wien.

HÖRNES, M. (1862): Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien. — Abhandlungen der kaiserlich-königlichen Geologischen Reichsanstalt, 3, 1—430, Wien.

JÁMBOR Á. (1980): A Dunántúli-középhegység pannóniai képződményei. (Pannonian in the Transdanubian Central Mountains). — A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve (Annales Instituti Geologici Publici Hungarici) 62, 1—259, Budapest.

KÁZMÉR M. (1990): Birth, life and death of the Pannonian Lake. — Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 79, 171—188, Amsterdam.

KOJUMDGIEVA, E. (1987): Evolution géodynamique du bassin Egéen pendant le Miocène supérieur et ses relations à la Paratéthys Orientale. — Geologica Balcanica 17/1, 3—14, Sofia.

KÓKAY J., HÁMOR T., LANTOS M. & MÜLLER P. (1991): A Berhida-3 sz. fúrás paleomágneses és földtani vizsgálata. (The paleomagnetic and geological study of borehole section Berhida-3.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1989. évről (Annual Report of the Hungarian Geological Institute of 1989) 45—63, Budapest.

KORDOS L. (1989): Anomalomyidae maradványok (Mammalia, Rodentia) a magyarországi neogén képződményekből. (Anomalomyidae (Mammalia, Rodentia) remains from the Neogene of Hungary.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1987. évről (Annual Report of the Hungarian Geological Institute of 1987), 293—311, Budapest.

KORPÁS-HÓDI M. (1983): A Dunántúli-középhegység északi előtere pannóniai mollusca faunájának paleoökológiai és biosztratigráfiai vizsgálata. (Palaeoecology and biostratigraphy of the Pannonian mollusca fauna in the northern foreland of the Transdanubian Central Range.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve (Annales Instituti Geologici Publici Hungarici) 66, 1—141, Budapest.

KORPÁS-HÓDI M. (1987): A magyarországi fiatal neogén képződmények korrelációs lehetőségei. (Korrelationsmöglichkeit der jungen Neogenbildungen Ungarns.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve (Annales Instituti Geologici Publici Hungarici) 69, 435—452, Budapest.

LÓCZY L. (1913): A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. — *In* A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei 1/1/1, 617 p., Budapest.

LÓCZY, L. (1916): Die geologischen Formationen der Balatongegend und ihre regionale Tektonik. — *In* Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees, 1/1/1, 716 p., Hölzel, Wien.

LŐRENTHEY I. (1893): A szegzárdi, nagy-mányoki és árpádi felső-pontusi lerakodások és faunájok. — A magyar királyi Földtani Intézet Évkönyve 10/4, 65—142, Budapest.

LŐRENTHEY I. (1905): Adatok a Balaton melléki pannóniai korú rétegek faunájához és stratigrafiai helyzetéhez. - *In* A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei 1/1, Őslénytani függelék 4/3, 1—193, Budapest.

LŐRENTHEY, I. (1906): Beiträge zur Fauna und stratigraphischen Lage des pannonischen Schichten in der Umgebung des Balatonsees. [translation of Lőrenthey, 1905] — *In* Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees 1/1, Paläontologischen Anhang 4/3, 1—215, Wien.

MARINESCU, F. (1973): Les mollusques pontiens de Tirol (Banat Roumain). — Institut Géologique, Mémoires 18, 1—56, Bucarest.

MÜLLER P. (1990): Revised and other species of malacofauna from Tihany (Fehérpart) in Hungary. — *In* STEVANOVIĆ, P., NEVESSKAJA, L.A., MARINESCU, FL., SOKAČ, A., JÁMBOR, Á. (eds.): Chronostratigraphie und Neostratotypen. Neogen der Westlichen („Zentrale") Paratethys 8, Pontien, 558—581, JAZU—SANU, Zagreb—Beograd.

PAPAIANOPOL, I. (1983): Le genre *Dacicardium* dans le Pontien moyen (Portaferrien) du Bassin Dacique. — Revue Roumaine de Géologie, Géophysique et Géographie, Géologie 27, 75—85, Bucureşti.

PAPAIANOPOL, I. (1990): Considérations sur les mollusques pontiens en Roumanie — *In* STEVANOVIĆ, P. NEVESSKAJA, L.A., MARINESCU, FL., SOKAČ, A., JÁMBOR, Á. (eds.): Chronostratigraphie und Neostratotypen, Neogen der Westlichen („Zentrale") Paratethys 8, Pontien, 582—617, JAZU—SANU, Zagreb—Beograd.

PAPP, A., JÁMBOR, Á., STEININGER, F.F. (eds.) (1985): Chronostratigraphie und Neostratotypen, Miozän der Zentralen Paratethys 7, Pannonien. Akadémiai Kiadó, Budapest, 636 p.

PAVNOTESCU, V. & ANDREESCU, I. (1978): Asupra unor Prosodacnine din Pontianul de la Boteni (jud. Argeş). (Sur quelques Prosodacnines du Pontien de Boteni (Département d'Arges).) — Studii şi Cercetari de Geologie, Geofizică, Geografie; Geologie 23/1, 143—155, Bucureşti.

PEVZNER, M. A. (1987): The Pontian of the Eastern Paratethys: its duration and position in the magnetochronological scale. — Annales Instituti Geologici Publici Hungarici 70, 170—171, Budapest.

POGÁCSÁS GY., MÜLLER P. & MAGYAR I. (1990): Seismo- and biostratigraphy of Late Neogene deposits in Hungary. — 9th Congress of the Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy (RCMNS), Barcelona. Abstracts, 271—272, Sabadell.

SCHMIDT E. R. (1939): A kincstár csonkamagyarországi szénhidrogénkutató mélyfúrásai. (Die rumpfungarischen Scharftiefbohrungen des Ärars nach Kohlenwasserstoffen.) — A magyar királyi Földtani Intézet Évkönyve (Jahrbuch der königlichen ungarischen Geologischen Anstalt) 34, 1—267, Budapest.

STEININGER, F., BERNOR, R.L. & FAHLBUSCH, V. (1990): European Neogene marine/continental chronologic relations. — In: LINDSAY, E. H., FAHLBUSCH, V. & MEIN, P. (eds.): European Neogene Mammal Chronology, Plenum Press, New York, pp. 15—46.

STEVANOVIĆ, P. M. (1951): Pontische Stufe im engeren sinne — Obere Congerienschichten Serbiens und der angrenzenden Gebiete. — Serbische Akademie der Wissenschaften, Sonderausgabe 187, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse No. 2, 1—351, Beograd.

STEVANOVIĆ, P. M. (1961): Pontische Fauna mit *Limnocardium petersi* bei Kadar an der Save (Nordbosnien). — Annales Géologiques de la Péninsule Balkanique 28, 177—216, Beograd.

STEVANOVIĆ, P. M. (1978): Neue pannon-pontische Molluskenarten aus Serbien. — Annales Géologiques de la Péninsule Balkanique 42, 315—344, Beograd.

STEVANOVIĆ, P. M. (1990a): Pontien nördlich von der Sava und Dunau, in Syrmien, Bačka und Banat. — *In* STEVANOVIĆ, P., NEVESSKAJA, L.A., MARINESCU, FL., SOKAČ, A. & JÁMBOR, Á. (eds.): Chronostratigraphie und Neostratotypen, Neogen der Westlichen („Zentrale") Paratethys 8, Pontien, 195—212, Zagreb—Beograd.

STEVANOVIĆ, P. M. (1990b): Die pontische halbbrackische Molluskenfauna aus Serbien und Bosnien. — *In* STEVANOVIĆ, P.M., NEVESSKAJA, L.A., MARINESCU, FL., SOKAČ, A. & JÁMBOR, Á. (eds.): Chronostratigraphie und Neostratotypen, Neogen der Westlichen („Zentrale") Paratethys 8, Pontien, 462—537, Zagreb—Beograd.

STEVANOVIĆ, P. M., NEVESSKAJA, L.A., MARINESCU, FL., SOKAČ, A. & JÁMBOR, Á. (eds.) (1990): Chronostratigraphie und Neostratotypen, Neogen der Westlichen („Zentrale") Paratethys 8, Pontien, JAZU and SANU, Zagreb—Beograd, 952 p.

STEVANOVIĆ, P.M. & SKERLJ, Z. (1990): The Pontian sediments in Slovenia. — *In* STEVANOVIĆ, P.M., NEVESSKAJA, L.A., MARINESCU, FL., SOKAČ, A. & JÁMBOR, Á. (eds.): Chronostratigraphie und Neostratotypen, Neogen der Westlichen („Zentrale") Paratethys 8, Pontien, 153-179, Zagreb—Beograd.

STRAUSZ L. (1942a): Das Pannon des mittleren Westungarns. — Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici, pars Mineralogica. Geologica et Palaeontologica 5, 1—102, Budapest.

STRAUSZ L. (1942b): *Viviparus*ok a Dunántúl középső részének pannóniai kori rétegeiből. (Viviparen aus dem Pannon Mittel-Transdanubiens.) — A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve (Jahrbuch der königlichen ungarischen geologischen Anstalt) 36, 1—63, Budapest.

STRAUSZ L. (1953): Felső-pannóniai ősmaradványok Pécs környékéről. (Oberpannon-Versteinerungen aus der Umgebung von Fünfkirchen.) — Földtani Közlöny 83, 165—168, Budapest.

STRAUSZ L. (1971): A pannóniai emelet (pliocén). (Über die pannonische Stufe (Pliozän).) — Földtani Közlöny 101, 114—119, Budapest.

SZÉLES M. (1971): A Nagyalföld medencebeli pannon képződményei. [Intra-basinal Pannonian formations of the Great Plain.] — *In* GÓCZÁN F. & BENKŐ J. (szerk.): A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai [Studies on Pannonian formations of Hungary.] Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 253—344. (In Hungarian)

SZENTES F. (1943): Aszód távolabbi környékének földtani viszonyai. (Die weitere Umgebung von Aszód.) — Magyar tájak földtani leírása (Geologische Beschreibung ungarischer Landschaften) 4, 70 p., Budapest.

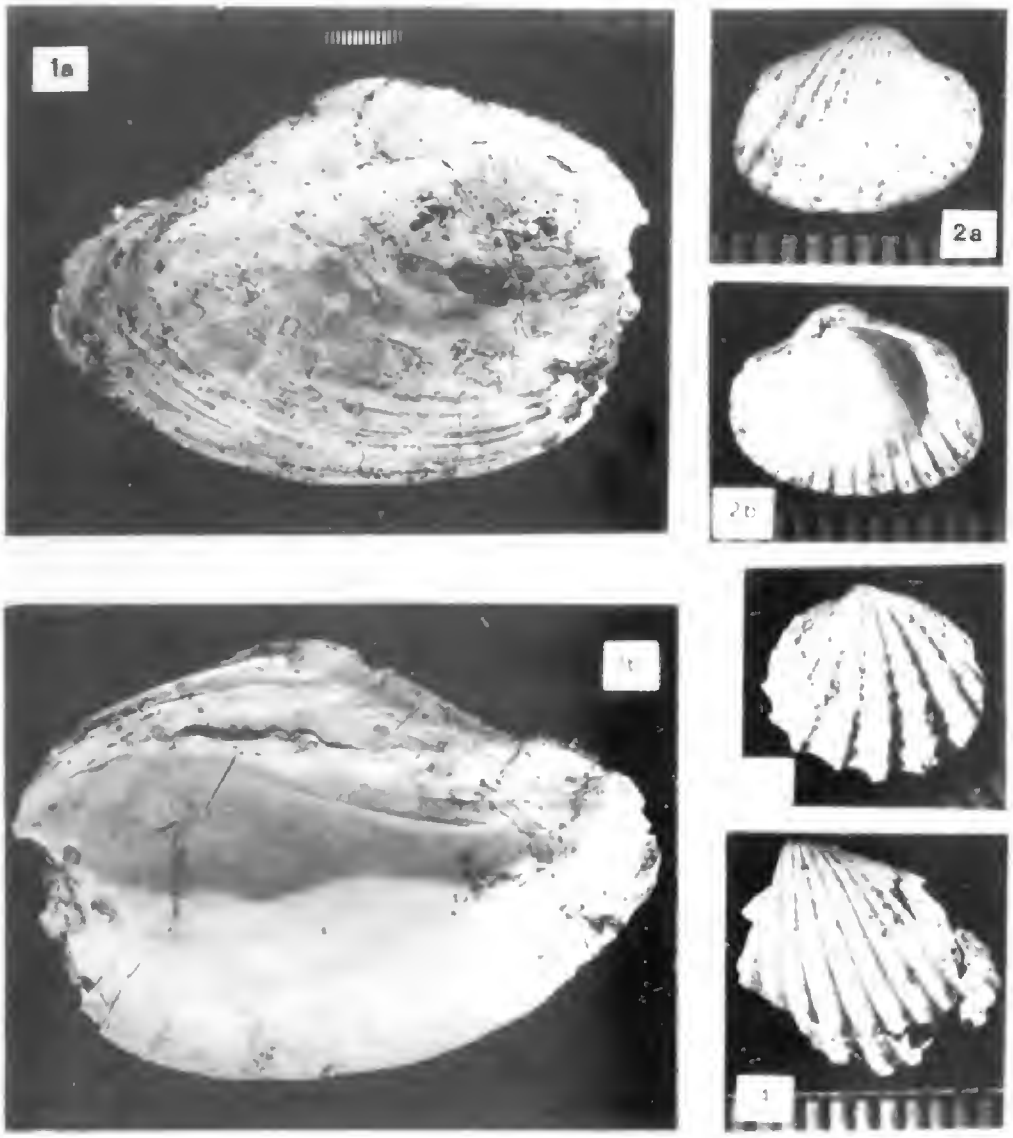
ТАКТАКІSHVILI, I. G. (Тактакишвили, И.Г.)(1987): Систематика и филогения плиоценовых кардиид Паратетиса. [Systematics and phylogeny of Pliocene cardiids of the Paratethys.] Мецниереба, Тбилиси, 247 p.

TOPACHEVSKY, V.A., CHEPALYGA, A.L., NESIN, V.A., REKOVETS, L.I. & TOPACHEVSKY, I.V. (1988): Microtheriofauna (Insectivora, Lagomorpha, Rodentia) of Pontian lectostratotype. — Доповіді академії наук Украінскої РСР, серія Б 1988/4, 73—76 [in Ukrainian]

TRUBIKHIN, V. M. (1990): Paleomagnetic data for the Pontian. - *In* STEVANOVIĆ, P.M. NEVESSKAJA, L.A., MARINESCU, FL., SOKAČ, A. & JÁMBOR, Á. (eds.): Chronostratigraphie und Neostratotypen, Neogen der Westlichen („Zentrale") Paratethys 8, Pontien, 76—79, Zagreb—Beograd.

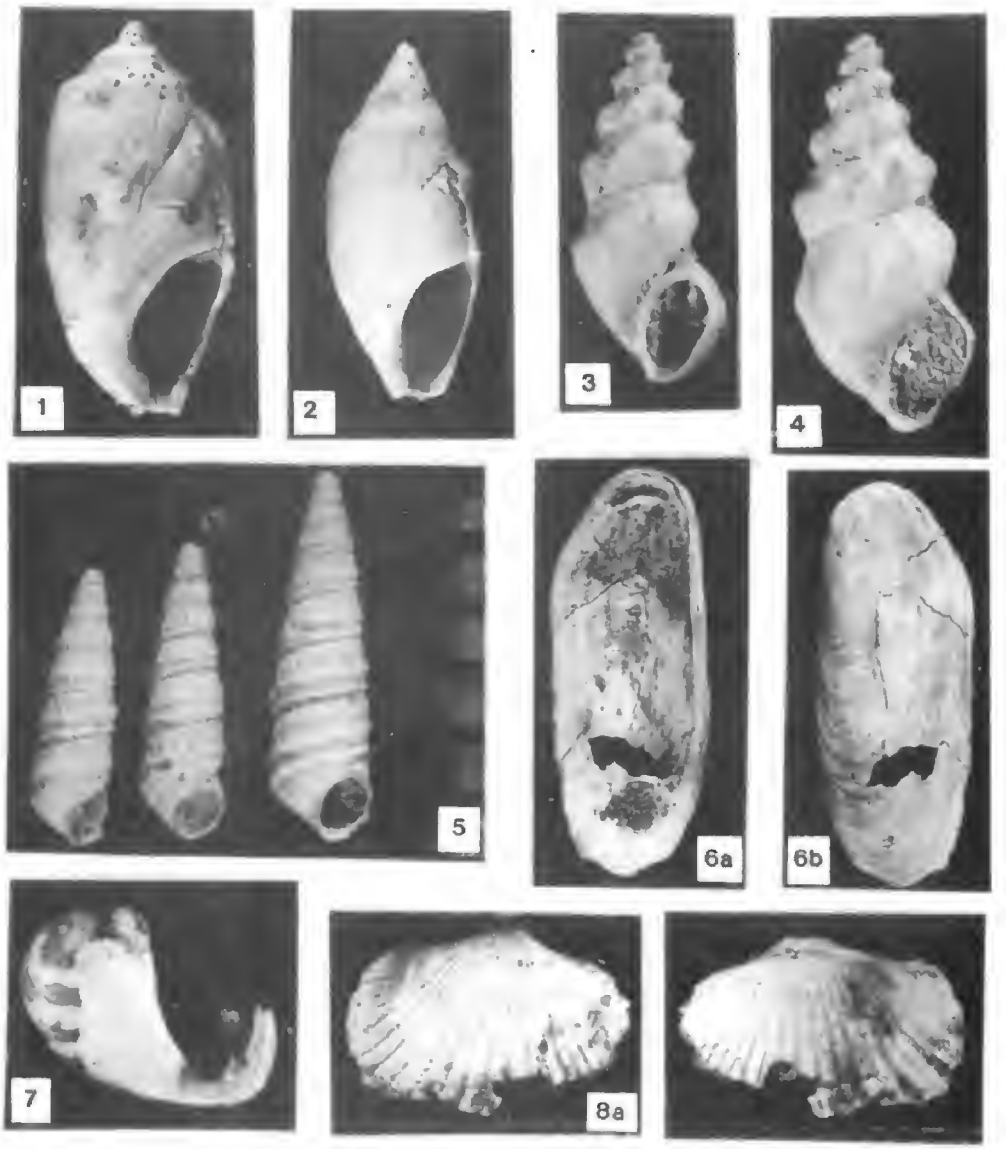
MÜLLER Pál, Magyar Állami Földtani Intézet, H—1442 Budapest, Pf. 106.
MAGYAR Imre, MOL Rt., H—1311 Budapest, Pf. 43.

A kézirat beérkezett: 1991. július 24.
Átdolgozva: 1991. szeptember 21.



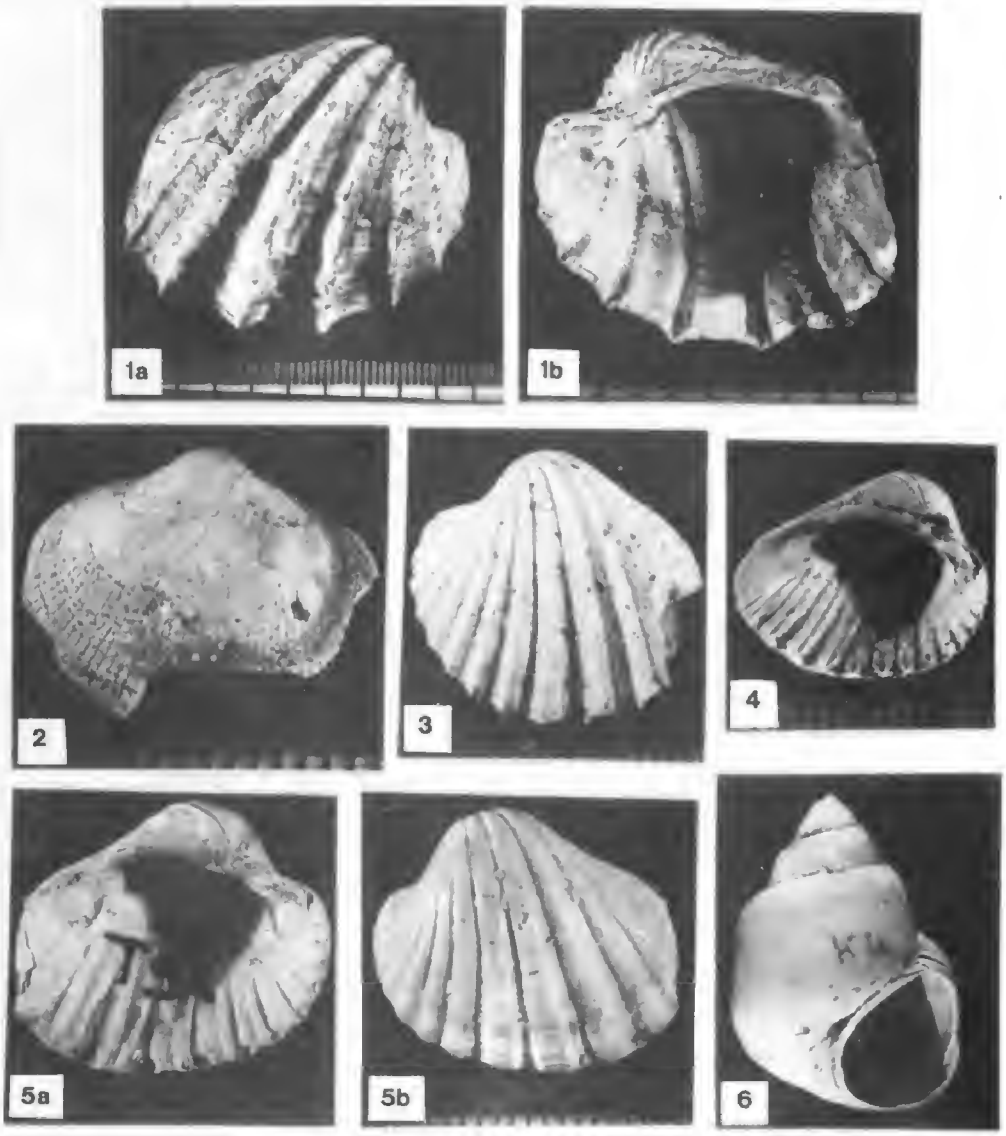
1. tábla. *Plate 1*

Fig. 1. *Anodonta rothi* LŐRENTHEY (Kötcse 120) x0,7
Fig. 2. *Lymnocardium* ?n. sp. aff. *vicinum* (FUCHS) (Kötcse 120) x3
Fig. 3. *Lymnocardium scabriusculum* (FUCHS) (Kötcse 120) x3
Fig. 4. *„Lymnocardium" wurmbi* (LŐRENTHEY) (Kötcse 120) x



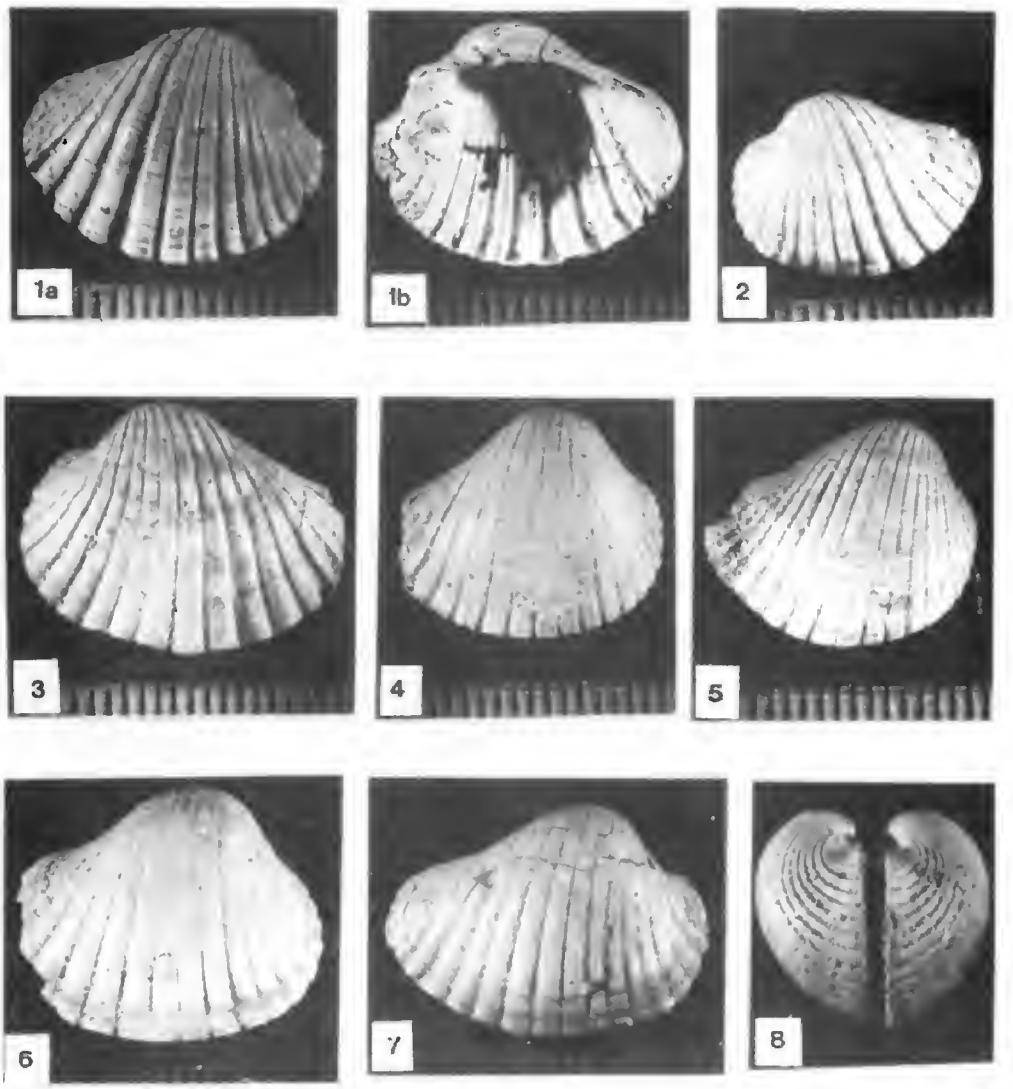
2. tábla. *Plate 2*

Fig. 1. *Melanopsis cylindrica cylindrica* (STOLICZKA) (Csillagó 7.05 m) x2
Fig. 2. *Melanopsis cylindrica petrovici* (BRUSINA) (Kötcse 121) x2
Figs. 3, 4. *Goniochylus* n. sp. ex aff. *schwabenaui* (FUCHS) (railroad cut III) x8
Fig. 5. *Micromelania monilifera* BRUSINA (Kötcse 120) x8
Fig. 6. *Dreissenomya unioides* FUCHS (Kötcse úrilak) x1.5
Fig. 7. *Theodoxus* aff. *millepunctatus* (BRUSINA) (Kötcse 120) x6
Fig. 8. *Parvidacna* ?n. sp. (Kötcse 120) x3



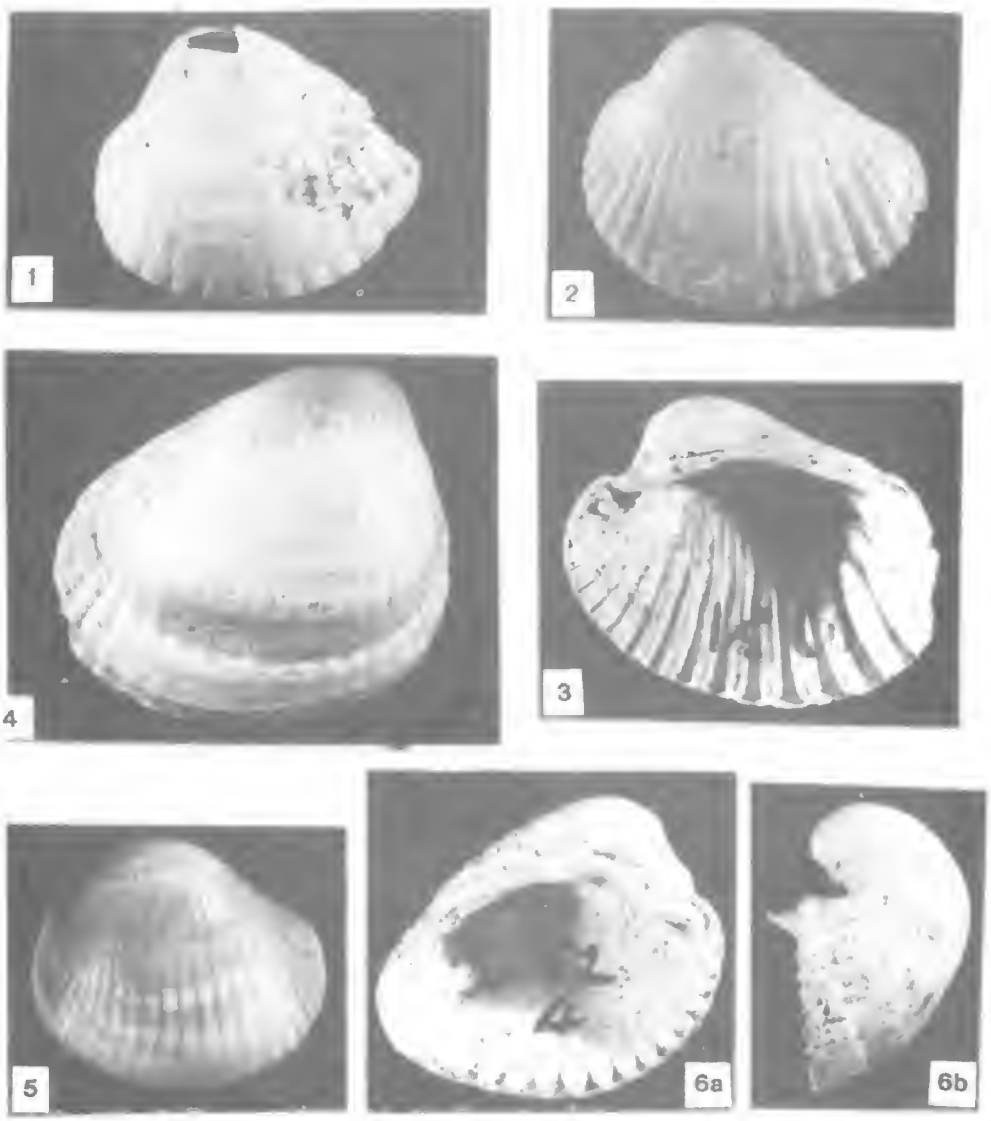
3. tábla. *Plate 3*

Fig. 1. *Lymnocardium parazujovici* STEVANOVIČ (Kötcse 120) x1
Fig. 2. *„Pontalmyra"* aff. *otiophora* (BRUSINA) (Kötcse 120) x3
Fig. 3. *Lymnocardium vicinum* (FUCHS) (Kötcse 120) x2
Figs. 4, 5. *Lymnocardium decorum* (FUCHS) (Csillagó 9.2 m) x2
Fig. 6. *Viviparus kurdensis* LŐRENTHEY (Kötcse úrilak) x1.5



4. tábla. *Plate 4*

Figs. 1,2 *Lymnocardium* aff. *serbicum* (BRUSINA) (Csillagó 20.0 m) x2
Figs. 3-8. *Prosodacnomya carbonifera* (STEVANOVIĆ) (Kötcse 121) x2 (Fig. 8: x2.5)



5. tábla. *Plate 5*

Fig. 1. *Prosodacnomya dainellii* (BRUSINA) (railroad cut III) x2
Figs. 2, 3 *Prosodacnomya dainellii* (BRUSINA) (Kötcse úrilak) x2
Figs. 4-6. *Prosodacnomya vutskitsi* (BRUSINA) (Tab) x2

Földtani Közlöny 122/1, 39—50 (1992) Budapest

Az erdőbényei antimonitról

On the stibnite from Erdőbénye (Tokaj Mts., Hungary)

PAPP Gábor

(4 ábrával, 1 táblázattal és 2 fényképtáblával)

Összefoglalás

A SZABÓ József (1870) által leírt erdőbényei (Tokaji-hg.) antimonit lelőhelye a Sás-patak völgyében valószínűsíthető; az érces ér opálos limnokvarcitban húzódott. A típuspéldány vizsgálata során a két szélén antimonokkerré (sztibikonittá?) állott antimonitérben nagy mennyiségű pirit framboidot sikerült kimutatni. Az antimonittűk kalcedonba ágyazódnak. Az erdőbényei antimonit a rátkaival párhuzamosítható epitermás Sb(—As—Hg)-indikáció.

Summary

The stibnite from Erdőbénye (Tokaj Mts.) was originally described by SZABÓ (1870). The nonrecurring find and the brevity of SZABÓ's report caused some uncertainty in the evaluation of this occurence. The valley of Sás creek is the probable locality (Fig. 1) as geological and topographical data suggest, in accordance with SZABÓ's report.

The hand specimen in the Eötvös University Collection (No. A 534) is a palm-sized symmetrical stibnite vein of 1—2 cm thickness (Fig 2). On both sides, opal remains are found. Silica also infiltrated stibnite, but in the form of chalcedony (Plate I, Fig. 2). Th stibnite vein is rimmed by antimony ocher, probably stibiconite (Plate I, Fig.1). The ocher cover is less than 1 mm thick, but is detectable in the outer opal remains as well (Fig. 3). Stibnite shows concentrical-radial banded texture in polished section (Plate I, Fig. 3). The proportion of the stibnite to the silica matrix decreases toward the centre of the vein (Plate I, Fig. 4).

The „core" of the stibnite aggregates is surrounded by two concentric strings of golden yellow grains with circular cross section (Plate II, Fig. 1). These spheres are pyrite framboids of 2-30 μm in diameter (Fig. 4). They consist of idiomorphic pyrite crystals ranging 0.25 to 3 μm (Plate II, Figs. 2—4).

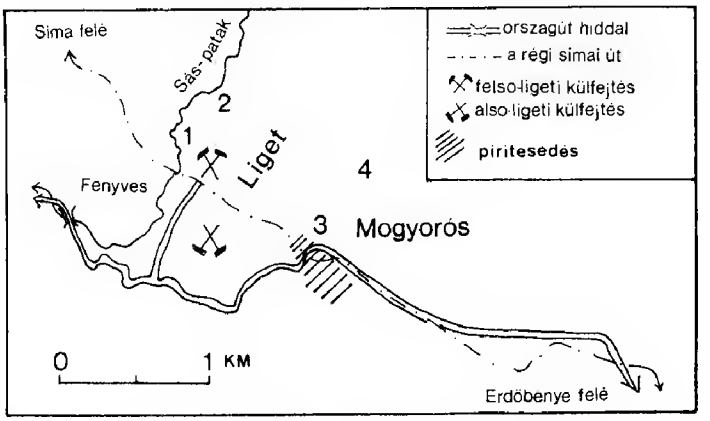
The stibnite from Erdőbénye (as well as that from Rátka, 8 km SW) occurs in the quartzite of a Late Sarmatian—Early Pannonian limnic sequence, indicating post-volcanic effects. Their geological setting and trace element distribution (Table I) suggest that these stibnites belong to the epithermal Sb(—As—Hg)-type occurences

Key words: stibnite, mineralogy, Tokaj Mts., Hungary.

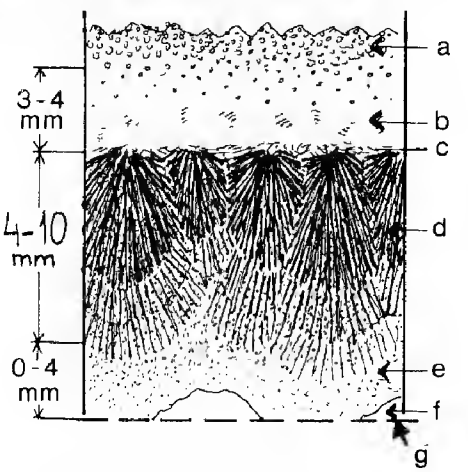
Előzmények

Az erdőbényei antimonitot SZABÓ József a Magyarhoni Földtani Társulat 1868. december 23-i szakülésén szóban, majd 1870-ben nyomtatásban is ismertette. KOCH Sándor monográfiájában (1966) megkérdőjelezve közölte az adatot, amely a második kiadásban (1985) is így szerepel (a könyv végén közölt fajmutatóból ki is maradt).

Bár TÓTH M. (1882) az akkori Magyarország ásványait felsoroló könyvében csak a kolozsvári egyetem gyűjteményéből említette, a vitatott erdőbényei antimonit



1. ábra. Az erdőbényei Liget környékének térképvázlata. 1: feltételezett lelőhely, 2: a lelőhely ERDŐDI (1985) szerint, 3: antimonit limnokvarcit törmelékben, 4: antimonit szálban álló limnokvarcitban.
Fig. 1. Sketch map of the „Liget" locality at Erdőbénye. 1: supposed locality, 2: locality after ERDŐDI (1985), 3: stibnite in limnoquartzite debris, 4: stibnite in in situ limnoquartzite.



2. ábra. Az antimonit ér felének idealizált keresztmetszete. a: „szemcsés opál", b: „üveges opál", c: antimonokker, d: antimonit és sötét kalcedon, e: világos kalcedon, f: üreg, g: „szimmetriasík".
Fig. 2. Idealized cross section through one half of the stibnite veinlet. a: „granular opal", b: „glassy opal", c: antimony ocher, d: stibnite and dark chalcedony, e: light-coloured chalcedony, f: cavity, g: „symmetry plane".

megtalálható az ELTE Ásványtani Tanszékén is; a példányt maga SZABÓ ajándékozta 1868-ban a gyűjteménynek (leltári szám: Fiókgyűjtemény 82, ill. A 513).

A lelőhely kérdése

SZABÓ — 1870-es ismertetése alapján — Erdőbényétől ÉNy-ra „az úgynevezett Ligeten, a simai úttól jobbra, a patak medrében [lévő] quarcz-malomkőbányák" közül a legalsóban (XV. jegyzetfüzete szerint növénymaradványmentes hidrokvarcitban húzódó) 2—3 hüvelykes (5—7 cm-es) opál ér közepén találta az antimonitot. Az említett bánya minden bizonnyal az 1864-ben is már meglátogatott, a XI. jegyzetfüzetben „Sáspataki hydroquarcitbánya (Kovásdomb)" néven szereplő malomkőfejtő volt (ld. SZABÓ, 1866 is).

A jegyzetfüzet szerint a bánya kovásodott „tajtkőconglomerátot" (alighanem riolittufát) és limnokvarcitot tárt föl, így az andezittufa említése (KOCH, 1966, 1985) téves. Újabb antimonitlelet a területen tudomásom szerint a későbbi térképezések és bányászati tevékenység során nem került elő.

Egy előzetes jelentés (PAPP, 1985) nyomán a Miskolci Ásványbarát Kör tagjai kísérletet tettek a lelőhely felkutatására. Az általuk megtalált felhagyott kőfejtőben nem sikerült antimonitra bukkanni (ERDŐDI 1985). Az 1986-ban JÁNOSI M. és SZAKÁLL S. segítségével végzett terepbejárás során sem leltük meg az ásványt, a lelőhely kérdésében azonban más feltételezésre jutottunk (1. ábra). ENDES (1988) a Liget és a Mogyorós közti vízfolyás medrében heverő limnokvarcit görgetegekben bukkant antimonitra és antimonokkerre, majd SZAKÁLL S. e patakmederben följebb megtalálta az ásványtársulást a szálkőzetben is. Az antimonit tehát Erdőbénye környékén több ponton is előfordul a limnikus összlet MÁTYÁS (1979) által „opálos limnokvarcit" néven említett képződményeiben.

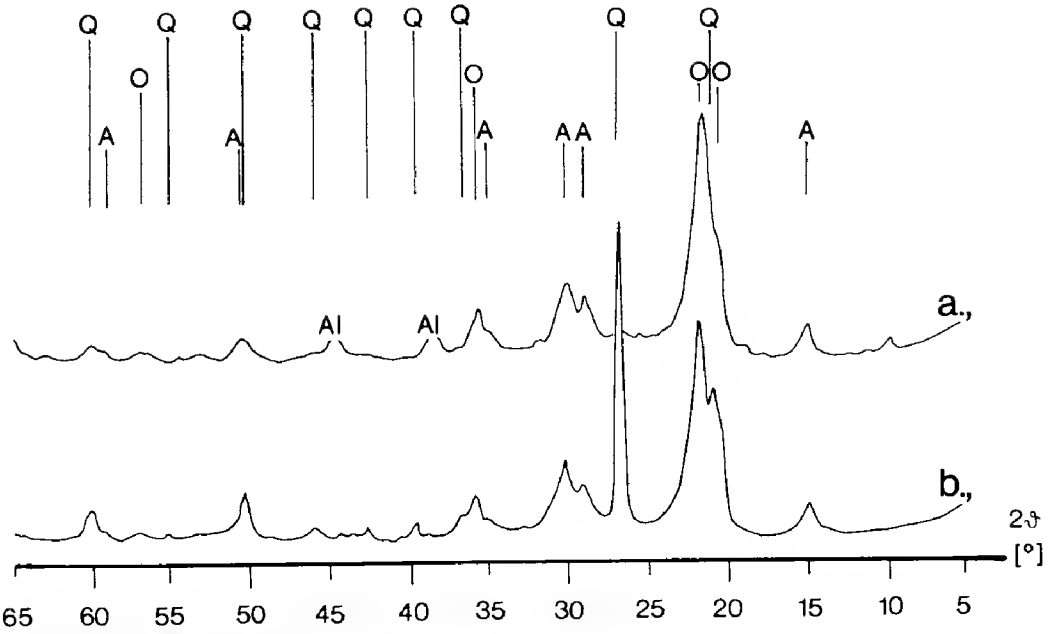
A sás-pataki antimonit típuspéldánya

A meglévő kézipéldány tenyérnyi, 1—2 cm vastag, szimmetrikus antimonitér, két oldalán a SZABÓ által említett „opál-ér" maradványaival (2. ábra a, b).

Az „opál-ér"

Legfeljebb fél cm vastagságban maradt meg. Fehéressárga-okkersárga színű, külső része porózus, szemcsés, a belső sima törésfelületű.

A szemcsés anyag röntgendiffraktogramján (3a ábra) a diffúz csúcsok uralkodnak. Egy részük valóban az opálhoz (O) tartozik. Az ilyen típusú anyagokban a két dimenzióban rendezett szilikát „rétegek" a harmadik irányban rendezetlenül sorakoznak, összekapcsolódásuk módja hosszabb távon nem állandó (TAKÁCS, 1982). Így a diffraktogramon csak az adott rendezetlenség mellett is állandó rácstávolságok jelennek meg: a szilikát „rétegekben" egy síkban fekvő (bazális) oxigének távolsága, kb. 4,3 és 2,5 Å; a „rétegek" egymástól való távolsága, kb 4,1 Å. A kvarcnak csak legnagyobb csúcsa sejthető a felvételen.



3. ábra. Az antimonitot tartalmazó „opál-ér" anyagáról készült röntgendiffraktogramok. a: az antimonittól távolabbi, szemcsés törésű rész, b: az antimonithoz közeli, sima törésű rész. Q = kvarc, O = opál, A = antimonokker (sztibikonit?), Al = mintatartó (CuK_α sugárzás, grafit monokromátor, 41 kV, 30 mA). A felvételek az ELTE Ásványtani tanszékén készültek.

Fig. 3. X-ray powder diffraction patterns of the „opal-vein" consisting the stibnite vein. a: material with granular fracture, farther from the stibnite, b: material with smooth fracture, close to the stibnite. Q = quartz, O = opal, A = antimony ochre (stibiconite?), Al = sample holder (CuK_α radiation, graphite monochromator, 41 kV, 30 mA). Patterns were registrated at the Department of Mineralogy, Eötvös University, Budapest.

A másik reflexiócsoportba az 5,9, 3,08, 2,96, 2,56, 1,81 és 1,54 Å-ös értékek tartoznak (A), amelyek valamelyik antimonokkerhez rendelhetők. (Ezt a röntgenszínképen — a kevés arzén mellett — jelentkező nagy antimontartalom is alátámasztja.) A szóbajöhető ásványok közül a sztibikonit adatai (JCPDS 10-388) állnak a tapasztaltakhoz legközelebb, de a reflexiók mennyisége és minősége nem elegendő a pontos meghatározáshoz.

Az antimonithoz közeli, sima törésfelületű belső rész röntgendiffraktogramja (3b ábra) és színképe az előzőéhez igen hasonló, az egyedüli, de lényeges különbség a nagy mennyiségű kvarc jelentkezése (Q).

Az utóbbi (a 2. ábrán b jelű) részből készült vékonycsiszolat megvilágítja az ásványos összetétel eltérésének a kapcsolatát a megjelenésbeli különbségekkel. A koncentrikus-héjas felépítésű, izotróp opál üreges vázat alkot, melynek hézagait sugaras kalcedon tölti ki. Így opál + kvarc ásványos összetétel mellett sima törésfelületet tapasztalunk. Kívül a kalcedon kitöltés nyilván hiányzik, az opál anyagú üreges váz szemcsés törésfelületet eredményez.

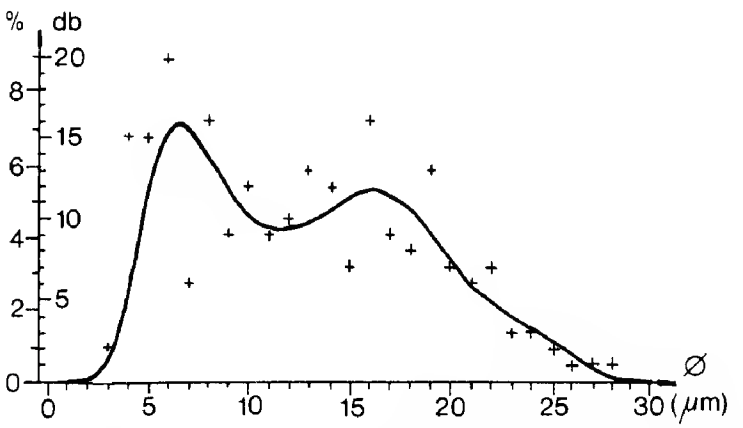
Az antimonitér

Az antimoniteret két oldalán vékony kéregként borítja a korábban már említett antimonokker (2. ábra c). A felületi csiszolaton fehér színű, mm-nél rövidebb, vékony tűk alkotta sugaras halmazok — antimonit utáni álalak — formájában észlelhető. Vékonycsiszolatban színtelen, igen finomszálas, izotróp (I. tábla, 1. ábra).

Magát az antimonitot (2. ábra d) megjelenésére nézve legjobban SZABÓ szavaival jellemezhetjük: az „opál-ér közepén egy fekete sugaros fém-ásvány jön elő, mely első pillanatra valami mangánásványra emlékeztet... Egy két ponton az ellennövő sugarak már érintkezésbe jöttek fejeikkel, míg másutt megszűnt az antimonit-anyag beszivárgása s a még kitöltetlen űrbe újból kovasavhydrát jutott, úgy hogy ezt látjuk helyenként mint választót a két ellenkező oldalról krystályosodott antimonréteg között... Az opálanyag általában átjárta az Antimonitot..."

E leírást csak abban kell kiigazítanunk, hogy a röntgendiffraktogramból ítélve a kovásító anyag nem opál, hanem kvarc, mely a vékonycsiszolatok alapján kalcedon formájában jelenik meg. (A kalcedont SZABÓ is említi, mint az opált bevonó utolsó kiválási terméket.) A szabálytalanul összefogazódó szferulitos szemcsék mérete az antimonitos szegélytől az ér középvonala felé haladva gyorsan csökken. A két oldalról növekedett kalcedonréteg között szabadon maradt néhány üregben nagyobb átmérőjű kalcedonszferulitok, másutt tömlőszerű opálkiválások találhatók (I. tábla, 2. ábra), illetve a rés kitöltetlen maradt (2. ábra f, g).

A felületi csiszolaton jól látható az antimonit kéreg koncentrikus-sugaras felépítése. Az érces ér szövete ritmikus kiválásról tanúskodik (I. tábla, 3. ábra). A tömör magtól legtávolabb már csak 1—3 μm széles tűk találhatók a kalcedon meddőbe ágyazódva (I. tábla, 4. ábra). A „magot" két koncentrikus sávban apró, sárga színű gömböcskék szegélyezik (II. tábla, 1. ábra). Erősebb nagyításnál kitűnik, hogy a gömbök valójában idiomorf pirit kristálykákból álló halmazok (II. tábla, 2. ábra). A szöveti kép egyértelműen az ún. framboidális piritével egyezik meg (II. tábla, 3—4. ábra).



4.ábra. A pirit framboidok közepes átmérőjének eloszlása 223 mérés alapján. (Számítógéppel illesztett görbe.)
Fig. 4. Size distribution of the mean diameter of pyrite framboids based on 223 measurings (computer-fitted curve).

LOVE & AMSTUTZ (1966) szerint a pirit framboidok átmérője általában 1—100 μm között mozog, de ezen belül az alsó határhoz közeli értékek a gyakoriak. Az erdőbényei framboidok átmérője 2—30 μm (4. ábra). A framboidokat felépítő egyedi pirit kristálykák az előbbi szerzők szerint általában a 0,25—3 μm mérettartományba esnek, ez az érték esetünkben 0,3—4 μm.

Földtani analógiák

Az Eperjes—Tokaji-hegységből máshonnan is leírtak antimonit + SiO_2 ásványtársulást: pl. Dubník, Aranybánya (Zlatá Baňa) és Telkibánya. SZABÓ (1870) a vörösvágásival (Červenica) rokonította az erdőbényei leletet.

Az egyetemi gyűjteményben lévő (F 958 számú) vörösvágási antimonit valóban feltűnően hasonló megjelenésű: rendkívül finom, sugarasan elhelyezkedő kristálytűk alkotta bevonat, amelyet a kovaanyag ez esetben is nemcsak teljesen átitat, hanem el is fed. A gömbös, fürtös felszínű anyag vizsgálatunk szerint röntgenamorf opál. (Az ásványegyüttest SZABÓ 1876-ban ismertette, részletesebben FOULLON jellemezte 1884-ben.)

Valamennyi fönt említett antimonitelőfordulás a felsőmiocén neutrális és savanyú vulkanitokban, valamint piroklasztikumokban kialakult ércesedésekhez kötődik. Az erdőbényeihez nemcsak helyében, hanem földtani környezetében is közelebb álló ásványegyüttes található viszont Rátkán, a hercegkövesi bányarészen, a bentonittelep fedőjét képező limnokvarcitban (JÁNOSI & PAPP, 1985). A rátkai bányamező koldui területéről is került elő antimonit (MÁFI gyűjtemény 10 373, gy.: KÁKAY SZABÓ, 1971). Az erdőbényei és rátkai antimonit előfordulások az eperjes—tokaji-hegységi neogén magmatizmus zárószakaszában lezajló utóvulkáni működés és üledékképződés összeszövődésével jellemezhető felsőszarmata—alsópannon limnikus összletek kvarcitjaihoz kötődnek.

I. tábla — *Plate I*

A mikroszkópi felvételek egy nikollal készültek.

1. ábra. Kalcedonnal „cementált" opálon fennőtt, sztibikonittá? alakult antimonit. Vékonycsiszolat.
2. ábra. Tömlőszerű, üreges, opál anyagú képletek az antimonit ér közepén lévő kalcedonkitöltésben. Vékonycsiszolat.
3. ábra. Az antimonit ér öves felépítése. Felületi csiszolat.
4. ábra. Antimonittűk az ér közepe tájáról. Felületi csiszolat.

All micrographs were taken using single nicol.

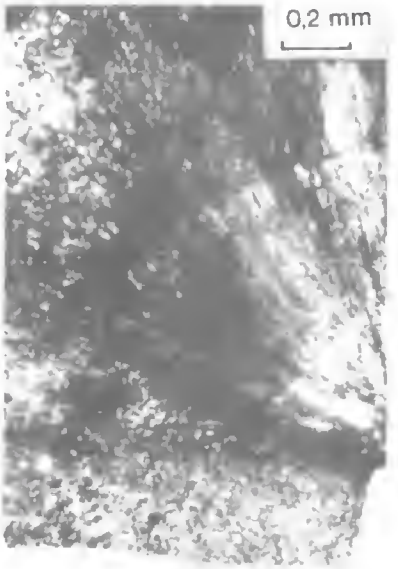
Fig. 1. Stibiconite? pseudomorphs after stibnite, grown on opal with chalcedony filling. Thin section.

Fig. 2. Tube-like opal material in the chalcedony filling from the centre of the stibnite veinlet. Thin section.

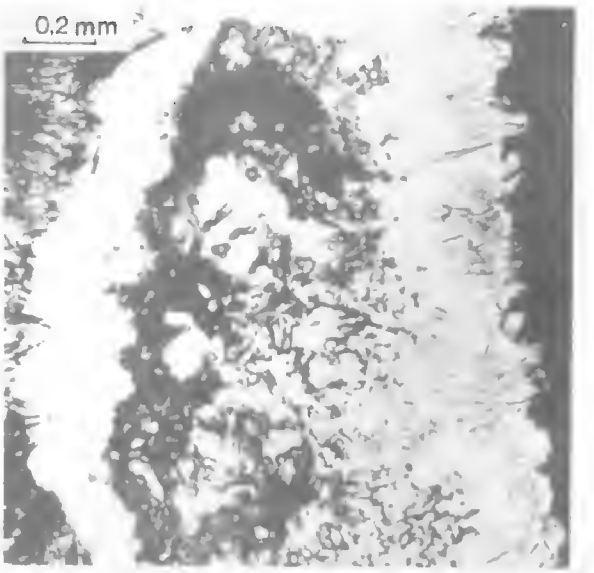
Fig. 3. Zonal development of the stibnite veinlet. Polished section.

Fig. 4. Stibnite needles near to the middle of the veinlet. Polished section.

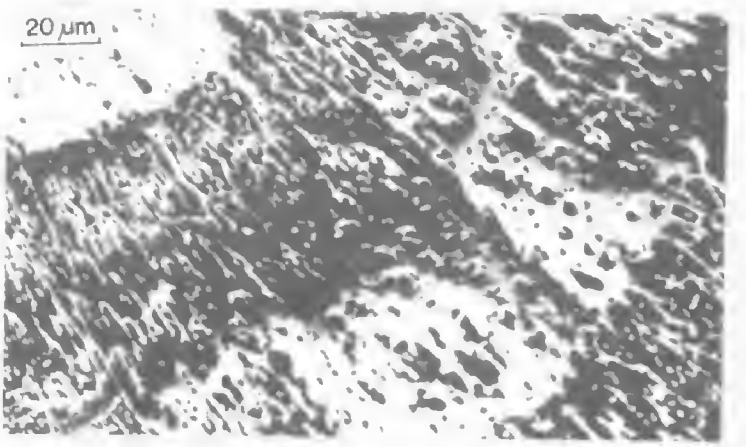
I. tábla *Plate I*



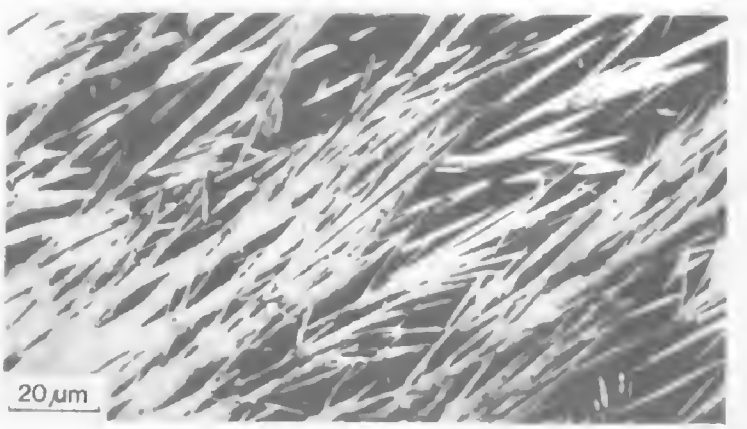
1



2



3



4

Következtetések

Az erdőbényei antimonit genetikai típusa

A vörösvágási, rátkai és erdőbényei antimonit + SiO_2 ásványegyüttesek válogatott anyagából készült színképelemzések a savanyú magmás klarkhoz (RÖSLER &LANGE, 1972) képest több nagyságrendes dúsulást az antimonon kívül gyakorlatilag csak az As és Hg esetében mutattak ki, lelőhelyenként eltérő mértékben (I. táblázat). Ez az eredmény jól egyezik a VETŐ & NAGY (1969), VETŐ (1971) és T. BÍRÓ (1986) által közölt adatokkal. A földtani környezetet is figyelembe véve az erdőbényei antimonit egyértelműen a hévforrástevékenységhez kötődő epitermás Sb(—As—Hg)-indikációk közé tartozik.

Az említett szerzők színképelemzési adatai szerint az Sb regionálisan dúsul a hegység déli részének limnokvarcitos kőzeteiben. A „klasszikus" erdőbényei antimonit után most rövid idő alatt két helyről is előkerültek makroszkópikus méretű antimonásványok ilyen kőzetkörnyezetből, így bizton számíthatunk újabb hasonló leletekre.

Az antimonitér elhelyezkedése

Az antimonitérnek a kovás mellékkőzetbeli tényleges helyzetét sajnos SZABÓ leírása (1870) és a meglévő kézipéldány alapján csak valószínűsíteni lehet. Arra, hogy az ér a limnokvarcit rétegzése menti kiválás lehetett, három tényező utal: (1) az 1868-as Földtani Társulati szakülésekről szóló rövid hírekben az áll, hogy az antimonit „sugaras réteget képez opálban egy quarzmalomkőbánya legalsó emeletében"; (2) az analóg rátkai előfordulásban az antimonit rétegzés mentén helyezkedik el; (3) a vizsgált antimonitér alapjában szimmetrikus felépítése mellett a piritframboidokból álló bevonat az ér egyik oldalán jóval sűrűbb, mint a másikon, ami a szulfidgömböknek ez oldalra történt lesüllyedésével magyarázható.

---

2. tábla — *Plate 2*

A mikroszkópi felvételek egy nikollal készültek.

1. ábra. Pirit framboidokból álló koncentrikus sáv részlete az antimonitban (szürke: antimonit, sötétszürke: kovás meddő). Felületi csiszolat.
2. ábra. Nagyméretű pirit framboidok csoportja. Felületi csiszolat, olajimmerzió.
3. ábra. Két különböző átmérőjű és szemcsenagyságú pirit framboid. Felületi csiszolat, olajimmerzió.
4. ábra. Pirit framboid. Felületi csiszolat, olajimmerzió.

All micrographs were taken using single nicol.

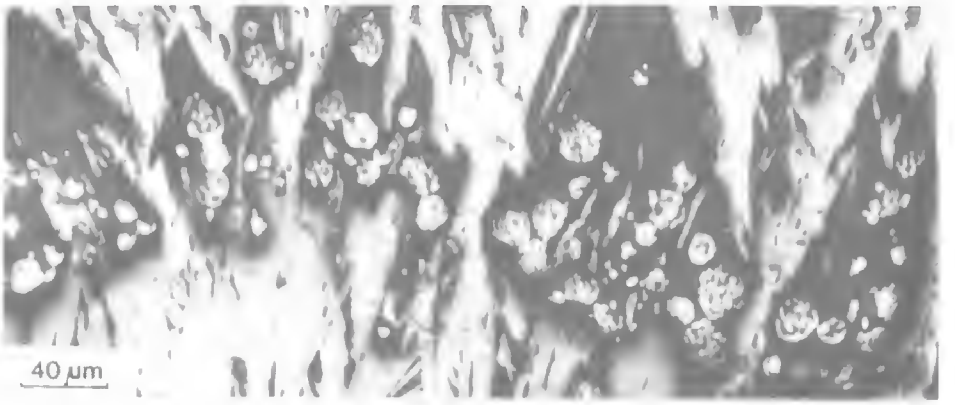
Fig. 1. Concentric band consisting of pyrite framboids in the stibnite (grey: stibnite, dark grey: silica matrix). Polished section.

Fig. 2. Group of large pyrite framboids. Polished section, oil immersion.

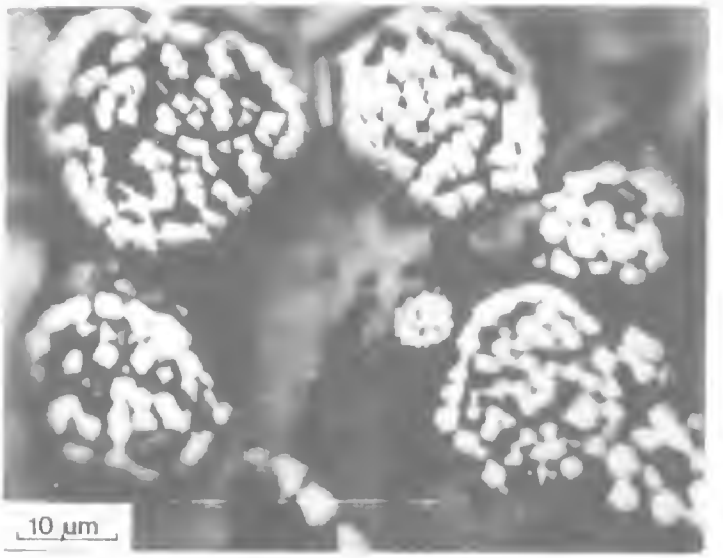
Fig. 3. Two pyrite framboids showing different diameter and grain size. Polished section, oil immersion.

Fig. 4. Pyrite framboid. Polished section, oil immersion.

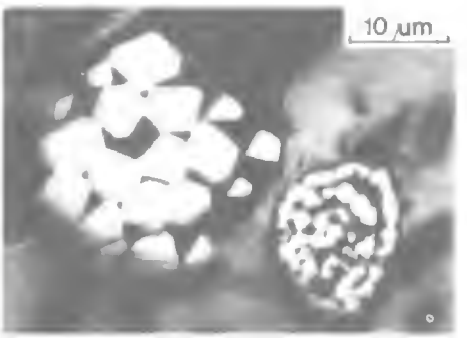
II. tábla *Plate II*



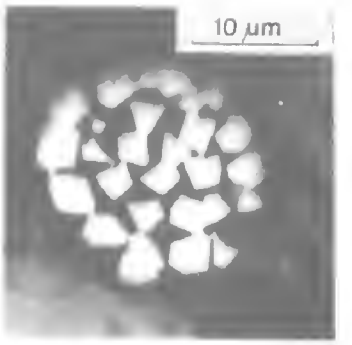
1



2



3



4

A framboidális pirit megjelenése

A framboidális pirit fellépése részletesebb tárgyalást igényel. Kezdetben közvetlen bakteriális hatással magyarázták képződésüket („bakteriopirit"). Az újabb kutatások alapján a baktériumoknak csak közvetett, anyagszolgáltató szerepük van a kénhidrogén, ill. az elemi kén „termelése" révén, míg a framboidális szulfidok kiválása egyszerű

I. táblázat. Eperjes—tokaji-hegységi antimonit minták színképelemzési adatai
Table I. Spectroscopical data of stibnite samples from Eperjes—Tokaj Mts.

	1	2	2	4		1	2	3	4
Ag	0.52	0.76	0.64	«1	Hg	600	<600	<600	160
As	<400	1300	<400	100	In	6	4	<3	...
Au	<3	<3	<3	...	Mn	...	...	...	<100
B	...	...	...	25	Mo	165	45	16	«6
Ba	...	...	...	160	Ni	...	...	...	«10
Be	...	...	...	«5	Pb	<10	70	<10	40
Bi	<1	<1	<1	«60	Sn	8	6	<6	«60
Cd	25	<20	<20	«60	Sr	...	...	...	«100
Co	...	...	...	100	Te	<2700	<2700	<2700	...
Cr	...	...	...	<10	Ti	...	...	...	400
Cu	50	150	70	60	Tl	60	<14	14	...
Ga	3	<3	9	<10	V	...	...	...	«10
Ge	<30	<30	<30	...	Zn	70	400	70	<100

1: Vörösvágás (Červenica), Csehszlovákia, ELTE ásványgyűjteménye, F 958; 2: Erdőbénye, ELTE ásványgyűjteménye A 513; 3—4: Rátka, Hercegköves (mindegyik minta az antimonit mellett kovaanyagot — kvarcot, ill. opált — is tartalmazott)
...: nem mért; a 4. oszlopnál: <10: kimutatási határ (10 g/t) alatti (nyom), «6: kimutatási határ (6 g/t) alatti (nincs nyom)
1—3: MÁFI, elemző: VÍG A-né; 4: ELTE TTK Kőzettan-Geokémiai Tanszék, elemző: Dr. NAGY Béláné.
1: Červenica (Vörösvágás), Czechoslovakia, Eötvös University , Mineral Collection, No. F598; 2: Erdőbénye, Eötvös University, Mineral Collection, No. A 513; 3—4: Rátka, Hercegköves (all the samples contained silica — quartz or opal — in addition to stibnite)
....: not analyzed; in the fourth coloumn: <10: trace below detection limit (10 g/t); «6: below detection limit (6 g/t), no trace.
1—3: Hungarian State Geological Survey, analyst A. VÍG; 4: Eötvös University, Department of Petrology and Geochemistry, analyst J. NAGY.

szervetlen kémiai folyamat (BERNER, 1984). Mivel a baktériumok jelenléte nem okvetlenül szükséges, nem meglepő, hogy andezitekből is kimutattak pirit framboidokat (pl. LOVE & AMSTUTZ, 1969), bár igazi otthonuk az euxin fáciesű agyagos üledékekben van (részletesebben ld. HÁMOR, 1988).

Az erdőbényei pirit földtani környezete révén némiképp átmeneti helyzetűnek tekinthető az üledékes és magmás eredetű framboidok között. Szövete ugyan az üledékes kőzetekből leírtakéval egyezik (a framboidokon belüli szemcsék mérete egyforma, a framboid középső része és szegélye szövetében nem különbözik), keletkezésére mégis FARRAND, (1970) magmás eredetű kőzetekre vonatkozó modellje alkalmazható. Eszerint a magmás eredetű kőzetekben előforduló framboidális pirit nyitott repedésekben válhat ki az ott közlekedő alacsony koncentrációjú oldatokból. A framboidális jelleget a későbbi összeforrástól az oldat más komponenseinek (pl. SiO_2) aránylag gyors

kristályosodása óvhatja meg. A rövid idő alatt kicsapódó kovaköpeny védő hatását hangsúlyozza MASSAAD, (1974) is. Az erdőbényei-hez hasonlóan kalcedonnal együttes kiválású (de kissé eltérő szövettípusba tartozó) framboidális piritet OSTWALD és ENGLAND, (1977) ismertetett magmás környezetből.

Köszönetnyilvánítás

Az erdőbényei antimonitra SZAKÁLL Sándor hívta föl a figyelmemet a magyar ásványtani adatbázishoz tartozó alapgyűjtemény összeállítási munkái során. A műszeres vizsgálatokhoz nyújtott segítségükért KISS Jánosnak és NAGY Bélánénak, a terepi munkához nyújtott tanácsaiért MÁTYÁS Ernőnek tartozom köszönettel. A framboidális pirittel kapcsolatban HÁMOR Tamással konzultáltam. HÁLA József révén tanulmányozhattam SZABÓ József eredeti jegyzőkönyveit. Külön köszönet JÁNOSI Melindának sokirányú segítségéért.

Irodalom — References

BERNER, R.A. (1984): Sedimentary pyrite formation: An update. — Geochimica et Cosmochimica Acta 48, 605—615.

ENDES M. (1988): Antimonit, antimonokker és nemesopál Erdőbényéről. [Stibnite, antimony ocher and precious opal from Erdőbénye.] — Ásványgyűjtő Figyelő 3/4, 7, Budapest. (In Hungarian)

ERDŐDI I. (1985): Adalékok az erdőbényei antimonit lelőhelyéhez. [Contributions to the locality of stibnite at Erdőbénye.] — Ásványgyűjtő Figyelő 2/4, 22—23, Budapest. (In Hungarian)

FARRAND, M. (1970): Framboidal sulphides precipitated synthetically. — Mineralium Deposita 5, 237—247.

FOULLON, H. von (1884): Ueber Antimonit von Czerwenitza. — Verhandlungen der k.k. geologischen Reichsanstalt 34, 142—144, Wien.

HÁMOR T. (1988): Üledékes piritek genetikája és fáciesanalízise a Tiszapalkonya I. sz. fúrás felső-pannóniai képződményeinek vizsgálata alapján. (Genetics and facies analysis of sedimentary pyrites in Upper Pannonian deposits intersected by borehole Tiszapalkonya 1.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1986. évről (Annual Report of the Hungarian Geological Institute of 1986), 413—434, Budapest. (In Hungarian with English abstract)

JÁNOSI M. & PAPP G. (1985): Sztibikonit és antimonit Rátkáról. [Stibiconite and stibnite from Rátka.] — Ásványgyűjtő Figyelő 2/4, 18—21, Budapest. (In Hungarian)

KOCH S. (1966): Magyarország ásványai. [Minerals of Hungary.] — Akadémiai Kiadó, Budapest. (In Hungarian)

KOCH S. (1985): Magyarország ásványai. 2., bővített kiadás. [Minerals of Hungary. 2nd ed.] (Szerk./Ed.: MEZŐSI J.) — Akadémiai kiadó, Budapest. (In Hungarian)

LOVE, L.G. & AMSTUTZ, G.C. (1966): Review of microscopic pyrite. — Fortschritte für Mineralogie 43, 273—309.

LOVE, L.G. & AMSTUTZ, G.C. (1969): Framboidal pyrite in two andesites. — Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte 1969, 97—108, Stuttgart.

MASSAAD, M. (1974): Framboidal pyrite in concretions. — Mineralium Deposita 9, 87—89.

MÁTYÁS E. (1979): Az erdőbényei kovaföld-előkészítő üzem nyersanyagbázisa. [Raw material for the diatomite plant at Erdőbénye.] — Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 112, 190—202, Budapest. (In Hungarian)

Mineral Powder Diffraction File (1986). JCPDS, Swarthmore.

OSTWALD, J. & ENGLAND, B.M. (1977): Notes on framboidal pyrite from Allendale, New South Wales, Australia. — Mineralium Deposita 12, 111—116.

PAPP G. (1985): Az erdőbényei antimonitról. [On the Erdőbénye stibnite.] — Ásványgyűjtő Figyelő 2/1—2, 9—11, Budapest. (In Hungarian)

RÖSLER, H.J. & LANGE, H. (1972): Geochemical tables. — Edition Leipzig.

SZABÓ J. Geológiai jegyzetek. XI. és XV. füzet. [Geological notebooks Nos. 11 and 15.] — Kézirat, MÁFI Tudománytörténeti Gyűjtemény [Manuscript, Historical Archive of the Hungarian Geological Institute], Budapest. (In Hungarian)

SZABÓ J. (1866): Tokaj-Hegyalja környékének földtani viszonyai. [Geology of the Tokaj-Hegyalja region.] — — Mathematikai és Természettudományi Közlemények 4, 226—303, Pest. (In Hungarian)

SZABÓ J. (1870): Antimonit opál-érben Erdőbényén. [Stibnite in an opal vein at Erdőbénye.] — A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai 5, 194—195, Pest. (In Hungarian)

SZABÓ J. (1876): Magyarország és Szerbia néhány jellegzetes vulkáni kőzetének mikroszkópi tanulmányozása. [Microscopic study of some characteristic volcanic rocks in Hungary and Serbia.] —Földtani Közlöny 6, 1—15, Budapest. (In Hungarian)

SZAKÁLL S. (1989): Jelentés a „Cinnabarit és antimonit-indikációk a Tokaji-hegységben" c. szerződés munkálatairól. [Report on the studies concerning the contract „Cinnabarite and stibnite indications in the Tokaj Mountains.] — Kézirat, Herman Ottó Múzeum, Miskolc. (In Hungarian)

Szakülés, deczember hó 23-án. [Society meeting on 23 December.] — A Magyarhoni Földtani Társulat Munkálatai 5, 215. (In Hungarian)

TAKÁCS J. (1982): Az opál ásványtani jellemzőinek új értelmezése Kárpát-medencei példákon. [A new interpretation of the mineralogical characters of opal on specimens from the Carpathian Basin.] — Doktori értekezés. Kézirat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Ásványtani Tanszék, [Ph.D. thesis, Department of Mineralogy, Eötvös University], Budapest. (In Hungarian)

T. BÍRÓ K. (1986): The raw material stock for chipped stone artifacts in the Nothern Mid-Mountains Tertiary in Hungary. *In* Papers of the 1st International Conference on Prehistoric Flint Mining and Lithic Raw Material Identification in the Carpathian Basin. Hungarian National Museum, Budapest, 183—195.

TÓTH M. (1882): Magyarország ásványai. [The Minerals of Hungary.] Budapest. (In Hungarian)

VETŐ I. & NAGY B. (1969): Magyarországi vulkáni képződmények ritkafémvizsgálata. [REE study of volcanic rocks in Hungary.] *In* FÖLDVÁRINÉ VOGL M. Az országos területi ritkafémkutatás 1967. évi eredményei. (Ergebnisbericht über die 1967 durchgeführten regionalen Sucharbeiten auf seltene Metalle.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1967. évről (Annual Report of the Hungarian Geological Institute of 1967), 309—312, Budapest. (In Hungarian with German abstract)

VETŐ I. (1971): A Tokaji-hegység szarmata hévforrástavi képződményeinek ritkaelem-indikációi. (Rare element indications in the hydrothermal-lacustrine formations of the Tokaj Mountains.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1969. évről (Annual Report of the Hungarian Geological Institute of 1986), 477—484, Budapest. (In Hungarian with English abstract)

Papp Gábor, ELTE Ásványtani Tanszék, 1088 Budapest, Múzeum krt. 4/A. Jelenlegi cím: MTM Ásvány- és Kőzettár, 1088 Budapest, Múzeum krt. 14—16.

A kézirat beérkezett: 1991. december 19.
Átdolgozva: 1992. január 11.

Földtani Közlöny 122/1, 51—66 (1992) Budapest

Correlation of Jurassic/Cretaceous boundary beds in West Carpathian profiles

Jura/kréta határrétegek korrelációja a Nyugati-Kárpátokban

Daniela REHÁKOVÁ & Jozef MICHALÍK

(4 figures & 4 plates)

Abstract

Sedimentary record of the Tithonian/Berriasian boundary in the Western Carpathians is demonstrated by six sections studied in detail. One of them (Brodno) is situated on the border of the Outer Carpathians, while the rest are in the Central Carpathian units. Microbiostratigraphic subdivision of the sequences is based on the distribution of microplankton remnants. Despite of differences in the lithology, several common features have been observed in all profiles: reduction of the middle Tithonian sequence, more-or-less abrupt lithological change at the J/K boundary, sedimentary breccia intercalations with clasts derived from underlying rocks and records of explosive development of *Calpionella* in Lower Berriasian.

Key words: biostratigraphy, microplankton, pelagic carbonates, Jurassic/Cretaceous boundary, West Carpathians

Összefoglalás

A tanulmány hat, részletesen vizsgált szelvényből mutat be a titon/berriázi határt magában foglaló rétegsorokat. Egy szelvény (Brodno) a Pienini-szírtövben található, a többi a középső-kárpáti egységekben. A rétegsorok biosztratigráfiai tagolása mikroplankton maradványok elterjedése alapján történt. A litológiai különbségek ellenére számos közös bélyeg ismerhető fel: a középső-titon redukált mivolta, többé-kevésbé éles litológiai változás a jura/kréta határon, a fekvő kőzetek darabjait tartalmazó breccsa-betelepülések, valamint a calpionellák robbanásszerű fejlődésének jelei az alsó-berriázban.

Key words: biostratigraphy, Calpionellidae, microplankton, Jurassic/Cretaceous boundary, West Carpathians

A contribution to IGCP Project 262 „Tethyan Cretaceous correlation".

Abstrakt

Článok na šiestich detailne dokumentovaných profiloch demonštruje sedimentárny záznam titónsko—beriaskej hranice. Jeden z nich (Brodno) je situovaný na okraji Vonkajších Karpát, ostatné sú v centrálnokarpatských jednotkách. Mikrobiostratigrafické členenie týchto vrstevných sledov je opreté o distribúciu zvyškov mikroplanktónu. Napriek rozdielom v litologickom obsahu vo všetkých profiloch badať niekol'ko spoločných rysov: redukciu strednotitónskej sekvencie, viac-menej náhlu litologickú zmenu na jursko—kriedovej hranici,vložky sedimentárnych brekcií tvorené klastami podložných hornín, záznam explozívneho rozvoja rodu *Calpionella* v spodnoberiaských súvrstviach.

Introduction

The Jurassic/Cretaceous boundary in the Western Carpathians has been intensively studied in the last decade. BORZA et al. (1980, 1981, 1987), BORZA & MICHALÍK (1986, 1987, 1988), MICHALÍK & VAŠÍČEK (1980, 1981, 1987, 1989), VAŠÍČEK et al. (1983), VAŠÍČEK & MICHALÍK (1986) documented several detailed sections. BORZA (1984) elaborated a precise microbiostratigraphical zonation and established the vertical distribution of stratigraphically important Oxfordian—Albian microplanktonic remains in the West Carpathian area, allowing him to recognize 11 zones in the Jurassic/Cretaceous passage beds. Recently, we have studied several sections of these beds in the Western Carpathians. Although the emphasis has been concentrated on the Tatric sections in the Malé Karpaty Mountains, several sections from the Zliechov and Vysoká Units of the Krížna Nappe, as well as from the Kysuca Unit of the Klippen Belt have been chosen for detailed correlation (Figs. 1 A-C, 2).

Stratigraphy

Brodno section
(Figs. 1, 3, Pls.I—III)

The sequence, which has been investigated by BORZA (1969), MICHALÍK et al. (1990b), and by VAŠÍČEK et al. (1992), belongs to the Kysuca Unit of the Pieniny Klippen Belt (Fig. 1). Thus, the original place of deposition was at the border of the Outer Carpathians (Fig.2).

Upper Jurassic sediments are represented by the Niedzica and Czorsztyn Formations (BIRKENMAJER, 1977). The Late Kimmeridgian Moluccana Zone, Lower Tithonian Malmica, Pulla and Tithonica Zones were identified in nodular and indistinctly nodular limestones (Plate I). The mid-Tithonian Chitinoidella Zone is reduced, only the Boneti Subzone is documented (Fig. 3). The Praetintinnopsella Zone characterize the earliest upper Tithonian deposits. The microfossil association in the overlying micrites (wackestones and packstones) is typical for the late Tithonian Crassicollaria Zone (Plate II, Figs. 14—16, 20). Upper Tithonian members of this formation were deposited on the subsiding basinal bottom. Lower Berriasian Pieniny Limestone Formation (BIRKENMAJER, 1977) consists of bedded micritic limestones and brecciated beds

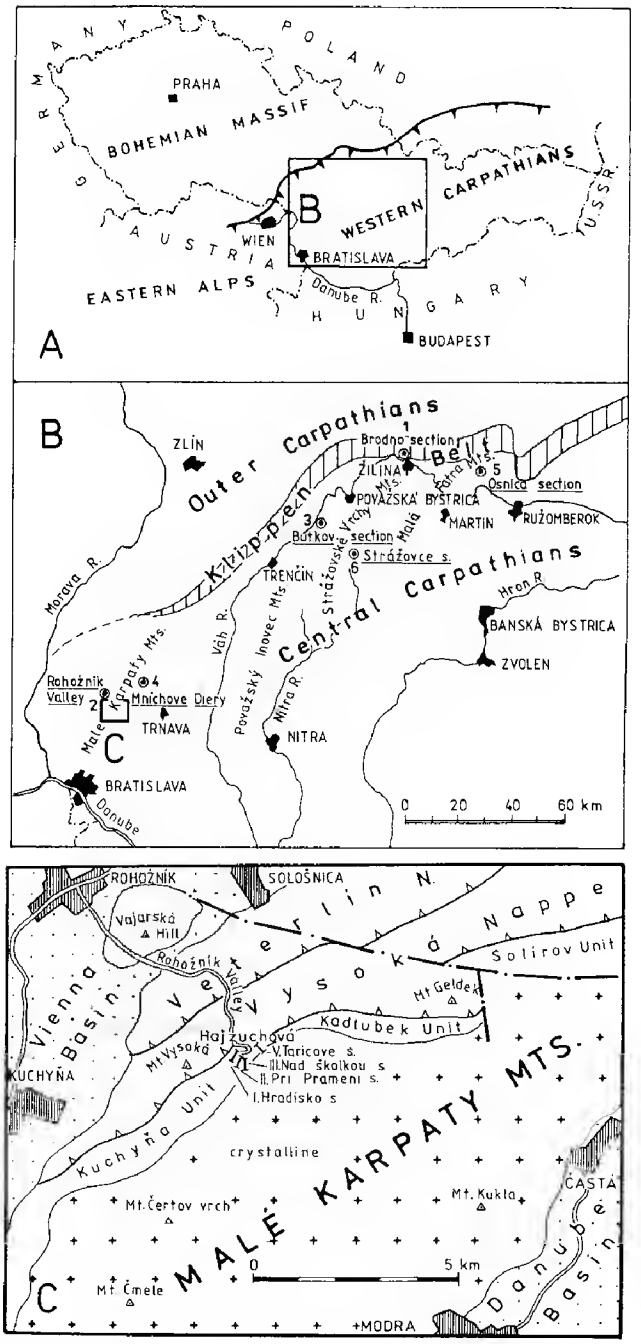


Fig. 1. Location of the investigated sections (underlined) in (A) Czecho-Slovakia and (B) western Slovakia. (C) location of the Hajzuchova sections (Rohožník Valley) in the Malé Karpaty Mountains.

1. ábra. A vizsgált szelvények helyzete (a) Cseh-Szlovákiában, ill. (B) Szlovákia nyugati részén. (C) A hajzuchovai (Nádasfői-völgy) szelvények helyzete a Kis-Kárpátokban.

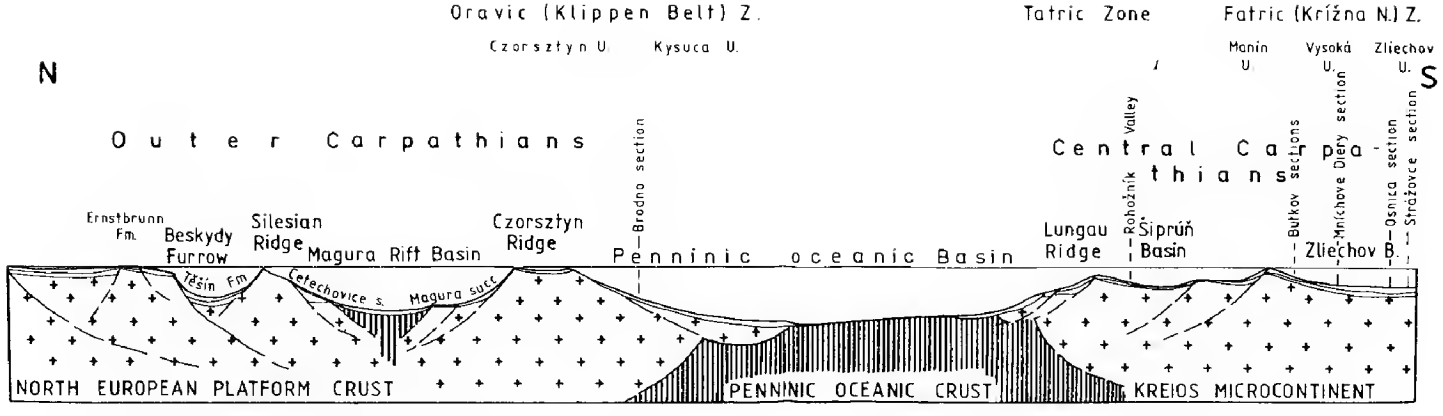


Fig. 2. Paleotectonic cross-section of the Western Carpathians during the latest Tithonian/Early Berriasian time (after MICHALÍK & SOTÁK 1990, modified).

2. ábra. A Nyugati-Kárpátok palinspasztikus szelvénye a titon végén—berriázi elején (MICHALÍK és SOTÁK, 1990 után, módosítva).

(Plate III). *Calpionella alpina* dominates over other microplanktonic remnants. The Calpionella Zone with Alpina, Remaniella and Elliptica Subzones has been documented.

Hajzuchova sections (Rohožník Valley)
(Figs. 1—2, 4, Plate IV)

Four sections of Jurassic and Cretaceous strata have been studied in the Kuchyňa Unit of Tatricum in Malé Karpaty Mts. (in the closure of the Rohožník Valley, Figs. 1, 4), at the former border of the Central Carpathians (Fig. 2). All the sections are characterized by relatively deep marine facies (Plate IV). The Kimmeridgian sequence, overlying the Mid-Jurassic Slepý Formation is formed by calciturbidite sediments, deposited in submarine channels and fans. (Nodular limestones of the Czorsztyn Formation are a shallower equivalent of this lithofacies.) Limestones were affected by recrystallization. Pelmicritic, biosparitic, oosparitic and microclastic structures are typical, clastic quartz grains are frequent. Clasts and the matrix contain a great amount of *Saccocoma* fragments. Mid-Tithonian microfossils of the Chitinoidella Zone have not been found in spite of detailed sampling (10 centimeter intervals). The earliest late Tithonian Praetintinnopsella Zone has been identified in all sections. Thick-bedded Upper Tithonian limestones overlie Upper Kimmeridgian strata directly, with a slightly eroded contact. They contain a typical *Crassicollaria* microfacies. The Berriasian is represented by thin-bedded cherty limestones. They contain often damaged and poorly preserved tintinnid tests indicating the Berriasian Calpionella Zone.

Mt. Butkov Quarry
(Figs. 1—3)

BORZA & MICHALÍK (1986) described two Upper Jurassic and Lower Cretaceous sections in the Butkov Quarry near Ladce in the Middle Váh Valley (Manín Unit of the Central Western Carpathians) (MICHALÍK et al., 1990a).

The section in the prospecting gallery Nr. 13 exposes Kimmeridgian to Valanginian sediments, the age of which is well documented by zonal microfossils. Kimmeridgian to Late Tithonian Niedzica and Czorsztyn Formations (BIRKENMAJER, 1977) are represented by nodular limestones, separated by a silicite bed.They contain sporadic intercalations of organodetrital limestone. The late Kimmeridgian to late Tithonian Moluccana, Borzai, Malmica, Chitinoidella (with Dobeni and Boneti Subzones), Praetintinnopsella and Crassicollaria Zones have been documented.

Berriasian to Valanginian „sublithographic", slightly argillaceous limestones named Ladce Formation by BORZA et al. (1987) contain tintinnids typical for the Calpionella, Calpionellopsis and Calpionellites Zones. Brecciated beds have also been identified in the Valanginian sequence.

The gallery Nr. 11 exposes Oxfordian to Valanginian sediments similar to the previous section (gallery Nr. 13). However, brecciated limestone horizons occur in Lower Tithonian, Valanginian and also in Hauterivian sequences.

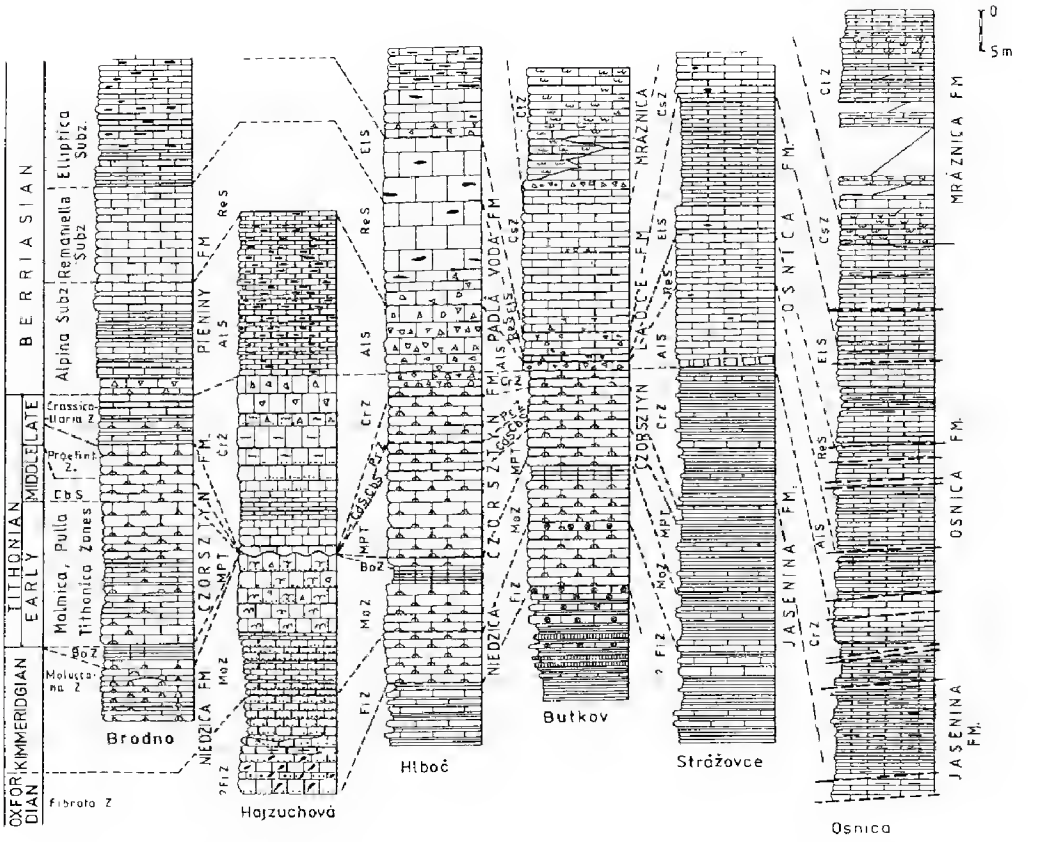


Fig. 3. Correlation of the investigated sequences in six West Carpathian Upper Jurassic/Lower Cretaceous sections. Abbreviations of biozones: FiZ — Fibrata Zone, MoZ — Moluccana Zone, BoZ — Borzai Zone, MPT — Malmica, Pulla and Tithonica Zones, CdS — Dobeni Subzone, and CbS — Boneti Subzone of the Chitinoidella Zone, PrZ — Praetintinnopsella Zone, CrZ — Crassicollaria Zone, AlS — Alpina Subzone, ReS — Remaniella Subzone, and ElS — Elliptica Subzone of the Calpionella Zone, CsZ — Calpionellopsis Zone, CtZ — Calpionellites Zone. (For lithological legend see Fig. 4)

3. ábra. A vizsgált nyugati-kárpáti felsőjura—alsókréta szelvények párhuzamosítása. (A kőzetjelek magyarázata a 4. ábrán található.)

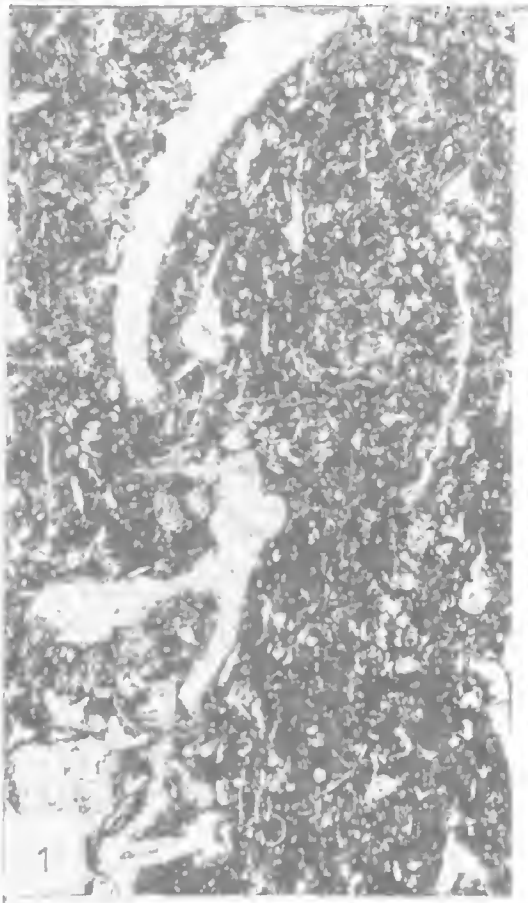
Plate I — *I. tábla*

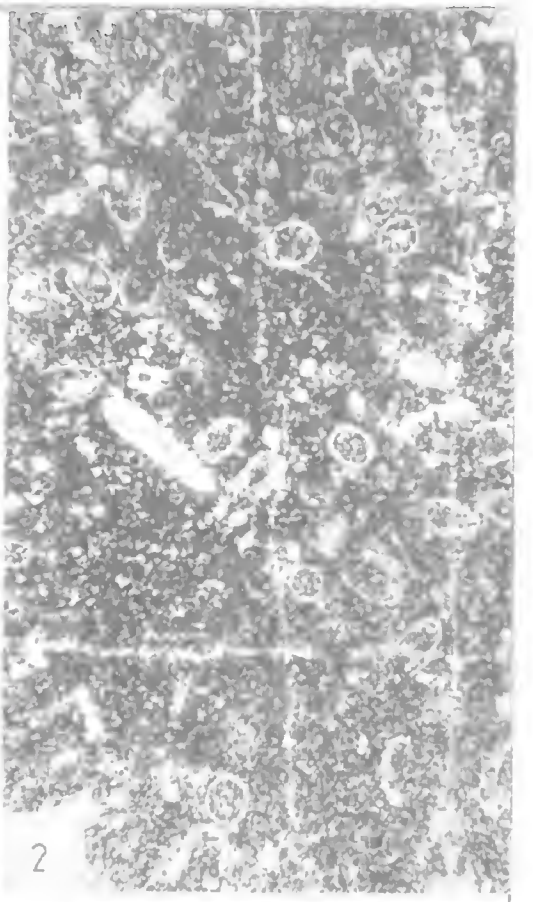
1. *Saccocoma—Globochaete* microfacies. Lower Tithonian. Note the aptychus fragment in the upper part of the figure. Brodno section, 25x. **2.** *Crassicollaria* microfacies in the Upper Tithonian pale grey, micritic, indistinctly nodular limestone with *Crassicollaria intermedia* (DURAND DELGA), *Crassicollaria massutiniana* (COLOM) and *Calpionella alpina* LORENZ. Brodno section, 67.5x. **3.** Gray micrite with *Calpionella* microfacies (Lower Berriasian, Remaniella Subzone). Crinoid calyx cross-section with Fe-oxide coating. Brodno section, 25x. Photo: J. VÁŇA.

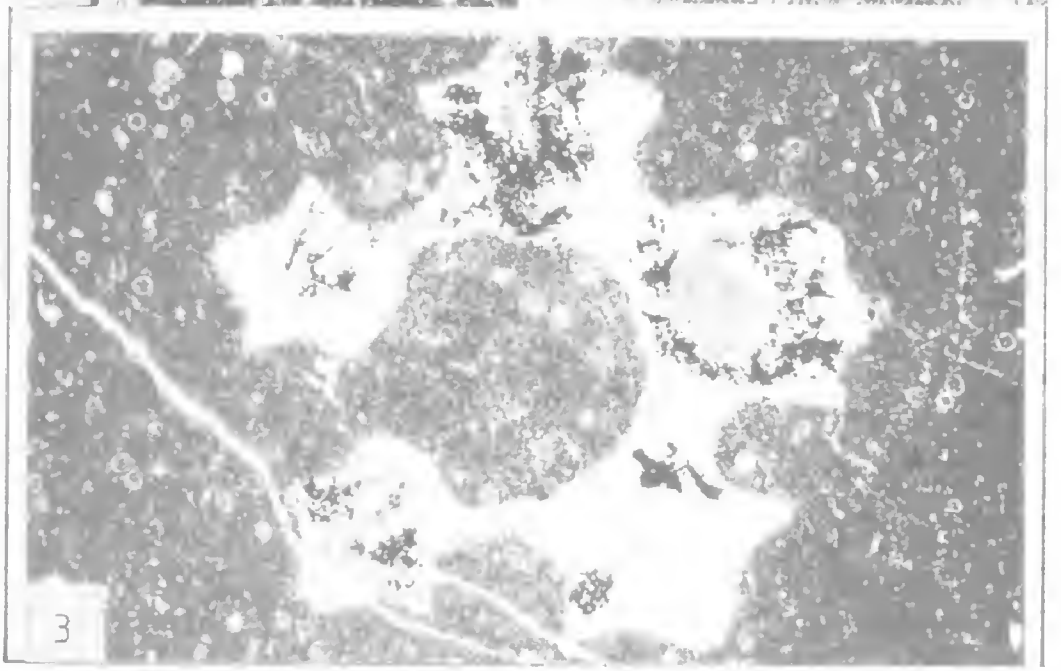
***1.** Saccocomás—globochaetésmikrofácies. Alsótiton. Az ábra felső részén aptychus-töredék található. Brodnói szelvény, 25x. **2.** Crassicollaria-mikrofácies felsőtiton halványszürke, mikrites, kissé gumós mészkőben: Crassicollaria intermedia (DURAND DELGA), Crassicollaria massutiniana (COLOM) és Calpionella alpina LORENZ. Brodnói szelvény, 67,5x. **3.** Calpionella-mikrofácies szürke mikritben (alsóberriázi, Remaniella Alzóna). Crinoidea-kehely metszete vasoxidos bevonattal. Brodnói szelvény, 25x. J. VÁŇA fényképe.*

Plate I

I. tábla







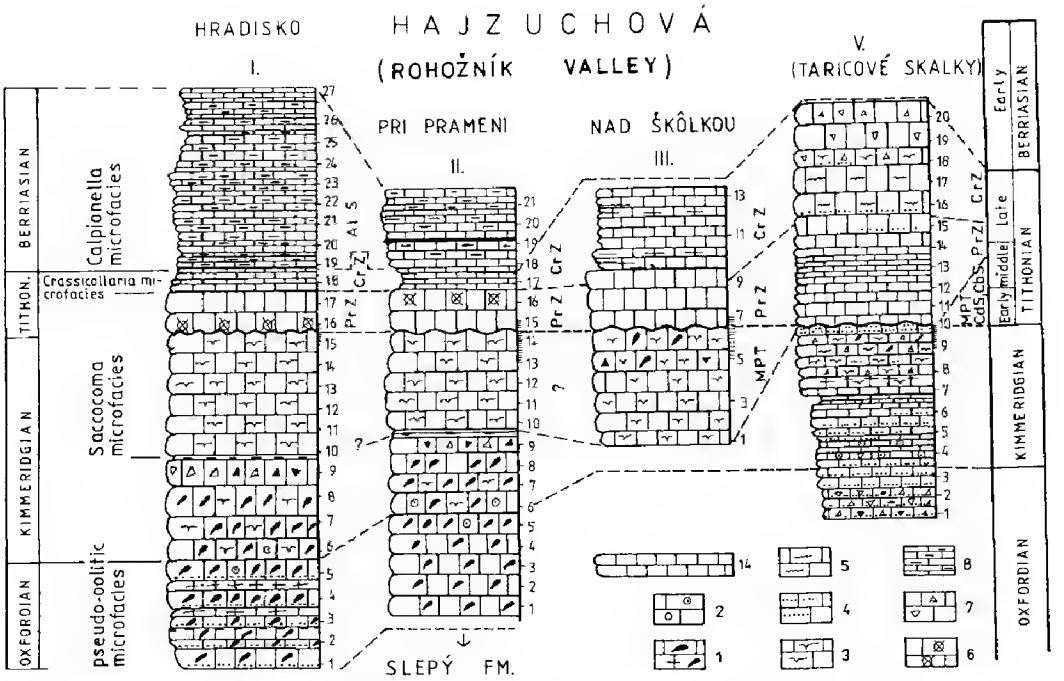


Fig. 4. Correlation of Tatric Upper Jurassic/Lower Cretaceous sections in Hajzuchová (Rohožník Valley, Malé Karpaty Mts). Legend: 1 — pelbiomicrosparitic limestones (with occasional lamination), 2 — pseudoolitic limestones, 3 — *Saccocoma* limestones, 4 — calciturbiditic limestones, 5 — spotted limestones, 6 — fine detrital limestones with crinoid fragments, 7 — microbrecciated limestones, 8 — thin-bedded cherty limestones. (Full names of biozones are listed in Fig. 3)

4. ábra. A Tátrikum felsőjura—alsókréta szelvényeinek párhuzamosítása a Hajzuchovánál (Nádasfői-völgy, Kis-Kárpátok). Jelmagyarázat: 1 — pelbiomikropátitos mészkő (néha laminált), 2 — pszeudooidos mészkő, 3 — saccocomás mészkő, 4 — mészturbidit, 5 — foltos mészkő, 6 — finomtörmelékes mészkő crinoideatöredékekkel., 7 — mikrobreccsás mészkő, 8 — vékonyrétegzett tűzköves mészkő. (A biozónák rövidítéseinek feloldása a 3. ábrán található.)

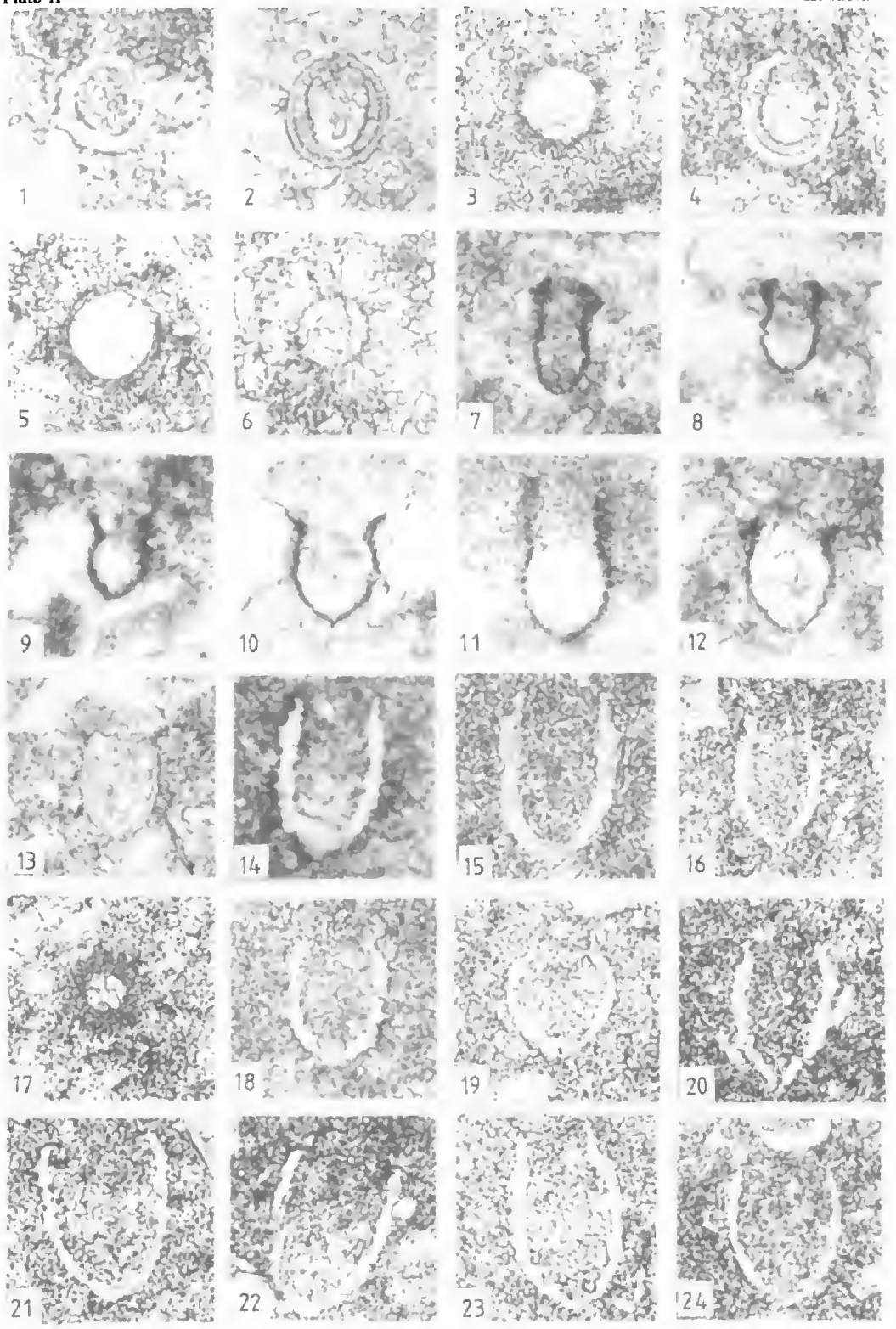
Plate II — *III. tábla*

Kimmeridgian to Lower Berriasian index microfossils. Magnification of all photos 265x. Photo: F. MARTANČÍK

Kimmeridgei—alsóberriázi index-mikrofosszíliák. Minden fénykép 265x. F. MARTANČÍK felvételei.

1. *Colomisphaera moluccana* WANNER, Hlboč (Mníchove Diery). **2.** *Carpistomiosphaera borzai* (NAGY), Hlboč. **3.** *Colomisphaera pulla* (BORZA), Hlboč. **4.** *Parastomisphaera malmica* (BORZA), Hlboč. **5.** *Carpistomiosphaera tithonica* NOWAK, Hlboč. **6.** *Colomisphaera carpathica* (BORZA), Brodno. **7.** *Chitinoidella dobeni* BORZA, Brodno. **8.** *Chitinoidella colomi* BORZA, Brodno. **9.** *Chitinoidella slovenica* BORZA, Brodno. **10.** *Chitinoidella boneti* DOBEN, Brodno. **11.** *Chitinoidella bermudezi* (FURRAZOLA BERMUDEZ), Brodno. **12.** *Chitinoidella cubensis* (FURRAZOLA BERMUDEZ), Brodno. **13.** *Praetintinnopsella andrusovi* BORZA, Brodno. **14.** *Crassicollaria intermedia* (DURAND DELGA), Brodno. **15.** *Crassicollaria massutiniana* (COLOM), Hlboč. **16.** *Crassicollaria parvula* REMANE, Hlboč. **17.** *Cadosina fusca fusca* WANNER, Hlboč. **18.** *Tintinnopsella remanei* BORZA, Hlboč. **19.** *Calpionella alpina* LORENZ, Hlboč. **20.** *Crassicollaria brevis* REMANE, Hlboč. **21.** *Remaniella ferasini* CATALANO, Hlboč. **22.** *Remaniella cadischiana* (COLOM), Hlboč. **23.** *Calpionella elliptica* CADISCH, Brodno. **24.** *Tintinnopsella carpathica* (MURGEANU & FILIPESCU), Hlboč.

Plate II *II. tábla*



Hlboč section (Mníchove Diery)
(Figs. 1—3; Pl.II, Figs. 15—24)

The Mníchove Diery rocky walls in the Hlboč Valley near Smolenice are the best place in the Vysoká Nappe of the Malé Karpaty Mountains providing a possibility to study the Jurassic/Cretaceous boundary beds (BORZA & MICHALÍK, 1988, MICHALÍK et al., 1990b).

The Kimmeridgian to Mid-Tithonian sequence is represented by the Czorsztyn Formation. Nodular limestones contain microfossils of the Moluccana, Borzai, Malmica, Pulla, Tithonica and Chitinoidella Zones; both the Dobeni and Boneti Subzones are represented, too. The earliest late Tithonian Praetintinnopsella Zone has been documented in the overlying strata of indistinctly nodular limestones. A nodular, brecciated horizon contains small limestone clasts derived from four older biostratigraphical horizons. These sediments have been designed as the „Nozdrovice Breccia Bed" by BORZA et al. (1980). The upper Tithonian sequence is represented by indistinctly nodular micrite limestones with microfossils of the Crassicollaria Zone.

Berriasian to lowermost Valanginian thick-bedded or massive cherty micrite limestones have been named Padlá Voda Formation by BORZA & MICHALÍK (1987). The base of the Calpionella Zone with Alpina and Remaniella Subzones (in accordance with POP, 1976) has been documented in the wackestones and sporadic packstones with *Globochaete—Calpionella* microfacies.

Osnica section
(Figs. 1—3)

The section is situated in the Zliechov Unit of the Krížna Nappe, being exposed by a forest road escarpment on the eastern slope of Mt. Osnica (Malá Fatra Mts.). The Kimmeridgian to Tithonian sequence is represented by thin-bedded to schistose argillaceous limestones (Jasenina Formation). Microplankton remains are typical for the Moluccana, Malmica, and Crassicollaria Zones. Mid-Tithonian Chitinoidella and early late Tithonian Praetintinnopsella Zones have not been proved in this section yet.

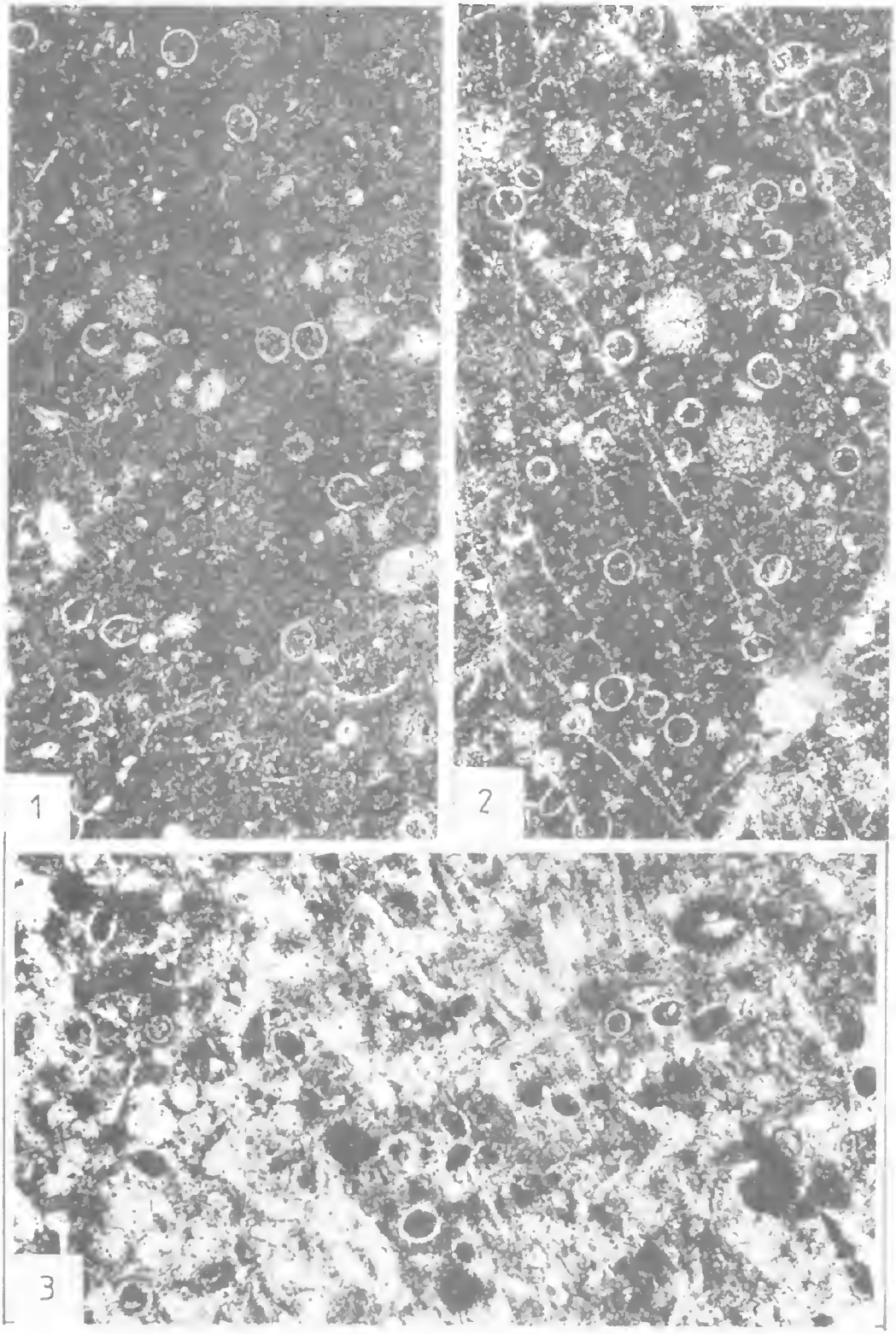
Plate III — *III. tábla*

1. *Cadosina—Calpionella* microfacies in Lower Berriasian micritic limestone with *Calpionella alpina* LORENZ, *Cadosina fusca fusca* WANNER. Brodno section, 67.5x. **2.** Radiolarian—*Calpionella* microfacies in Lower Berriasian gray micrite. Frequent calcified radiolarians, *Calpionella alpina* LORENZ. Brodno section, 67.5x. **3.** Lower Berriasian clastic bed with microsparitic texture: base of the Calpionella Biozone. Lower and Upper Tithonian index microfossils in the microclasts indicate strong synsedimentary erosion. Brodno section, 67.5x. Photo by H. BRODNIANSKA.

1. Cadosina—Calpionella-mikrofácies az alsóberriázi mikrites mészkőben: Calpionella alpina LORENZ, Cadosina fusca fusca WANNER. Brodnói szelvény, 67,5x. 2. Radioláriás—calpionellás mikrofácies az alsóberriázi mikrites mészkőben. Sok elmeszesedett radiolária, valamint Calpionella alpina LORENZ. Brodnói szelvény, 67,5x. 3. Alsóberriázi törmelékes réteg mikropátitos szövettel: a Calpionella Zóna bázisa. A klasztokban található alsó- és felsőtiton index-mikrofosszíliák erős, az üledékképződéssel egyidejű eróziót jeleznek. Brodnói szelvény, 67,5x. H. BRODNIANSKA felvétele.

Plate III

III. tábla



Berriasian, well-bedded, argillaceous limestones with thin marlstone intercalations were named Osnica Formation by MICHALÍK et al. (1990d). The tintinnid assemblage belongs to the Calpionella Zone and its Alpina, Remaniella, and Elliptica Subzones.

Strážovce section
(Figs. 1-3)

The section is exposed by a road cut between Zliechov and Čičmany villages in the central part of the Strážovské Vrchy Mts. (BORZA et al., 1980, MICHALÍK, 1985, MICHALÍK, et al. 1990c). It documents relatively deep pelagic Upper Jurassic and Lower Cretaceous carbonate facies.

The Upper Jurassic sequence is represented by Jasenina Formation which consists of the schistose argillaceous limestones. They contain abundant juvenile aptychi and microplanktic remains belonging to the Kimmeridgian and Tithonian Moluccana, Malmica, and Crassicollaria Zones. On the other hand, neither Mid-Tithonian Chitinoidella, nor late Tithonian Crassicollaria Zone have been observed in this section. The Berriasian sediments are represented by thick-bedded micrite limestones with scarce, poorly preserved macrofauna and with abundant tintinnids of the Calpionella Zone. This „biancone limestone" complex named the Osnica Formation (MICHALÍK et al., 1990c) is a partial time and facies equivalent of the Pieniny Formation of BIRKENMAJER (1977).

Discussion and conclusions

Late Jurassic paleotectonic evolution of the Palaeo-European shelf margin, which formed the substrate of the Outer Carpathians was characterized by a start of tensional thinning of its sialic crust. A similar ridge-and-basin pattern originated also in the Central Carpathian part of the Alpine—Carpathian („Kreios") microcontinent (MICHALÍK & SOTÁK 1990, see Fig.2). Kimmeridgian—Tithonian beds in the Hlboč, Brodno, and Butkov sections are represented by clearly or indistinctly nodular limestones with thin crinoidal intercalations (Czorsztyn Formation). Basinal marly limestones with marlstone intercalations represent the same time interval in the Plate IV

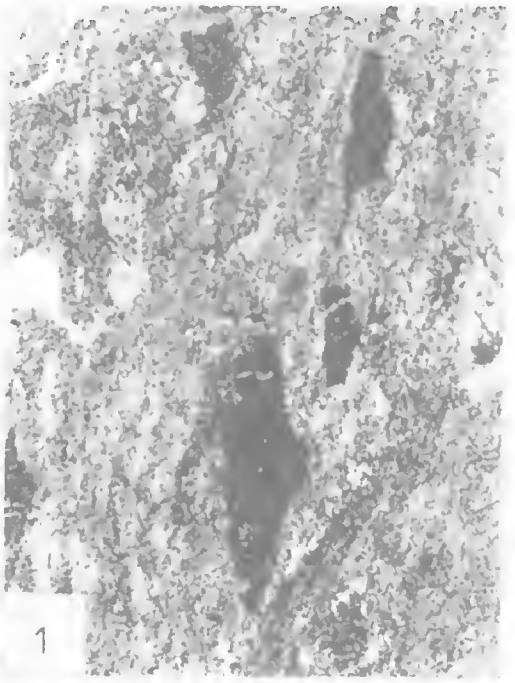
Plate IV — IV. tábla

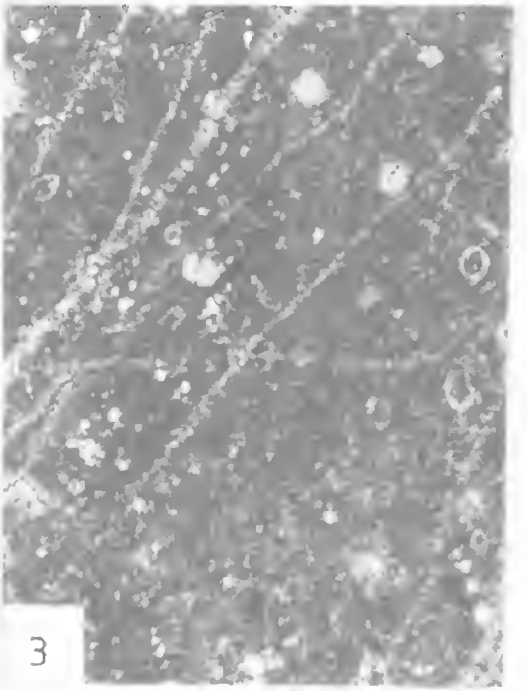
1. Oxfordian—Kimmeridgian microbrecciated thin-bedded limestone. Clasts of microsparitic and dolomitized limestones are frequent. Hajzuchova, Taricove Skalky section, 67.5x. **2.** Oxfordian—Kimmeridgian brownish grey, bedded limestones with pelmicrosparitic, biomicrosparitic, oosparitic and microclastic texture. Ground mass is recrystallized. Hajzuchova, Hradisko section, 67.5x. **3—5.** Upper Tithonian—Berriasian grey, thin-bedded, slightly marly, cherty limestones. Tintinnid tests (*Calpionella alpina* LORENZ, *Crassicollaria intermedia* (DURAND DELGA) are often damaged and poorly preserved. Clastic quartz grains are frequent. Hajzuchova, Hradisko section. Figs. 3 and 5: 25x; Fig. 4: 67.5x. Photos: H. BRODNIANSKA.

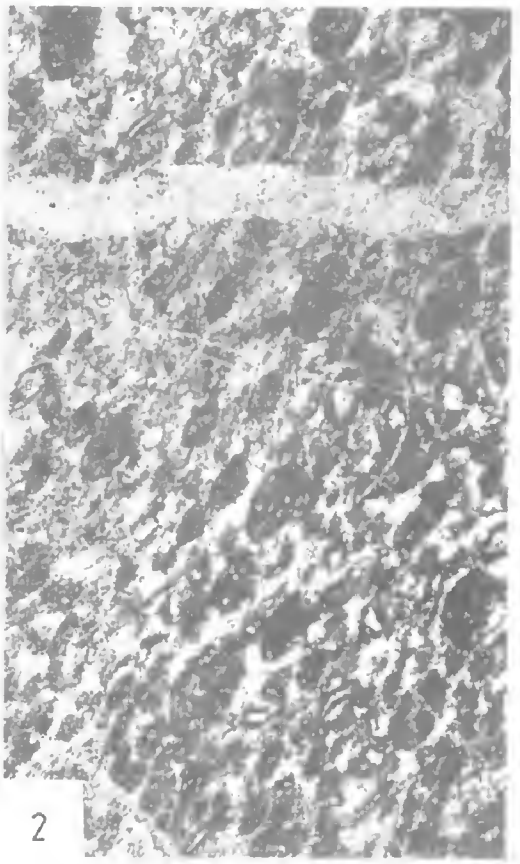
1. Oxfordi—kimmeridgei mikrobreccsás, vékonyréteges mészkő mikropátitos és dolomitosodott mészkőklasztokkal. Hajzuchová, Taricove Skalky szelvény, 67,5x. 2. Oxfordi—kimmeridgei barnásszürke, rétegzett mészkő pelmikropátitos, biomikropátitos, oopátitos és mikroklasztos szövettel. Az alapanyag átkristályosodott. Hajzuchová, hardiskói szelvény, 67,5x. 3—5. Felsőtiton—berriázi szürke, vékonyréteges, kissé márgás, tűzköves mészkő. A tintinnidák (Calpionella alpina LORENZ, Crassicollaria intermedia (DURAND DELGA) váza gyakran sérült, rossz megtartású. Gyakoriak a törmelékes kvarcszemcsék. 3. és 5. ábra: 25x; 4. ábra: 67,5x. H. BRODNIANSKA felvételei.

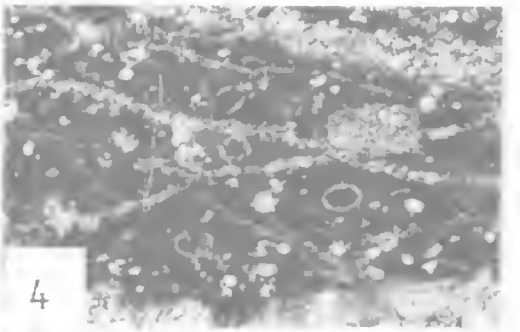
Plate IV

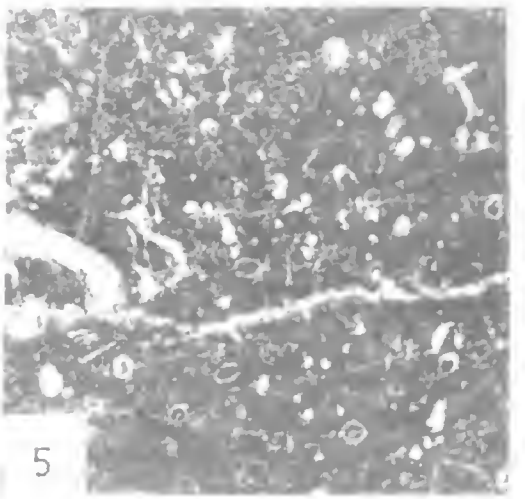
IV. tábla











Strážovce section (Zliechov Unit of the Krížna Nappe). Despite of generally pelagic character of the Tithonian sediments in the Tatric Units of the Malé Karpaty Mts., an increasing lithoclasts content indicates the proximity of a slope.

Gaps in the lower and Mid-Tithonian sedimentary record indicated by the succession of microorganic remnants are interesting, too. Several authors described a similar situation in the Alpine and Pannonian sections. Chitinoidella and Praetintin-nopsella Zones are either missing or considerably reduced. (The explanation of the lack of the Chitinoidella Zone suggesting that these microorganisms were dissolved during slow sedimentation is rather problematic, if their lorica would have been actually build of chitine...).

Conspicuous Berriasian subsidence produced facies variations in the sedimentary area (MICHALÍK, et al. 1991). Cherty limestones with marly intercalations were deposited on the bottom of pelagic basins (Padlá Voda Formation, Osnica Formation, Pieniny Formation). In shallower zones, typical biancone pass into „sublithographic" limestones, shown by the Butkov section (Ladce Formation). Late Kimmerian movements produced the „Nozdrovice Breccia Bed". These brecciated beds were previously considered as an isochronous horizon. However, it seems that the erosive events were repeated several times during late Tithonian to Valanginian time. The estimation of the spatial and chronological position of these erosive events will require additional studies. It is clear that the tectonic movements responsible for the uneven bottom of the basins in the Western Carpathians accompanied the rearrangement of the paleotectonic pattern of the area at the beginning of the Cretaceous period (MICHALÍK & SOTÁK 1990, see Fig. 2).

Lower Cretaceous Tatric sequences in the Malé Karpaty Mountains contain relatively deep marine facies. However, comparing these sections with the others, we find that the thin-bedded, slightly marly, cherty limestones contain great amount of clastic quartz indicating the proximity of the slope. The source of clastic material was relatively near to the place of deposition. All these sections show not only expressed lithological change, but also qualitative and quantitative changes in the composition of microplanktonic associations. The explosive increase in abundance of smaller sphaerical forms of *Calpionella alpina* which probably originated from larger elongated ones in Late Tithonian Crassicollaria Zone is most conspicuous. The results concerning the variability of tintinnid forms of the Jurassic/Cretaceous boundary beds do not confirm the taxonomic classification created by NAGY (1986). To solve this problem a wide-ranging study of morphometric variability is needed applying statistical methods and scanning electron microscope; we prepare to do it in the near future.

Acknowledgements

The authors would like to express thanks to Prof. Jürgen REMANE (Neuchâtel), and to an anonymous referee for their critical comments and valuable advices. Photographs were made by F. MARTANČÍK, J. VÁŇA and H. BRODNIANSKA, Geological Institute of the Slovakian Academy of Sciences, Bratislava.

REFERENCES

BIRKENMAJER, K. (1977): Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic units of the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland. — Studia Geologica Polonica 45, 1—169, Warszawa.

BORZA, K. (1969): Die Mikrofazies und Mikrofossilien des Oberjuras und der Unterkreide der Klippenzone der Westkarpaten. SAV, Bratislava, 301 p.

BORZA, K. (1984): The Upper Jurassic—Lower Cretaceous parabiostratigraphic scale on the basis of Tintinninae, Cadosinidae, Stomiosphaeridae, Calcisphaerulidae and other microfossils from the West Carpathians. — Geologický zborník Geologica Carpathica 35/5, 539—550, Bratislava.

BORZA, K., GAŠPARÍKOVÁ, V., MICHALÍK, J., & VAŠÍČEK, Z. (1980): An Upper Jurassic—Lower Cretaceous sequence of the Krížna Nappe (Fatric), Strážovské Vrchy Mts. — Geologický zborník, Geologica Carpathica 31/4, 541—562, Bratislava.

BORZA, K. & MICHALÍK, J. (1986): Problems with delimitation of the Jurassic/Cretaceous boundary in the Western Carpathians. — Acta Geologica Hungarica 29/1—2, 133—149, Budapest.

BORZA, K. & MICHALÍK, J. (1987): On stratigraphy and lithology of Czorsztyn Limestone Formation in Central West Carpathians (Jurassic, Malm). — Geologický zborník Geologica Carpathica 38/3, 259—284, Bratislava.

BORZA, K. & MICHALÍK, J. (1988): Biostratigraphy of Upper Jurassic and Lower Cretaceous formations in the Vysoká Nappe, Malé Karpaty Mts. — Knihovna zemního plynu a nafty, Miscellanea Palaeontologica II/1, 6a, 203—214, Hodonín. (In Slovakian)

BORZA, K., MICHALÍK, J. & VAŠÍČEK, Z. (1981): Lithogenesis, paleoecology and biostratigraphy of the Jurassic/Cretaceous sequence in the Krížna Nappe of Strážov Highland (Central Western Carpathians). — Zemní plyn a nafta 26/1, 625—638, Hodonín.

BORZA, K., MICHALÍK, J. & VAŠÍČEK, Z. (1987): Lithological, biofacial and geochemical characterization of the Lower Cretaceous pelagic carbonate sequence of Mt. Butkov (Manín Unit, West Carpathians). — Geologický zborník Geologica Carpathica 38/3, 323—348, Bratislava.

MICHALÍK, J. (1985): Charakteristika mezozoických sekvencií Malej a Vel'kej Fatry a Strážovských vrchov. [An overview of the Mesozoic sequences in the Malá Fatra, Vel'ká Fatra and Strážovské vrchy Mts. Localities Čičmany, Strážovce.] *In* Sprievodca k XXV. celoštátnej geologickej konferencii Slovenskej geologickej spoločnosti [Guide of the 25th Meeting of Slovakian Geological Society.] Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, pp. 156—157. (In Slovakian)

MICHALÍK, J., GAŠPARÍKOVÁ, V., HALÁSOVÁ, E., PETERČÁKOVÁ, M. & OŽVOLDOVÁ, L. (1990a): [Microbiostratigraphy of Upper Jurassic and Lower Cretaceous formations of the Manín Unit in the Butkov section near Ladce, Strážovské Vrchy Mts., Central Western Carpathians]. — Knihovna zemního plynu a nafty 9b, 23—55, Hodonín. (In Slovakian with English abstract)

MICHALÍK, J., REHÁKOVÁ, D. & HALÁSOVÁ, E. (1990b): [On stratigraphy of the Jurassic/ Cretaceous boundary beds in the Hlboč Valley (Vysoká Unit of the Krížna Nappe, Malé Karpaty Mts.)]. — Knihovna zemního plynu a nafty, 9a, 183—204, Hodonín. (In Slovakian with English abstract)

MICHALÍK, J., REHÁKOVÁ, D. & PETERČÁKOVÁ, M. (1990c): On the straligraphy of the Jurassic/ Cretaceous boundary beds in the Kysuca Sequence of the West Carpathian Klippen Belt, Brodno section near Žilina. — Knihovna zemního plynu a nafty 9b, 57—71 Hodonín. (In Slovakian with English abstract)

MICHALÍK, J., VAŠÍČEK, Z. & BORZA, V. (1990d): Aptychi, tintinnids and stratigraphy of the Jurassic/ Cretaceous boundary beds in the Strážovce section (Zliechov Unit of the Krížna Nappe, Strážovské Vrchy Mts., Central Western Carpathians). — Knihovna zemního plynu a nafty 9a, 69—92, Hodonín. (In Slovakian with English abstract)

MICHALÍK, J., SOTÁK, J., HALÁSOVÁ, E., OŽVOLDOVÁ, L., ONDREJIČKOVÁ, A., PETERČÁKOVÁ, M., REHÁKOVÁ, D. & BORZA, V. (1991):Environmental, sedimentary and life changes on the Jurassic and Cretaceous boundary. — Mineralia Slovaca 23, 277—282, Bratislava. (In Slovakian)

MICHALÍK, J. & SOTÁK, J. (1990): Lower Cretaceous shallow marine buildups in Western Carpathians and their relation to the pelagic facies. Cretaceous Research 11, 211—227, London.

MICHALÍK, J. & VAŠÍČEK, Z. (1980): On problems of palinspastic and paleogeographic reconstruction of Lower Cretaceous sedimentary area of the Krížna Nappe in the Strážovské Vrchy Mts. *In* MAHEL', M.(ed.): Conference volume „Vážnejšie problémy geologického vývoja a stavby ČSSR: Kľúcové územia a metódy riešenia." [Important problems of geological development and structure of the Western Carpathians], Smolenice 1979. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava, pp. 265—290. (In Slovakian with English abstract)

MICHALÍK, J. & VAŠÍČEK, Z. (1981): Remarks to the Lower Cretaceous stratigraphy and paleogeography of the northern part of the Western Carpathians. — Geologický zborník Geologica Carpathica 32/1, 143—153, Bratislava.

MICHALÍK, J. & VAŠÍČEK, Z. (1987): Geology and stratigraphy of the environs of the Butkov Lower Cretaceous limestone deposit (Manín Unit, Middle Váh Valley). — Mineralia Slovaca 19/2, 115—134, Bratislava. (In Slovakian with English abstract)

MICHALÍK, J. & VAŠÍČEK, Z. (1989): Lower Cretaceous stratigraphy and paleogeography of the Czechoslovakian Western Carpathians. *In* WIEDMANN, J.(ed.): Cretaceous of the Western Tethys. Proceedings of the 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen, 1987. Schweizerbart, Stuttgart, pp. 505—523.

NAGY, I. (1986): Investigation of calpionellids from the Mecsek Mountains (S. Hungary). — Acta Geologica Hungarica 29, 45—64, Budapest.

POP, G. (1976): Tithonian—Valanginian calpionellid zones from Cuba. — Dări de Seamă ale Şedintelor 62/3, 237—285, Bucureşti.

VAŠÍČEK, Z., MICHALÍK, J. & BORZA K. (1983): To the „Neocomian" biostratigraphy in the Krížna Nappe of the Strážovské Vrchy Mountains (Northwestern Central Carpathians). Zitteliana 10, 467—483, München.

VAŠÍČEK, Z. & MICHALÍK, J. (1986): Lower Cretaceous ammonites of the Manín Unit (Mt. Butkov, Western Carpathians). — Geologický zborník Geologica Carpathica 37/4, 449—481, Bratislava.

VAŠÍČEK, Z., REHÁKOVÁ, D., MICHALÍK, J., PETERČÁKOVÁ, M. & HALÁSOVÁ, E. (1992): Ammonites, aptychi, nanno- and microplankton from Lower Cretaceous Pieniny Formation in the „Kysuca Gate" near Žilina (Klippen Belt, Kysuca Unit). — Západné Karpaty, séria Paleontológia (in press), Bratislava.

Daniela REHÁKOVÁ & Jozef MICHALÍK, Geological Institute, Slovakian Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, ČS-842-26 Bratislava, Czecho-Slovakia

Manuscript received 12 December 1991
Revised 28 January 1992

Földtani Közlöny 122/1, 67—87 (1992) Budapest

Toarci (alsójura) szervesanyagdús fekete pala a mecseki Réka-völgyben

Toarcian (Lower Jurassic) organic-rich black shale in the Réka Valley (Mecsek Hills, Hungary)

DULAI Alfréd, SUBA Zsuzsa és SZARKA András

(8 ábrával és 2 táblázattal)

Összefoglalás

A mecseki Réka-völgyben kibukkanó alsótoarci fekete pala ammoniteszek *(Hildaites)* alapján a Falcifer Zónában rakódott le. A Jenkyns-modell alapján a képződményt az alsójura anoxikus esemény jól ismert nyugat-európai üledékeivel párhuzamosítjuk. A fekete palában lévő homokkőturbiditek nehézásványai metamorf lehordási területre utalnak. A Rock—Eval pirolízis jelentős (4,1%-os) szerves széntartalmat mutatott ki a fekete palában. A szervesanyag éretlen, de kedvező minőségű, II. típusú (tengeri eredetű, reduktív környezetben képződött) kerogént tartalmaz. A magas szerves széntartalom és a kerogén minősége alapján feltételezhető, hogy kedvező környezetben a fekete pala jó szénhidrogén-anyakőzetté válhat.

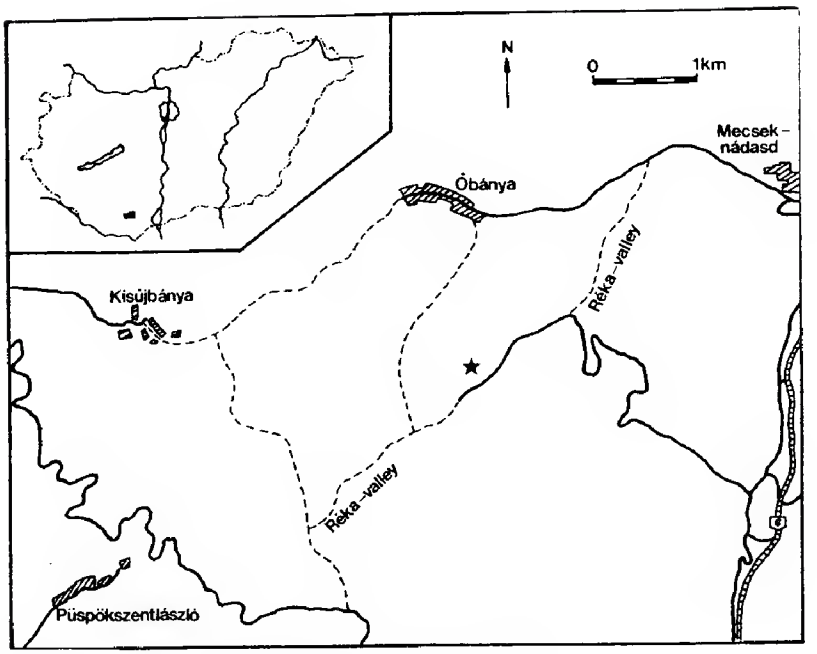
Abstract

Based on macrofossils (*Hildaites*, Ammonoidea) the laminated black, organic rich shale proved to be of Early Toarcian age (Falcifer Zone). It is compared to the well-known Western European Lower Jurassic black shales. Having used the Jenkyns model we concluded that the formation is an equivalent of the deposits of the Toarcian Anoxic Event. Sedimentation of the shale was interrupted by the deposition of sandstone turbidites. Heavy mineral studies show that the source area was built up by metamorphic and/or acid igneous rocks. Rock—Eval pyrolysis was done to identify the organic matter content of the shale. A sample originating from the fossiliferous black shale is rich in organic matter (4.1%). The organic matter is immature, but it contains top quality type II kerogen (oil prone). Probably the black shale served as a source rock of hydrocarbons.

Key words: stratigraphy, sedimentology, organic geochemistry, Lower Jurassic, Toarcian, black shale, Mecsek Hills, Hungary

Bevezetés

Az ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszéke által szervezett 1989-es terepgyakorlaton geológiai térképezést végeztünk a Keleti-Mecsekben található Réka-völgyben. A völgyben több ponton kibukkanó alsójura fekete palát (Óbányai Aleurolit Formáció) tanulmányoztuk részletesen. Megvizsgáltuk a képződmény kőzettani, üledékföldtani, őslénytani és szerves geokémiai jellegeit. Munkánk jelentőségét az adja, hogy a fekete pala potenciális szénhidrogén-anyakőzet, és hasonló alsójura fekete pala került elő a Duna—Tisza-közi fúrásokból. A Réka-völgy Kisújbánya, Óbánya, Mecseknádasd és

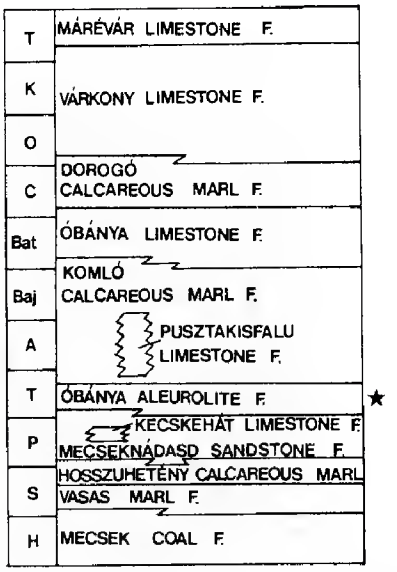


1. ábra. A vizsgált szelvény földrajzi elhelyezkedése a Mecsekben.
Fig. 1. Location of the studied Lower Toarcian section in the Mecsek Hills.

Püspökszentlászló között helyezkedik el, csapása ÉK—DNY irányú (1. ábra). A Mecsek-hegység triász és alsójura képződményei tipikusan stabil-európai kifejlődésűek (2. ábra). A műrevaló hettangi—alsószinemuri feketekőszén fedőjében a középső szinemuri alemelettől a bajóci emelet végéig szürke foltosmárga található, karbonátos közbetelepülésekkel. A vizsgált alsótoarci Óbányai Aleurolit Formáció vékony közbetelepülésként jelentkezik a több ezer méter vastag márgasorozatban. A bath emeletben fordulnak elő az első olyan képződmények (vörös, gumós márga), amelyek hasonlítanak a Tethys azonos korú üledékeihez. Ezzel összhangban VÖRÖS (1988) brachiopodák paleobiogeográfiai vizsgálata alapján kimutatta, hogy a callovi—titon emeletekben a Tiszai nagyszerkezeti egység már eltávolodott a stabil-európai selftől. (A Tiszai egység definícióját lásd FÜLÖP (1989).) A felsőjura tűzköves mészkövek a Mecseken kívül a Mediterrán régió számos területén megfigyelhetők. Mivel a vizsgált fekete pala feküjét és fedőjét egyaránt a szürke foltos márga alkotja, röviden ezzel a képződménnyel is foglalkozunk.

A szürke foltosmárga

A szürke márga vastag, meglehetősen monoton kőzetsorozatot alkot. Uralkodóan szürke színű. Erősen bioturbált, amit a makroszkóposan is jól látható foltosság jelez. Ez arra utal, hogy a márga képződése idején gazdag inbentosz fauna élt az aljzatban. Néhány feltárásban sikerült ammoniteszeket, belemnitesz rosztrumokat és szenesedett



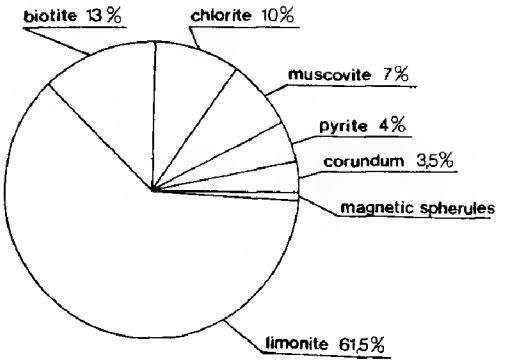
2. ábra. Jura litosztratigráfiai egységek a Mecsek hegységben (CSÁSZÁR & HAAS, 1983 alapján). Az alsójura kőzetek stabil-európai típusúak, a bath korú vörös gumós márgák az első mediterrán jellegű képződmények. H: hettangi, S: szinemuri, P: pliensbachi, T: toarci, A: aaleni, Baj: bajoci, Bat: bath, C: callovi, O: oxfordi, K: kimmeridgei, T: titon.

Fig. 2. Jurassic formations of the Mecsek Hills (after CSÁSZÁR & HAAS, 1983). The Lower Jurassic rocks are of NW European type. In the Bathonian there are those red marls which can be considered as the first deposits similar to those of the Tethys. H: Hettangian, S: Sinemurian, P: Pliensbachian, T: Toarcian, A: Aalenian, Baj: Bajocian, Bat: Bathonian, C: Callovian, O: Oxfordian, K: Kimmeridgian, T: Tithonian.

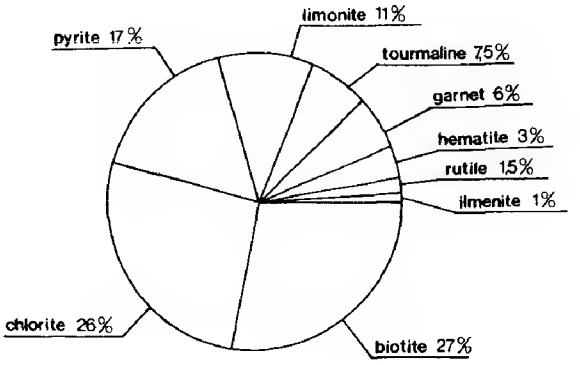
növénymaradványokat gyűjtenünk. A rossz megtartású fauna GÉCZY BARNABÁS határozása alapján a következő:

Calliphylloceras sp.
Lytoceras sp.
Amaltheus sp.
Dactylioceras sp.
Protogrammoceras sp.
Hildaites sp.

Ennek alapján a márga kora doméri—toarci. A szürke márga időbeli elterjedése jóval nagyobb, a mi gyűjtési pontjaink azonban a fekete pala közvetlen feküjére és fedőjére korlátozódtak. Jellemző a laminált és a vastagon rétegzett márga váltakozása. Vékonycsiszolatban a márga két változata különböztethető meg: wackestone, bioklasztokkal a mikrites karbonát mátrixban, ill. grainstone, bioklaszt szemcsékkel. A márgából a következő nehézásványok kerültek elő: limonit, biotit, klorit, muszkovit, pirit, korund és mikrometeorit (3a ábra). A biotit, muszkovit és korund metamorf vagy savanyú magmás lehordási területre utal.



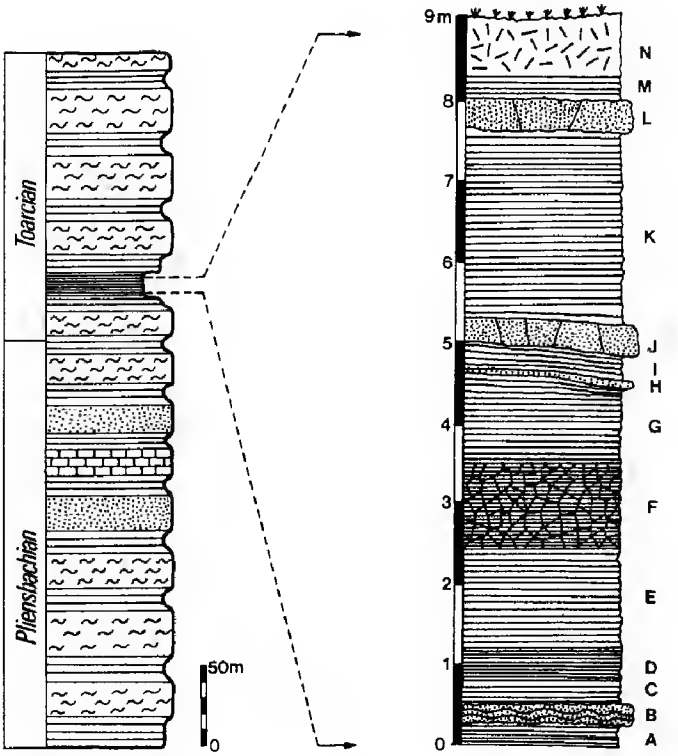
3a. ábra. A szürke márga nehézásvány-összetétele.
Fig. 3a. Percentage of heavy minerals in the grey marl.



3b. ábra. A fekete pala nehézásvány-összetétele.
Fig. 3b. Percentage of heavy minerals in the Toarcian black shale.

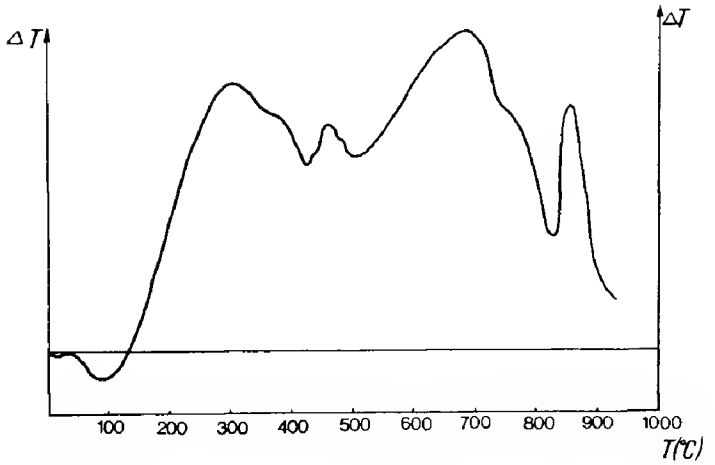
A toarci fekete pala

A vastag foltosmárga sorozatba települő fekete pala jól tanulmányozható a réka-völgyi feltárásokban. Eddig csak néhány adatot publikáltak erről a kis vastagságú képződményről. VADÁSZ (1935) megemlíti, hogy a toarci márga felső része laminált fekete palából áll, gazdag *Posidonomya* tartalommal. Ezen kívül összesített faunalistát ad a toarci emeletről. FORGÓ et al. (1966) a felsőtoarci emeletbe helyezi a fekete palát és változtatás nélkül átveszi VADÁSZ (1935) faunalistáját. WEIN (1968) térképén a fekete pala szintén a felsőtoarciban van. FÜLÖP (1971) csak megemlíti a képződményt. FÖLDI et al. (1967) rövid makroszkópos leírást ad a kőzetről, és megemlíti, hogy a fekete pala fölött toarci márga található. Sajnos, szintén csak egy összesített faunalistát ad a toarci emeletre. A mecseki fekete palát említi még JENKYNS (1988). A vizsgált rétegsor a 4. ábrán látható. A fekete pala körülbelül 9 m vastag és a következő egységekre bontható:



4. ábra. A fekete pala feltárásának rétegoszlopa. Az egyes egységek leírása a szövegben olvasható.
Fig. 4. Stratigraphic column of the Toarcian black shale. For description see text.

A: 25 cm vastag, fekete, 0,5 cm vastag lemezek.
B: 15 cm vastag, laminált homokkő betelepülés. A rétegfelszín helyenként hullámos. Színe barna-fekete. A homokos betelepülések keményebbek, mint a finoman laminált pala.
C: 40 cm vastag, 0,5 cm-es lemezekből álló réteg.
D: 40 cm vastag, finoman laminált réteg.
E: 1 m vastag, kiékelődő lemezes réteg, mm-es laminákkal. A laminák felszíne sík, ritkán hullámos. A törési felületeken homokos, csillámos.
F: 1 m vastag, barna-fekete, 0,5 cm-es lemezekből álló réteg, amely erősen töredezett.
G: 1 m vastag réteg, amely 0,5—1 cm-es lemezekből áll. Kissé töredezett.
H: 3 cm vastag, kemény homokkő betelepülés. Mállott felszínén sárgásbarna, friss törési felületén sötétszürke.
I: 25 cm vastag, töredezett, laminált pala.



5. ábra. A fekete pala termikus vizsgálatának görbéje. Jellemző a szerves anyag égésétől származó exoterm csúcs.

Fig. 5. Diagram of the thermoanalysis of the Toarcian black shale. All reactions show an exothermic reaction arising from the burning of organic matter.

J: 30 cm vastag homokkő betelepülés, melynek nagyon változékony a vastagsága. Alsó lapján hullámfodrok, keresztmetszetén néhol keresztrétegzés látható.
K: 2,5 m vastag, laminált, fekete, aleuritos pala, limonitos foltokkal.
L: 30 cm vastag, átkovásodott krinoideás mészkő közbetelepülés, melyben helyenként bitumenes foltok észlelhetők.
M: 20 cm vastag pala, 0,5 cm-es lemezekkel.
N: talaj és törmelék.

Kőzetleírás

a) A sötétbarna-fekete színű pala erősen laminált. Helyenként egészen vékony (2 mm-es) lemezekre esik szét, de a lemezek átlagvastagsága 3—4 mm. A rétegfelszín általában sík, ritkán hullámos. Ezen felületek mentén a pala könnyen hasítható. A hasítási felületeken sok csillám található és itt dúsulnak az ősmaradványok is (ammoniteszek, kagylók, halak). Helyenként a mállás hatására a kőzet színe rozsdabarnára változott. A vékonycsiszolatban jól látható, hogy a pala irányított szövetű: a szemcsék a laminákkal párhuzamosan rendeződnek el. Két szemcsetípust lehet elkülöníteni: a kisebb méretű agyagásványokat és limonitot, valamint a nagyobb méretű kvarcszemcséket és muszkovitlapokat. A kvarcszemcsék szögletesek és határozott rétegek mentén fordulnak elő a muszkovittal együtt, agyagos-limonitos kötőanyagban. A kvarctartalmú és kvarcmentes rétegek éles felülettel különülnek el egymástól.

b) A homokos valamint az átkovásodott mészkő betelepülések rendkívül változatos morfológiájúak. Vastagságuk 1—40 cm között változik. Mállott felszínük barna, a friss törési felületük szürke. A kőzet erősen töredezett és kemény. A szemcsék 0,2—0,5 mm

nagyságúak. A legfelső, krinoideás mészkő betelepülésben bitumenfoltokat találtunk. Két rétegből a rétegzésre merőleges vékonycsiszolatot készítettünk. A „H" jelű homokkő pad vékonyabb 5 cm-nél. A csiszolatban jól láthatóan gradált rétegződés tapasztalható. A szemcsék szögletesek, kvarc anyagúak, finomszemcsés agyagos-limonitos alapanyagba ágyazódnak. A „J" jelű homokkőpad szövete jóval bonyolultabb. Ez a réteg vastagabb (30 cm) és több ciklust tartalmaz. Már makroszkóposan is elkülöníthető négy jól definiált barna réteg. Ezek agyagosabbak környezetüknél, két iyen szint között pedig a „H" jelű betelepüléshez hasonló szövetet mutat a kőzet. A terepi megfigyelések és a mikroszkópos vizsgálat alapján állíthatjuk, hogy a homokos betelepülések zagyáramokkal kerültek leülepedési helyükre.

Lehordási terület

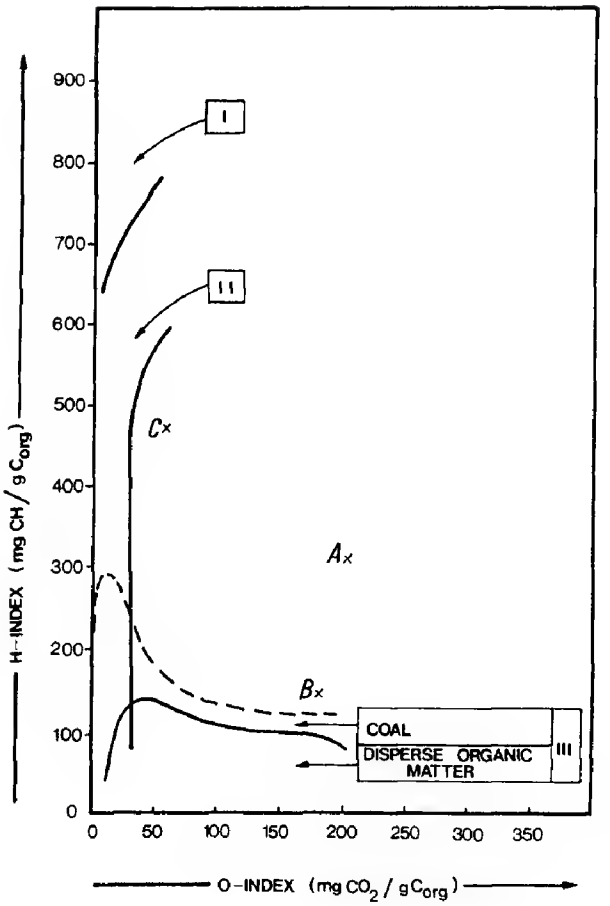
A fekete palából sósavas oldás után nem tudtunk nehézásványokat leválasztani. A homokos betelepülésekből a következő ásványok kerültek elő (átlagminta, szemcseméret 0,125—0,250 mm): biotit, klorit, pirit, limonit, turmalin, gránát, hematit, rutil és ilmenit (3b ábra). A homokos betelepülésből kevesebb nehézásványt sikerült leválasztanunk, mint a foltos márgából. A cirkon hiánya, valamint a biotit és klorit túlsúlya figyelemre méltó. Ennek alapján metamorf vagy savanyú magmás lehordási terület valószínűsíthető.

Szervesanyag

Az agyagásványokat és a szervesanyagot FÖLDVÁRI MÁRIA vizsgálta meg a Magyar Állami Földtani Intézet Termikus Laboratóriumában. A felvétel jellegzetessége a szervesanyag égéséből származó, exoterm reakciót jelző csúcs, mely az összes egyéb reakcióra rányomja bélyegét (5. ábra). A mérés eredménye a következő:

szervesanyag	min.	10,5	%
karbonát (kalcit)	max.	34,3	%
montmorillonit		17,08	%

Az anyag nyomelemtartalmának vizsgálatára félmennyiségi optikai színképelemzés készült az ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszékén (a mérést NAGY BÉLÁNÉ végezte). A mérési eredményeket összehasonlítottuk az irodalomban talált adatokkal (WEDEPOHL, 1972, RÖSLER & LANGE, 1972) (1. táblázat). A Co, Cu, Pb, Mn, V és Ba az átlagos értékeknél magasabb koncentrációban jelentkezik. A Mn reduktív feltételek között a selfüledékekből diagenetikusan mobilizálódik, de ez a folyamat a szerves széntartalom növekedésével erősen visszaszorul. Így a Mn, valamint a Co, Cu, Pb, V elemtársulás magas koncentrációja az agyagásványok, de főleg a nagy mennyiségben jelen lévő szervesanyag akkumulációs hatásának az eredménye. A nagymennyiségű szervesanyag jelenléte miatt szükséges volt a kőzet szénhidrogéngenetikai vizsgálata. A mérést (Rock-Eval pirolízis) HETÉNYI MAGDOLNA végezte a JATE Ásványtan, Kőzettan és Geokémiai Tanszékének Rock-Eval II készülékével. A vizsgált minták a következők voltak:

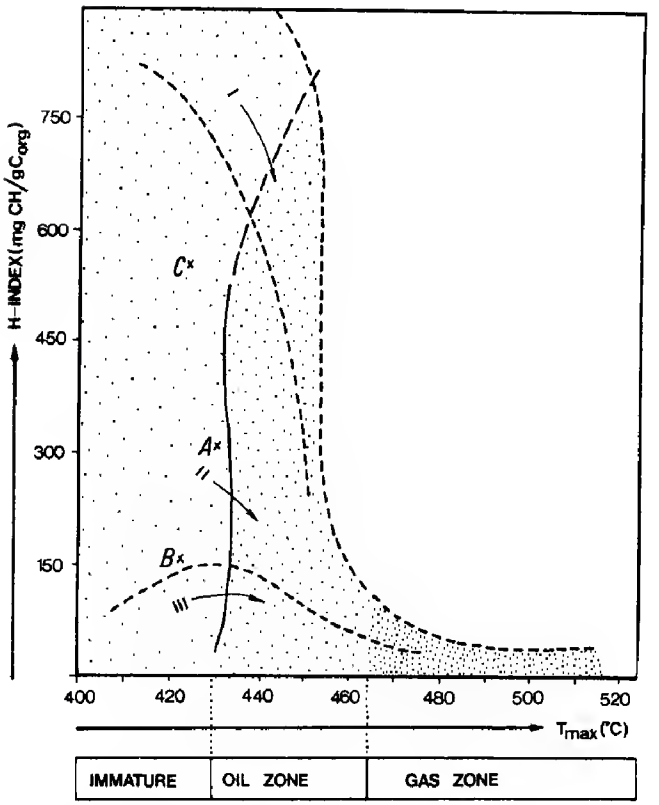


6. ábra. A kerogén szervesanyagának típusa (O-index/H-index diagram).
Fig. 6. O-index vs. H-index plot of the Lower Toarcian samples.

A: foltos márga kőzettörmelék a patakmederből, amelynek törési felületén egy 5 cm átmérőjű fekete bitumenfoltot találtunk.
B: közbetelepült krinoideás mészkőpad a fekete palából, törési felületén 2-5 mm átmérőjű bitumenfoltok (L réteg).
C: laminált fekete pala a fosszíliadús rétegekből (E, F és G rétegek).

Értékelhető bitumentartalom csak az „A" mintából oldódott ki az extrakció során, a „B" és „C" minták csak elenyésző mennyiségű bitument tartalmaztak, ezért itt nincs mért adat.

A mérési eredmények a 2. táblázatban olvashatók. A vizsgált kerogének típusa a 6. ábrán, érettségi állapotuk a 7. ábrán látható. A minták karbonáttartalma a szerves



7. ábra. A kerogén szervesanyagának fejlődési állapota.
Fig. 7. Maturity diagram for the Lower Toarcian samples.

széntartalomtól elkülönítve mérhető. A pirolízis eredményeképpen az alábbi következtetések adódnak:

B: Ennek a mintának jelentéktelen a szerves szén tartalma. Anyaga éretlen (a diagenezis zónájába esik), a II. és III. típusú kerogén határterületén található. Gyakorlati jelentősége nincs.

A: Szerves széntartalma nagyobb, mint a „B" mintáé, és ez az érték meghaladja az anyakőzetekre jellemző minimális szervesanyagtartalmat (0,5 %). Valószínű, hogy sok bevándorolt bitument tartalmaz. Az éretlen zóna végét jelzi (diagenezis), II típusú kerogént tartalmaz. Minősítése gyenge-közepes, szénhidrogén-potenciálja nem jelentős.

C: Szerves széntartalma jelentős (4,1 %), minősége kedvező, szénhidrogén-potenciálja magas. A szervesanyag még az éretlen zónát jelzi (diagenezis), de ha kedvező evolúciós feltételek közé kerülne, jó anyakőzet válna belőle. A II. típusú kerogén tengeri eredetű, reduktív környezetben leülepedett fitoplankton, zooplankton és mikroorganizmus maradványokból képződik. Benne a H/C atomarány magas (1—1,5), az O/C atomarány alacsony (0,1—0,2). Ez a szénhidrogének klasszikus anyakőzetének szervesanyaga.

	1	2	3
Co	160	20	10
Ni	100	68—95	—
Cu	160	45—57	70—95
Pb	60	20	28
Ga	40	—	—
Mn	2500	70—850	150—450
Ti	6000	4600	—
V	250	125	—
Cr	100	100	—
B	100	100	—
Ba	1600	500—800	250—800
Sr	1000	—	—
Mo	16	20	70

1. táblázat. A fekete pala nyomelemtartalma g/t-ban, összehasonlítva az agyagpalák átlagos értékeivel. 1: a fekete palában mért értékek (Réka-völgy; színképelemzés) 2: agyagpalák átlagos koncentrációértékei (RÖSLER & LANGE, 1972) 3: agyagpalák átlagos koncentrációértékei (WEDEPOHL, 1972)
Table 1. Concentration of trace elements of the black shale in ppm, compared to the average shale composition. 1: Measured concentrations in the black shale (Réka Valley) 2: Average concentration in shales (RÖSLER & LANGE, 1972) 3: Average concentration in shales (WEDEPOHL, 1972).

Ősmaradványok

A térképezés során igen sok, de meglehetősen rossz megtartású fosszíliát tudtunk begyűjteni. Meghatározásukban GÉCZY BARNABÁS és SZENTE ISTVÁN volt segítségünkre. Több, mint 30 halmaradvány is előkerült, melyek preparálását és meghatározását ANDREA TINTORI (Milánó) volt szíves elvégezni. Az előkerült fauna a következő:

Ammonoidea:
Calliphylloceras sp.
Lytoceras sp.
Dactylioceras sp.
Protogrammoceras sp.
Hildaites sp.
Bivalvia:
Solemya bollensis QUENSTEDT, 1858
Pseudomytiloides dubius (SOWERBY, 1818)
Pisces:
Leptolepis normandica NYBELIN, 1962

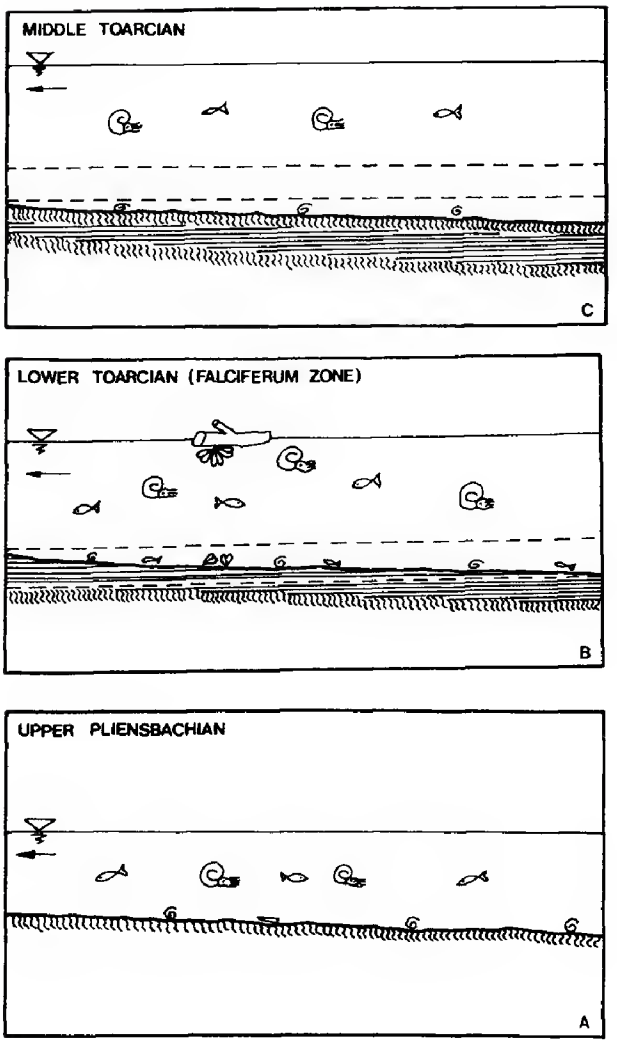
A *Hildaites* nemzetség jelenléte alapján a fekete pala koraként a Falcifer Zóna (és esetleg a Bifrons Zóna) valószínűsíthető. Ezt azért fontos megjegyezni, mert — mint a bevezetésben említettük — eddig a fekete pala faunáját a többi toarci kőzet faunájától elkülönítve nem vizsgálták. Ennek tudható be, hogy sok szerző a toarci emelet felső részébe helyezte a képződményt, holott a Falcifer Zóna ennél jóval idősebb. Csekély számú bentosz faunaelem (néhány *Solemya bollensis*) található a fekete palában. Ez jól

	A	B	C
T_{max}	430	424	426
S_1	0,18	0,04	1,24
S_2	2,41	0,33	19,23
S_3	1,51	0,40	2,58
PI	0,08	0,11	0,06
S_2/S_3	1,41	0,82	7,45
PC	0,19	0,03	1,70
TOC%	0,68	0,22	4,10
HI	314	150	469
OI	222	181	62
CHP	2,59	0,37	20,47

2. táblázat. A Rock—Eval pirolízis során mért paraméterek.
T_{max}: S_2-höz tartozó hőmérséklet (°C)
S_1: a minta természetes szénhidrogén-tartalma (illók, 300 °C-ig szabadulnak föl) (mgCH/g minta)
S_2: a mérés során, krakkolódással felszabaduló szénhidrogének (300 °C-tól 550 °C-ig) (mgCH/g minta)
S_3: oxigéntartalmú szerves vegyületekből felszabaduló széndioxid (mgCH/g minta)
PI: produktív index
PC: pirolizált széntartalom (%)
TOC%: teljes szerves széntartalom (%)
HI: S_2/TOC, a H/C atomaránnyal arányos (mgCH/g TOC)
OI: S_3/TOC, az O/C atomaránnyal arányos (mgCO_2/g TOC)
CHP: szénhidrogén-potenciál, S_1+S_2 (kgCH/t kőzet)

Table 2. Parameters measured by Rock—Eval pyrolysis.
Tmax: temperature belonging to S_2 (°C)
S_1: natural hydrocarbon content of the sample (volatiles, these can be released until 300 °C) (mgCH/g of sample)
S_2: hycrocarbon released during the measurement by cracking (at 300 °C to 550 °C) (mgCH/g of sample)
S_3: carbon-dioxide formed from oxygen containing organic compounds (mgCH/g of sample)
PI: index of productivity
PC: pyrolised carbon (%)
TOC%: total organic carbon (%)
HI: S_2/TOC, it is proportionate to H/C atomic ratio (mgCH/g TOC)
OI: S_3/TOC, it is proportionate to O/C atomic ratio (mgCO_2/g TOC)
CHP: hydrocarbon-potential, S_1+S_2 (kgCH/ton of rock)

egyezik más szerzők eredményeivel. HALLAM (1975) szerint csak négy kagylófaj élte túl a — később tárgyalandó — alsójura eseményt. JENKYNS (1988) szintén megemlíti, hogy a Falcifer Zóna tekinthető a legfontosabb faunahatárnak az európai jurában. Nagyszámú *Pseudomytiloides* került elő a palából. Külföldi analógiák alapján (HAUFF, 1953; TANABE, 1983) ezek bisszusszal uszadékfára rögzülve sodródtak ki a nyílt tengerre. Újabban különböző nézeteket publikáltak a bentosz szervezetek hasonló körülmények közötti megjelenésének feltételeiről (KAUFFMAN, 1978; BRENNER & SEILACHER, 1978; SEILACHER, 1982).


MIDDLE TOARCIAN
C
LOWER TOARCIAN (FALCIFERUM ZONE)
B
UPPER PLIENSBACHIAN
A
TRANSGRESSION
SEA LEVEL
FISHES
AMMONITES
BELEMNITES ROSTRA
DRIFT-WOOD
BIVALVES
GREY MARL
BLACK LAMINATED SHALE
ANOXIC LAYER OF WATER

Lerakódási környezet

A szedimentológiai, geokémiai és őslénytani jellegek alapján (laminált rétegződés, sötét szín, magas szervesanyagtartalom, redukált bentosz fauna) anoxikus lerakódási környezetet valószínűsítünk. Régebben a szerzők az anoxikus környezetet zárt medencékhez kötötték. Mára azonban ismertté vált, hogy anoxikus környezetek alakulhatnak ki a parti feláramlási területeken *(upwelling)*, sőt a nyílt óceánon is. Ezek a stagnációs modellekkel nyilván nem magyarázhatók. Ezért SOUTHAM és munkatársai (1982) kidolgoztak egy dinamikus modellt a recens óceánok tanulmányozása alapján. JENKYNS (1985) hasonló modellt használt a toarci anoxikus esemény magyarázatára. Szerinte a tengervíz szervesanyag-tartalma megemelkedett az alsójurában a magas planktonproduktivitás miatt. A szervesanyag lebomlása oxigént fogyaszt, miközben a részecskék keresztülhullanak a vízoszlopon. Anoxikus zóna akkor alakul ki, ha az oxigénfelhasználás nagyobb az adott rétegben, mint az oxigénutánpótlás. Anoxikus üledékek ott képződnek, ahol az anoxikus vízréteg elmetszi az aljzatot. E zóna alatt és fölött normális tengeri üledékek képződnek. Őslénytani bizonyítékok alapján tudjuk, hogy a Mecsek az alsójurában a Tethys északi szegélyénél helyezkedett el (GÉCZY, 1973). Itt sekély epikontinentális tenger volt (KÜSPERT, 1983), amely nyitott volt a Tethys felé. Így előfordulhatott, hogy a Tethysben kialakult anoxikus vízréteg a transzgresszió idején elöntötte a sekély selfet (HALLAM, 1978; JENKYNS, 1985). A kiegyenlített aljzatmorfológia miatt az anoxikus fekete palák egyidejűleg nagy területen jelentek meg. Ekkor képződtek a jól ismert nyugat-európai palák (*Posidonienschiefer, Jet Rock, Schistes Cartons*) csakúgy, mint ez az alig ismert fekete pala a Réka-völgyben (JENKYNS, 1988). A fentiekből következik, hogy a Jenkyns-modell alkalmazható a mecseki szelvény esetében is. A pliensbachi emeletben és valószínűleg a toarci elején sekélytengeri üledékképződés folyt a területen. Az erős bioturbáció bizonyítja a gazdag bentosz életet a foltosmárga képződésekor (8a ábra). Az alsótoarci Falcifer Zónában a Tethysben kialakult anoxikus vízréteg rövid idő alatt elöntötte a sekély selfet, ekkor rakódott le a vizsgált anoxikus üledék (8b ábra). A transzgresszió folytatódott a Falcifer Zóna után is; az anoxikus szint a tenger aljzata fölé emelkedett (8c ábra), és az anoxikus üledékképződést normál tengeri szedimentáció váltotta fel. Más vélemények szerint ekkorra már megszűnt az anoxikus vízréteg.

8. ábra. JENKYNS modelljének alkalmazása a mecseki rétegsorra. **A:** A pliensbachi emeletben és a toarci emelet kezdetén sekélytengeri üledékképződés folyt a térségben. A gazdag inbentosz élővilágot a bioturbáció jelzi. **B:** Az alsótoarci Falcifer Zónában az anoxikus vízréteg a transzgresszió következtében hirtelen szétterült a sekély selfen, így az általunk vizsgált anyag le tudott rakódni. **C:** A Falcifer Zóna után folytatódott a transzgresszió, az oxigénszegény vízréteg az aljzat fölé emelkedett, így ismét normál tengeri üledékképződés folyt. Mások szerint ekkorra megszűnt az anoxia.

Fig. 8. Application of the Jenkyns model to the sequence of Mecsek. A: First there was a shallow marine sedimentation in the Pliensbachian and at the beginning of the Toarcian. The rich benthonic life is proved by bioturbation. B: In the Lower Toarcian Falcifer Zone, the anoxic layer suddenly spread over the shallow shelf, thus the examined sediment could develop. C: The transgression continued after the Falcifer Zone, thus the anoxic level lifted up from above the sea bottom, thus anoxic sedimentation gave way to normal marine sedimentation. According to other opinions anoxia ceased completely by this time.

Következtetések

A dolgozat a mecseki Réka-völgyben kibukkanó alsótoarci fekete palát vizsgálja részletesen. A benne talált ammoniteszek (*Hildaites*) alapján a fekete pala a Falcifer Zónában rakódott le. JENKYNS (1985) modelljét felhasználva a képződményt az alsójura anoxikus esemény jól ismert NY-európai üledékeivel párhuzamosítjuk, megerősítve ezzel JENKYNS (1988) véleményét. A pala képződését epizodikus homokkőturbiditek és krinoideás mészkő közbetelepülések szakítják meg. A nehézásvány-vizsgálatok alapján metamorf vagy savanyú magmás lehordási terület feltételezhető. Rock—Eval pirolízis alapján a fekete pala fosszíliadús rétegeiből vett minta szerves széntartalma jelentős (4,1%). A szervesanyag még az éretlen zónába tartozik, de kedvező minőségű, II. típusú kerogént tartalmaz (tengeri eredetű, reduktív környezetben képződött). A fekete pala magas szerves szén tartalma, a kerogén minősége és nagy szénhidrogén-potenciálja alapján feltételezhető, hogy kedvező környezetben jó szénhidrogén-anyakőzet válhat belőle.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk kifejezni köszönetünket mindazoknak, akik segítették munkánkat: Géczy Barnabásnak, Szente Istvánnak és Andrea Tintorinak az ősmaradványok meghatározásáért; Hetényi Magdolnának, Nagy Bélánénak és Földvári Máriának a műszeres vizsgálatok elvégzéséért; Józsa Sándornak, Szakmány Györgynek, Kázmér Miklósnak, Szente Istvánnak. Mindszenty Andreának, Galácz Andrásnak és Vető Istvánnak hasznos tanácsaikért.

Toarcian (Lower Jurassic) organic-rich shale in the Réka Valley (Mecsek Hills, Hungary)

A. DULAI, Zs. SUBA, A. SZARKA

Introduction

Geological mapping was undertaken in the East Mecsek in the Réka valley in 1989. We have examined the Lower Jurassic black shale in detail (Óbánya Siltstone Formation) cropping out at several points in the valley. We have studied the petrological, sedimentological, paleontological and geochemical features of the shale.The importance of our investigations is given by the fact that the black shale may serve as a potential hydrocarbon source rock. The Réka Valley is situated between Kisújbánya, Óbánya, Mecseknádasd and Püspökszentlászló villages, running from NE to SW (Fig. 1). The Triassic and Lower Jurassic rocks of the Mecsek Mountains are of Northwest European type developments (Fig. 2). At the beginning of the Jurassic,

workable coal deposits (Gresten facies) were formed in a limnic, fluvial, and later coastal detrital depositional environment. From the middle Sinemurian to the end of the Bajocian, predominantly grey marls *(Fleckenmergel)* were deposited, with interbedded carbonates. The Lower Toarcian Óbánya Siltstone Formation is an intercalation in this sequence. In the Bathonian there occur those nodular red marls which can be considered as the first deposits similar to those of Tethys. This is in accordance with the results of VÖRÖS (1988) who, on the basis of palaeobiogeographic evaluation of brachiopods, showed that in Callovian—Tithonian times the Tisza Unit already moved away from the European shelf (see the definition of Tisza Unit in Fülöp,1989). The Upper Jurassic cherty limestones are the same as elsewhere in the Mediterranean region. Since both the bedrock and the cover of the shale are grey spotted marl, we examined this formation, too.

The spotted marl

The spotted marl is a thick, rather monotonous rock sequence. It is mainly grey and heavily bioturbated. This is shown by the stains, and indicates that there was a significant inbenthonic fauna in the basement. From some of the outcrops we collected macrofossils: ammonite, belemnite rostra and carbonized plant fossils. The ammonite fauna has been identified by B. GÉCZY as:

Calliphylloceras sp.
Lytoceras sp.
Amaltheus sp.
Dactylioceras sp.
Protogrammoceras sp.
Hildaites sp.

Thus the age of the deposit is Domerian-Toarcian. The stratigraphical distribution of the spotted marl is much larger, but our collecting places were only limited to the underlying and overlying beds of the black shale. Generally, the alternation of laminated and thick-bedded marls is typical. We made thin sections from the bedded marl. There are two varieties: wackestones with bioclasts and a micritic carbonate matrix; and grainstones with bioclasts in micritic matrix. Heavy minerals are: limonite, biotite, chlorite, muscovite, pyrite, corundum and magnetic spherule (micrometeorite) (Fig. 3a). Biotite, muscovite and corundum show that the source area was probably made of metamorphic or acid igneous rocks.

The Toarcian black shale

The thick spotted marl sequence is interrupted by the laminated black shale. Up to now a few data have been published about this thin formation. VADÁSZ (1935) mentioned that the upper part of the Toarcian marl is a laminated black shale with abundant *Posidonomya*. Besides he provided a summarized list of Toarcian fauna. FORGÓ et al. (1966) places the black shale in the Upper Toarcian, and takes over the faunal list from VADÁSZ (1935) without modification. This black laminated rock occurs in the uppermost Toarcian on the geological map of WEIN (1968). FÜLÖP (1971) mentioned the formation briefly. FÖLDI et al. (1967) gave a brief macroscopic

description, stating that there is Toarcian marl over the black shale. Unfortunately, he also gives only a summarized list of the Toarcian fauna. The black shale of Mecsek is mentioned by JENKYNS (1988) (see later). The stratigraphic column is shown in Fig. 4. The profile of the black shale is 9 m thick , and could be divided into the following units:

A: 25 cm thick, black with 0.5 cm laminae.
B: 15 cm thick sandstone intercalation. Laminated. At places the bedding planes are wavy. The colour is mainly blackish brown. It is harder than the finely laminated shale.
C: 40 cm thick layer with 0.5 cm thin laminae.
D: 40 cm thick layer with fine laminae.
E: 1 m thick, with pinching-out laminae. The surfaces of the laminae are plane, sometimes wavy. It is sandy, micaceous on the bedding planes.
F: 1 m thick, blackish brown with 0.5 cm laminae. Heavily crumbled.
G: 1 m thick, with 0.5—1 cm pinching-out laminae, rarely crumbled.
H: 3 cm thick, hard sandstone intercalation. Its weathered surface is yellow-brown, the fresh fracture surfaces are dark grey.
I: 25 cm thick, crumbled, laminated shale.
J: 30 cm thick sandstone intercalation. Its morphology is very varied, sole marks and ripple marks can be seen on the bottom of the deposit. In some places cross-bedding can be observed.
K: 2.5 m thick, laminated black aleuritic shale with limonitic nodules.
L: 30 cm thick silicified crinoid limestone intercalation, rarely bituminous stains.
M: 20 cm thick shale with 0.5 cm thin laminae.
N: soil and scree.

Lithology

a) The colour of the shale is black, dark brown, it is laminated. At places it disintegrates into fine (0.2 mm thin) laminae, but the average thickness of the laminae is 3 to 4 mm. Their surface is usually plane or rarely wavy. The fracture of the shale at right angles to the layers is uneven. On the fracture surfaces, many mica flakes can be observed, alongwith the enrichment of fossils (ammonites, bivalves, fishes). At places also the signs of weathering can be observed: giving a brownish to rusty colour to the rock. In thin section, the texture of the shale shows preferred orientation: it is parallel to the laminae. There are two types of grains: the smaller ones are clay minerals and limonite, the larger ones are quartz grains and muscovite flakes. The quartz grains are angular, and occur in layers. The muscovite fragments are oriented parallel to the laminae. The contact between the argillaceous (clay minerals and limonite) and sandy laminae is always sharp.

b) The morphology of the sandstone intercalations is very varied. Their thickness changes between 1 and 40 cm. Their weathered surface is brown, the fresh fracture surfaces are grey. The rock is compact, brittle, hard. The size of the grains is between 0.2 and 0.5 mm. Bitumen stains were found in the uppermost sandstone bed. We made oriented thin sections, at right angles to the layers, from two sandstone beds. The sandstone intercalation — designated as 'H' — is thinner than 5 cm. The graded bedding

is apparent in the section. The grains are made of quartz, they are angular. The matrix consists of fine clay minerals and limonite. The texture of sandstone bed 'J' is more complex. This layer is thicker (about 20 cm) and consist of several cycles. Four well-defined brownish layers could be distinguished even by macroscopic observation. These brown levels are clayey, and the texture of the rock is similar to sandstone bed 'H' between two clayey levels. The field observations and thin section examinations show that the sandstone intercalations were deposited by turbidity currents.

Provenance

No heavy minerals could be separated from the hydrochloric acid solution residue of the black shale. From the sandstone intercalations, however, the following heavy minerals could be identified (size fraction: 0.125—0.250 mm): biotite, chlorite, pyrite, limonite, tourmaline, garnet, hematite, rutile, ilmenite (Fig. 3b). Their total quantity was less than in the spotted marl. The absence of zircon and the predominance of biotite and chlorite is remarkable. Thus the source area is supposed to have been some metamorphic or acid igneous rocks.

Organic matter

Thermoanalysis was used to identify the organic content and the clay minerals. The measurements were made by M. FÖLDVÁRI (Thermic Laboratories, Hungarian Geological Institute). All the reactions showed an exoterm reaction arising from the burning of the organic matter (Fig. 5). The result of the measurements is the following:

organic material	min.	10.5 %
carbonate (calcite)	max.	34.3 %
montmorillonite		17.08 %

J. NAGY (Institute of Petrology and Geochemistry, Eötvös University) has made optical spectrographic analysis. The results of measurements are shown in Table 1. We compared our results to published data (WEDEPOHL, 1972; RÖSLER & LANGE, 1972). Co, Cu, Pb, Mn, V and Ba show higher than the average concentration. Under reducing conditions Mn is getting mobilized diagenetically from the shelf sediment, but this process decreases with increasing organic carbon content. The high concentrations of Mn, as well as the Co, Cu, Pb, V associations of elements are due to the enrichment capacity of the clay minerals, but especially of the organic matter being present in high quantity. Rock-Eval pyrolysis was done to identify the organic matter content of the shale. The analyst was M. HETÉNYI (Department of Mineralogy, Geochemistry and Petrology, University of Szeged). The pyrolyser used was a Rock—Eval II instrument. Three samples have been examined:

A: detrital matter, found in the bed-load of the creek. A bitumen stain was found — 5 cm in diameter (black, with a strong bitumen smell) — on its surface.

B: interbedded crinoidal limestone from the shale, with bituminous stains of 0.2—0.5 cm diameter on its fracture surface (L layer).

C: laminated black shale (E, F an G layers).

A considerable bitumen content was dissolved by extraction during sample preparation only from sample 'A' (0.22 %). Samples 'B' and 'C' contain bitumen of low quantity, that's why there are no measured data. Pyrolysis of the samples at 300 °C for 4 min. was followed by programmed pyrolysis at 25 °C/min to 550 °C, in a helium atmosphere (HETÉNYI & SAJGÓ, 1990). The measured parameters are shown in Table 2. The type of examined kerogens can be seen in Fig. 6, their maturity is shown in Fig. 7. The organic carbon content has been measured separately after having dissolved the carbonate content of the samples. As a result of the pyrolysis, the following conclusions are drawn:

Sample B: its organic carbon content is insignificant. It is immature (zone of diagenesis), on the border of the fields of kerogen of type II (oil prone) and type III (gas prone). It is of low grade.

Sample A: Its organic carbon content is higher than that of sample 'B', but it exceeds the minimum organic matter content (0.5 %), which is typical to the parent rocks. It is possible that it contains much immigrated bitumen. It indicates the end of immature zone (diagenesis), type II (oil prone). It is of low to medium quality, its hydrocarbon potential is not very significant.

Sample C: It has a high organic carbon content (4.1 %), of top quality. Its hydrocarbon potential is high. The organic matter indicates the immature zone (diagenesis), type II kerogen (oil prone). It may easily be a potential hydrocarbon source rock under favourable conditions. The type II kerogen is of marine origin and it is formed from remains of phytoplankton, zooplankton and microorganisms in a reducing environment. H/C atomic ratio is high (1 to 1.5), O/C atomic ratio is low (0.1 to 0.2). It is a classical source rock of hydrocarbons. On the basis of the rich organic carbon content of the black shale, the quality and high CH potential of kerogen, it is probable that it may become a good CH parent rock under favourable conditions.

Fossils

We have found many fossils, however their preservation was rather poor. B. GÉCZY and I. SZENTE identified the fossils. More than 30 fishes were found, the identification of which was kindly undertaken by Prof. ANDREA TINTORI (Milan). The list of fossils found is as follows:

Ammonoidea
- *Calliphylloceras* sp.
- *Lytoceras* sp.
- *Dactylioceras* sp.
- *Protogrammoceras* sp.
- *Hildaites* sp.

Bivalvia
- *Solemya bollensis* QUENSTEDT, 1858
- *Pseudomytiloides dubius* (SOWERBY, 1818)

Pisces:
- *Leptolepis normandica* NYBELIN, 1962

On the basis of presence of the genus *Hildaites*, the black shale belongs to the Falcifer Zone (and maybe to Bifrons Zone). This is important to note because — as already mentioned in the introduction — up to now the fossils of the black shale were

examined together with the fauna of other Toarcian rocks. This way, many authors have placed the shale into the Upper Toarcian, while the Falcifer Zone is older. The small number of benthonic fossils (some *Solemya bollensis*) was expectable. It is in accordance with the results of other authors. According to HALLAM (1975) only four bivalve species survived the Lower Jurassic Anoxic Event. JENKYNS (1988) also mentioned that the Falcifer Zone can be considered as a main boundary from the point of view of the European Jurassic fauna showing the effect of the anoxic event. A large number of *Pseudomytiloides* were found. These byssally attached bivalves could fix themselves to driftwood in the open sea (HAUFF, 1953; TANABE, 1983). Recently different views were also published on the presence of benthonic elements in environments like this (KAUFFMAN, 1978; BRENNER & SEILACHER, 1978; SEILACHER, 1982).

Depositional environment

Palaeontological evidence indicate that the Mecsek, in the Early Jurassic, was situated in the northern margin of Tethys (GÉCZY, 1973). There was a shallow epicontinental sea here (KÜSPERT, 1983), which had an open gate to the Tethys. Thus it can be supposed that the anoxic water mass could have spread over the shallow shelf at the time of transgression (HALLAM, 1978; JENKYNS, 1985), and as a consequence of flat bottom morphology, black shales appeared everywhere at the same time. There are famous Lower Jurassic black shales: *Posidonienschiefer, Jet Rock, Schistes Cartons*, and less famous shales, like that in the Réka Valley, in the Mecsek (JENKYNS, 1988). As it follows from the above, the Jenkyns model can be used to the sequence of Mecsek as well (Fig. 8). First there was a shallow-marine sedimentation in the Pliensbachian and probably at the beginning of the Toarcian. The rich benthonic life is proved by bioturbation (Fig. 8a). In the Early Toarcian Falcifer Zone, the anoxic level suddenly spread over the shallow shelf, and the examined shale was deposited (Fig. 8b). The transgession continued after the Falcifer Zone, thus the anoxic level lifted up from above sea bottom (Fig. 8c), thus anoxic sedimentation gave way to normal marine sedimentation. According to other opinions anoxia ceased completely by this time.

Conclusion

Based on macrofossils (*Hildaites*, Ammonoidea) found in it, the laminated black, organic rich shale proved to be of Early Toarcian age (Falcifer Zone). This way it can be compared with the well-known West European Lower Jurassic black shales. Applying the Jenkyns model (JENKYNS, 1985) we suggest that the formation has been deposited during the Toarcian Anoxic Event. Sedimentation of the shale was interrupted by sandstone turbidites. Heavy minerals indicate that the source area was dominated by metamorphic and/or acid igneous rocks. Organic matter was identified by Rock-Eval pyrolysis. The fossiliferous black shale is rich in organic matter (4.1%). The organic matter is immature, but it contains top quality type II kerogene (of marine origin formed in reducing environment). CH potential of the black shale is high; possibly it was one of the source rocks of the hydrocarbons in the basement of Great Plain.

Acknowledgements

We are grateful to Prof. Barnabás GÉCZY, István SZENTE and Prof. Andrea TINTORI for their kind help in identifying the fossils; Magdolna HETÉNYI, Judit NAGY and Mária FÖLDVÁRI for the chemical analyses; Sándor JÓZSA, György SZAKMÁNY, Miklós KÁZMÉR, István SZENTE, Andrea MINDSZENTY, András GALÁCZ and István VETŐ for their kind support and useful advices.

Irodalom — References

BRENNER, K. & SEILACHER, A. (1978): New aspects about the origin of the Toarcian Posidonia Shales. — Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen 157, 11—18, Stuttgart.

CSÁSZÁR G. & HAAS J. (eds.) (1983): Magyarország litosztratigráfiai formációi. Litostratigraphical formations of Hungary. — Magyar Állami Földtani Intézet — Hungarian Geological Institute, Budapest. (Hungarian and English versions)

FORGÓ L., MOLDVAY L., STEFANOVITS P. & WEIN GY. (1966): Magyarázó Magyarország 200.000-es földtani térképsorozatához. L—34—XIII. Pécs. [Explanations to the Geological Map of Hungary., Scale 1:200,000. L—34—XIII. Pécs.]. — Magyar Állami Földtani Intézet [Hungarian Geological Institute] Budapest, 196 p. (In Hungarian)

FÖLDI M., HETÉNYI R., NAGY I., BILIK I. & HÁMOR G. (1967): Magyarázó a Mecsek hegység földtani térképéhez, 10.000-es sorozat. Hosszúhetény—É. [Explanations to the Geological Map of the Mecsek Hills, Scale 1:10,000, Hosszúhetény-North] — Magyar Állami Földtani Intézet [Hungarian Geological Institute] Budapest, 71 p. (In Hungarian)

FÜLÖP J. (1971): Les formations jurassiques de la Hongrie. — Annales Instituti Geologici Publici Hungarici, 54/2, 31—46, Budapest.

FÜLÖP J. (1989): Bevezetés Magyarország geológiájába. [Introduction to the Geology of Hungary.] — Akadémiai Kiadó, Budapest, 246 p. (In Hungarian)

GÉCZY B. (1973): The origin of the Jurassic faunal provinces and the Mediterranean plate tectonics. — Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis, Sectio Geologica 16, 99—114, Budapest.

HALLAM, A. (1975): Stratigraphic distribution and ecology of European Jurassic bivalves. — Lethaia, 9, 245—259, Oslo.

HALLAM, A. (1978): Eustatic cycles in the Jurassic. — Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 23, 1—32, Amsterdam.

HAUFF, B. (1953): Das Holzmadenbuch. — Rau, Öhringen, 54 p.

HETÉNYI M. & SAJGÓ Cs. (1990): Hydrocarbon generation potential of some Hungarian low-rank coals. — Organic Geochemistry 16/4—6, 907—916.

JENKYNS, H. C. (1985): The Early Toarcian and Cenomanian—Turonian anoxic events in Europe: comparisons and contrasts. — Geologische Rundschau, 74, 505—518, Stuttgart.

JENKYNS, H. C. (1988): The Early Toarcian (Jurassic) anoxic event: stratigraphic, sedimentary and geochemical evidence. — American Journal of Science 288, 18—36, New Haven.

KAUFFMAN, E.G. (1978): Benthic environments and palaeoecology of the Posidonienschiefer (Toarcian). — Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen 157, 18—36, Stuttgart.

KÜSPERT, W. (1983): Faziestypen des Posidonienschiefers (Toarcium, Süd-Deutschland). Eine isotopengeologische, organisch-chemische und petrograpishe Studie. — Dissertation, Universität Tübingen, 244 p.

RÖSLER, H. J. & LANGE, H. (1972): Geochemical Tables. — Edition Leipzig, Leipzig.

SEILACHER, A. (1982): Ammonite shells as habitat in the Posidonia Shales of Holzmaden — floats or benthic islands? — Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte 1982/2, 98—114, Stuttgart.

SOUTHAM, J. R., PETERSON, W. H. & BRASS, G. W. (1982): Dynamics of anoxia. — Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 40, 183—198, Amsterdam.

TANABE, K. (1983): Mode of life of an inoceramid bivalve from the Lower Jurassic of West Japan. — Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte 1983/7, 419—428, Stuttgart.

VADÁSZ E. (1935): A Mecsekhegység. (Das Mecsek-Gebirge.) — Magyar tájak földtani leírása (Geologische Beschreibung ungarischer Landschaften) I, 180 p., Budapest.

VÖRÖS A. (1988): Conclusions on Brachiopoda. *In* RAKÚS, M., DERCOURT, J. & NAIRN, A. E. M. (eds): Evolution of the Northern Margin of Tethys.— Mémoires de la Société Géologique de France, Nouvelle Série 154, 79—83, Paris.

WEDEPOHL, K. H. (1972): Handbook of Geochemistry. — Springer-Verlag, Berlin.

WEIN GY. (1968): A Kisújbányai-medence (Mecsek hegység) földtani viszonyai. [Geology of Kisújbánya Basin, Mecsek Hills.] — Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 101, 575—579, Budapest.

DULAI Alfréd, ELTE Őslénytani Tanszék, 1083 Budapest, Ludovika tér 2. Jelenlegi cím: Magyar Természettudományi Múzeum, Föld- és Őslénytár, 1088 Budapest, Múzeum körút 14—16.

SUBA Zsuzsa, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kőzettan-Geokémiai Tanszék, 1088 Budapest, Múzeum körút 4/A.

SZARKA András, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Ásványtani Tanszék, 1088 Budapest, Múzeum körút 4/A. Jelenlegi cím: Eötvös Loránd Tudományegyetem, Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszék, 1088 Budapest, Múzeum körút 4/A.

A kézirat beérkezett: 1991. június 24.
Átdolgozva: 1991. október 15.

Földtani Közlöny 122/1, 89—105 (1992) Budapest

Recens kőzetfeszültség a Dunántúlon

Recent stress field in Transdanubia (Western Hungary)

GERNER Péter

(10 ábrával és 1 táblázattal)

Összefoglalás

A cikk bemutatja a Dunántúlon eddig végrehajtott feszültségméréseket és eredményeiket, valamint összehasonlítja azokat a nyugat-európai és az alföldi adatokkal. Értelmezve a területen űrfelvételekről kimutatott, a legfiatalabb üledékeket is elmetsző szerkezeti vonalak lefutását, az eddigi mérésektől független adat nyerhető. A törésvonalak a Rába-vonal és a Kapos-vonal közti területen a kéregben K—NY-i irányban húzódó, jobbos nyírásos zónára utalnak, amely nyugaton transzpressziós jellegű és kelet felé tiszta nyírássá vagy transztenzióvá alakul. Megállapítható, hogy ez a mozgás, valamint a feszültségmérések adatai a következő feszültségtérben értelmezhetők: a Dunántúlon a legnagyobb és a legkisebb főfeszültség a vízszintes síkban van, irányuk rendre ÉNY-DK és ÉK-DNY, és a közbülső főfeszültség függőleges helyzetű. A nyugat-európai és az alföldi feszültségirányok fényében a Dunántúl átmeneti zónát alkot egy nyugati kompressziós és egy keleti extenziós feszültség-provincia között.

Abstract

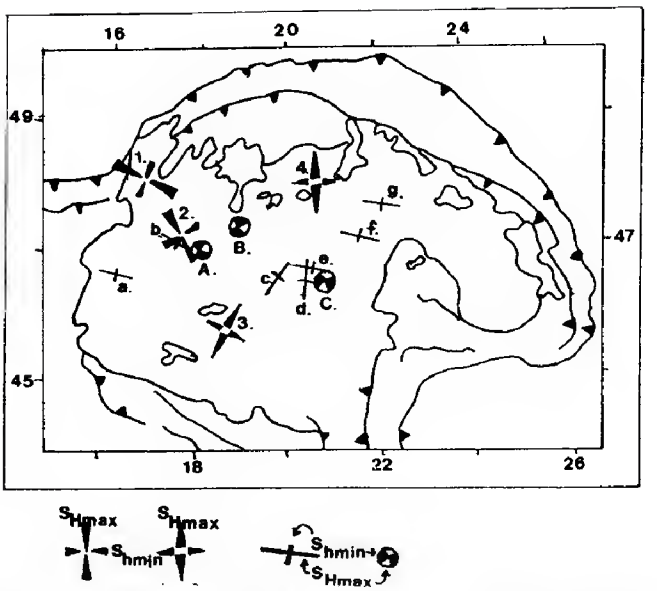
This paper presents stress measurements carried out in Transdanubia (Western Hungary), and compares their results with the data of the measurements of the Great Hungarian Plain and of Western Europe. It examines the direction of the tectonic lineaments that cut the youngest deposits, in order to get independent data from the stress measurements.

The lineaments indicate an E—W directed dextral shear zone in the crust between the Rába and the Kapos Lineaments. The shear zone is transpressional in the western area and changes to simple shear or transtension in the eastern direction. This movement and the data of stress measurements can be interpreted as results of the following stress field: The maximum (minimum) principal stress axis is horizontal with NW—SE (NE—SW) strike, and the intermediate principal stress axis is vertical. It was found that the Transdanubia is a transitional zone from the compressional stress field of Western Europe to the tensional stress field of Great Hungarian Plain.

Key words: neotectonics, stress field, Recent, Hungary

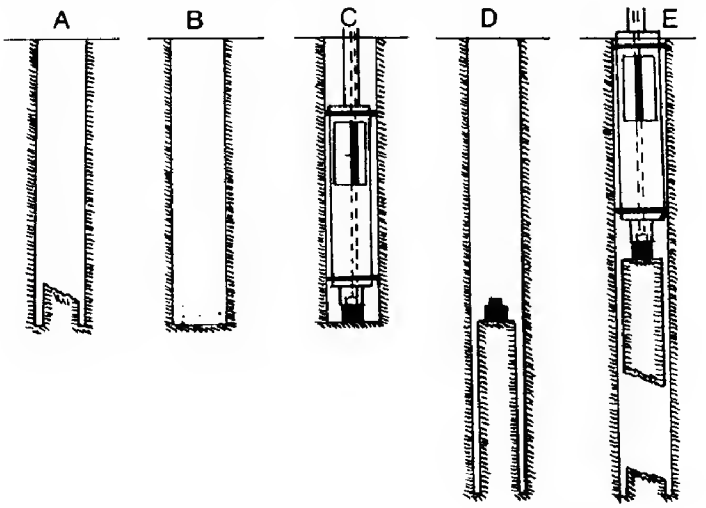
Bevezetés

A kéregben uralkodó feszültségállapot mérése az Egyesült Államokban és Nyugat-Európában már több évtizedes hagyományra tekint vissza. Az idők folyamán egymástól független, a recens kőzetfeszültség mérésére szolgáló módszerek alakultak ki. Az utóbbi 10-15 évben összegyűlt adatok alapján kimutatták, hogy regionális



1.ábra. A recens horizontális főfeszültségek irányai Magyarországon (DÖVÉNYI és HORVÁTH, 1990 után, módosítva). a—g: mélyfúrás faldeformáció analízise. 1—5: ráfúrásos feszültségmérés. A—C: földrengés fészekmechanizmusának megoldása. a: Bajánsenye; b: Bakonyszűcs; c: Gátér; d: Fábiánsebestyén; e: Szarvas; f: Sáránd; g: Baktalórántháza; 1: Hainburg; 2: Ugod; 3: Beremend; 4: Miskolc; 5: Tata; A: Berhida; B: Dunaharaszti; C: Békés.

Fig. 1. Recent directions of horizontal principal stress axes in Hungary (after DÖVÉNYI & HORVÁTH (1990), modified). a-g: borehole breakout analysis; 1—5: overcoring techniques; A—C: earthquake focal mechanism.



2.ábra. A ráfúrásos feszültségmérési eljárás folyamata (biaxiális vagy „doorstopper" módszer).
A: Fúrás a megfelelő mélységig és kőzetig. **B:** A talp lecsiszolása, polírozása; tisztítás és szárítás. **C:** Az érzékelő cella felragasztása és a referencia mérés. **D:** A ráfúrás végrehajtása. **E:** A mag kiemelése és a relaxációs mérés. (LEEMAN, 1971 után, módosítva)

Fig 2. The process of the overcoring stress measurement (doorstopper or biaxial technique). A: Boring to the suitable depth and rock. B: Polishing of the bottom of the hole, cleaning and drying of the hole. C: sticking of the gauge and the reference-measurement. D: overcoring. E: Removing of the core and the relaxation-measurement (after LEEMAN, 1971, modified).

kiterjedésű feszültség-provinciák léteznek, amelyeknek határai és jellegei jó összhangban vannak egyéb tektonikai és geofizikai eredményekkel (ZOBACK et al.1989).

A magyarországi recens kőzetfeszültségről elsőként DÖVÉNYI és HORVÁTH (1990) közölt adatokat (1. ábra), amelyeket a karlsruhei egyetemmel folyó együttműködés során mértek. E méréssorozatban születtek a cikkben feldolgozott adatok is.

Recens kőzetfeszültség meghatározásának módszerei

A mérési technikák ismertetése előtt szükséges tisztázni, hogy egy pontban a feszültség ismeretéhez hat független adat szükséges, azaz a feszültség tenzoriális mennyiség. Értékét általában a legnagyobb, a legkisebb és a mindkettőre merőleges közbülső feszültség irányával (főfeszültség irányok) és nagyságával (főfeszültség értékek) szokás megadni. A litoszféra felső részében egy főfeszültségi irány általában függőleges, kettő vízszintes irányú (ANDERSON, 1951). Az ismertetendő módszerek kivétel nélkül a főfeszültségek meghatározására irányulnak.

A módszerek teljeskörű összehasonlítását és csoportosítását ZOBACK és ZOBACK (1980), GOUGH és GOUGH (1987), valamint ZOBACK et al.(1989) végezte el. Az egyes mérések szempontjából a Pannon-medencében adódó lehetőségeket DÖVÉNYI et al. (1988), valamint DÖVÉNYI és HORVÁTH (1990) elemezte. Az alábbiakban csak a cikkben felhasznált módszereket ismertetem.

Ráfúrásos technika
(overcoring technique)

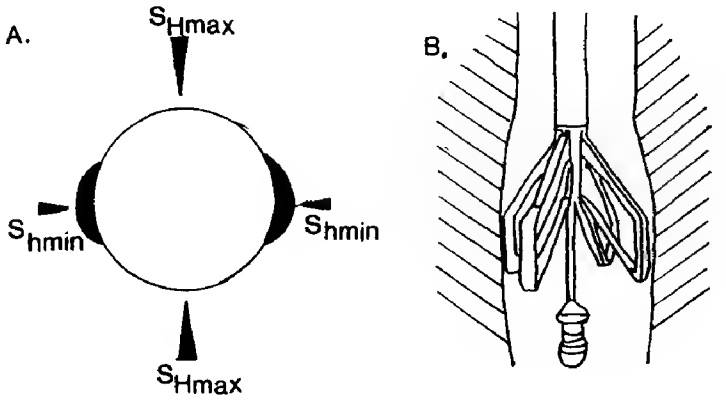
A teljes feszültségtenzor meghatározására alkalmas technika, amelynek hátránya, hogy csak körültekintően kiválasztott felszíni feltárásokban, illetve bányákban és alagutakban használható. Elterjedten használják a feszültségtér jellegének — extenziós vagy kompressziós voltának — meghatározására.

A ráfúrásos feszültségmérés során a helyszínen néhány méter mély fúrólyukat mélyítenek, amelynek aljára egy speciális szondát ragasztanak. A ragasztó megszilárdulása után történik a ráfúrás, azaz úgy vesznek magot a kőzetből, hogy a szonda is rajta van. Miután így a magot és vele együtt a szondát is elválasztották a bezáró rétegtől, a felszínen mérik a fúrómag deformációját, amely a rétegben uralkodó feszültség hatása alól kikerült testen megy végbe (2. ábra). A kőzet rugalmassági állandóinak, valamint a deformáció irányának és nagyságának ismeretében a feszültségértékek számolhatók (LEEMAN, 1964, 1971).

Földrengések fészekmechanizmusának meghatározása
(earthquake focal mechanism)

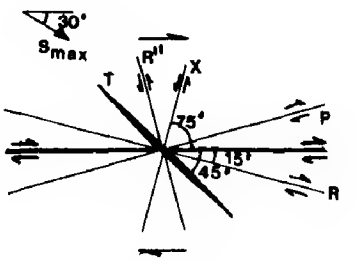
Ismert, hogy a földrengéskor az elsőként beérkező P-hullám jellegzetes térbeli eloszlást mutat. A hipocentrum köré képzelt kör felszíne két főkörrel felosztható négy negyedre, és a szemben lévő negyedekben a P-hullám első beütése vagy kompressziós vagy dilatációs (HORVÁTH, 1979). Amelyik térnegyedben a P-hullám kompressziós

jellegű beérkezést mutatott, ott a rengés előtt tenziós állapotnak kellett uralkodnia, hiszen a megnyújtott kőzet a feszültség feloldódása után összehúzódik. Hasonlóan, tágulásos P-hullám rengés előtti kompresszióra utal.



3.ábra. A: Regionális feszültségtérben lévő mélyfúrás keresztmetszetének deformációja (ZOBACK et al., 1989 alapján). Kőzetkipergés a feketével jelzett területen történik. B: A lyukbőség mérésére szolgáló szonda (DÖVÉNYI et al., 1988). S_{Hmax}: a legnagyobb horizontális feszültség iránya. S_{hmin}: a legkisebb horizontális feszültség iránya.

Fig 3. A: cross-section deformation of a borehole in regional stress field. Breakout is in the black area (after ZOBACK et al., 1989). B: The instrument for measuring the diameter of the borehole (DÖVÉNYI et al., 1988); Sh_{max}: the direction of the maximum horizontal principal stress axis; S_{hmin}: the direction of the minimal horizontal principal stress axis.



4.ábra. Jobbos nyírásnál kialakukó törések és a feszültségtér helyzete. S_{Max}: legnagyobb feszültség iránya. R: szintetikus Riedel-törés. R": antitetikus Riedel-törés. (NICOLAS, 1984 után, módosítva).

Fig 4. Faults formed during dextral shear and the direction of the stress. S_{max}: the direction of the maximum stress; R,R": conjugate Riedel shears (after NICOLAS, 1984, modified).

A fészekmechanizmus megoldásakor összegyűjtik a szeizmológiai állomások első beérkezésre vonatkozó adatait, majd ezeket elhelyezik a rengés hipocentruma köré képzelt gömbön. A fentiek szerint a gömbön az észlelési pontok alapján meghatározhatók a kompressziós és dilatációs negyedeket elválasztó síkok, vagyis becsülhetők a törést létrehozó feszültség főirányai (ISACKS et al., 1968).

Mélyfúrás faldeformációjának mérése
(borehole breakout analysis)

A fúrólyukakban történő dőlésmérésre kifejlesztett műszer (dipmeter log) tartozéka, a négykarú lyukbőségmérő szonda adatokat szolgáltat a mélyfúrások átmérőjének kitüntetett irányokba mutató megnagyobbodásáról. A lyukfal deformációját különböző korú és litológiájú kőzetekben egyaránt észlelték. A jelenséget COX (1970) és BABCOCK (1978) szerint a fúrólyuk elkészülte után megváltozott feszültség-koncentráció váltja ki. BELL és GOUGH (1979) vizsgálata szerint ilyen eredetű törésekhez egyenlőtlen horizontális főfeszültségek szükségesek. Nagyobbodást okozó törés ott alakul ki, ahol a lyuk falában maximális feszültség uralkodik. Ezen irány a Kirsch-egyenletek szerint a legkisebb regionális feszültség irányát jelzi (3. ábra) (JAEGER és COOK, 1976).

Értelmezéskor el kell különíteni a feszültség hatására történő kipergést (*breakout*) a fúrólyuk kimosódásától (*washout*), a réteglapoknál vagy a törési zónákban észlelhető megnagyobbodástól, a lerakódott iszaplepény okozta méretkülönbségtől, vagy a rudazat nagyobbító hatásától (PLUMB és HICKMAN, 1985). A fenti feltételek alapján történő elemzést számítógéppel könnyen el lehet végezni.

Vetőmozgások elemzése
(Observation of fault slips)

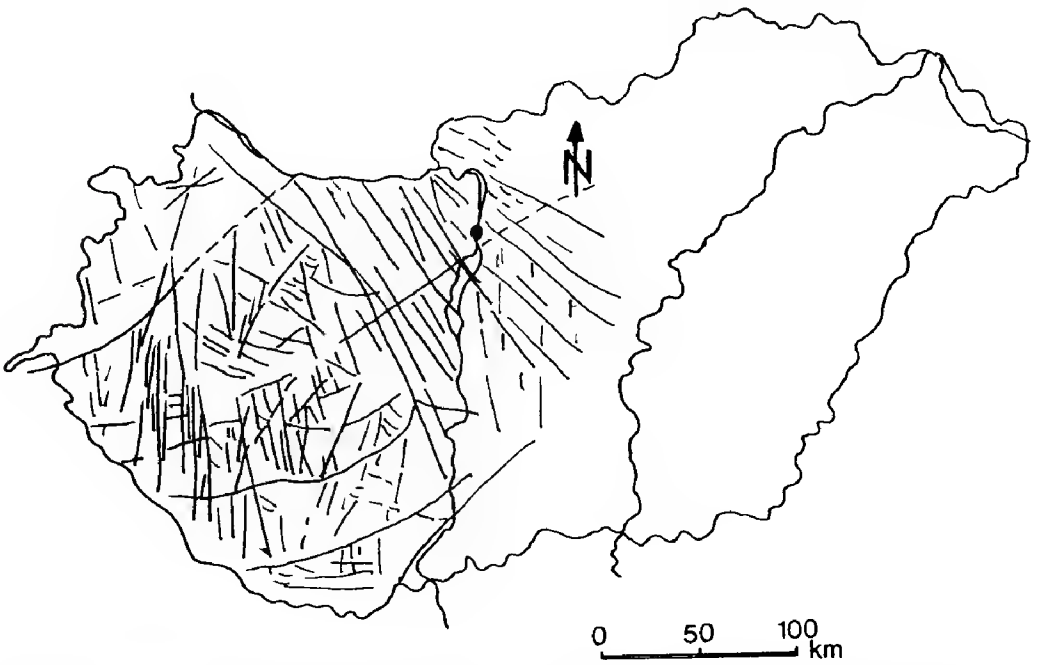
ANDERSON (1951), WALLACE (1951) és BOTT (1959) munkái alapján ismert, hogy az elmozdulás ismeretében a különböző vetőkhöz és hasadékokhoz rögzíthetők az őket létrehozó feszültségek főirányai. Ez a megállapítás a törések korától függetlenül érvényes, tehát lehetőség van paleofeszültség irányok meghatározására is.

Legpontosabban a vetőkarcok mérésével és értelmezésével végezhető el a számítás. Ekkor meg kell határozni a vető térbeli helyzetét, az elmozdulás irányát és jellegét. A főfeszültség irányok meghatározására többféle, számítógépes módszer használható (ANGELIER, 1979, 1984). Magyarországon ezt a módszert BERGERAT és CSONTOS (1989), illetve FODOR et al. (1990) alkalmazta paleofeszültség-irányok becslésére.

A főfeszültségek irányai a törésvonalak és hasadékok lefutásából hozzávetőlegesen is megbecsülhetők (ANDERSON, 1951). Figyelembe kell venni, hogy az egymással párhuzamos vulkáni telérek gyakran a legkisebb feszültség irányában feszítik szét a kőzetet, illetve hogy másodlagos törések (pl. Riedel-törések vagy tenziós hasadékok) alapján is becsülhetők a mozgást indukáló feszültségtér tengelyei (4. ábra).

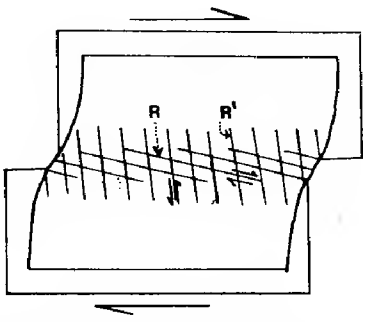
Kőzetfeszültség-mérések a Dunántúlon

A Dunántúlon az előző fejezetben ismertetett kőzetfeszültség-mérések közül mélyfúrás faldeformációjának vizsgálatára Bakonyszűcsön és Bajánsenyén, ráfúrásos feszültség-meghatározásra Ugodon, Beremenden, Tatán és az ausztriai Hainburgban került sor (1. táblázat) (DÖVÉNYI et al., 1988; BECKER, 1989; DÖVÉNYI és HORVÁTH, 1990; GERNER, 1991). Az 1956-os dunaharaszti és az 1985-ös berhidai földrengés



5.ábra. Űrfelvételekből leírt lineamentumrendszer a Dunántúlon (BREZSNYÁNSZKY és SÍKHEGYI, 1987 alapján).

Fig 5. The lineaments of Transdanubia described from satellite images (after BREZSNYÁNSZKY & SÍKHEGYI, 1987, modified).



6.ábra. Oldalelmozdulás modellkísérletben (TARI, 1987). A merev anyagon lévő agyagban Riedel-törések keletkeznek.

Fig. 6. Strike-slip fault in experiments (TARI, 1987). Conjugate Riedel shears R and R" appear in the sediments overlapping the rigid table.

regisztrátumaiból TÓTH és munkatársai (1989) végezték el a fészekmechanizmus megoldását (1. ábra).

A *ráfúrásos feszültségmérések* közül Magyarországon az ELTE Geofizikai Tanszék és a Karlsruhei Egyetem (Németország) együttműködése során az ún. *doorstopper* vagy másnéven biaxiális módszert alkalmaztuk. Ezzel a technikával a fúrólyuk tengelyére merőleges síkban lehet a főfeszültség értékét és irányát meghatározni.

Ugodon 1989-ben végeztünk feszültségmérést Dachsteini Mészkőben, 1,70—5,18 méter közti mélységben (BECKER, 1989; DÖVÉNYI és HORVÁTH, 1990; GERNER, 1991). A kiértékelés szerint minden irányból kompressziós feszültség adódott, a maximális főfeszültség a vízszintes síkban 150-330° irányú.

Ausztriában, Hainburg mellett grániton NYÉNY—KDK irányú maximális horizontális főfeszültséget mértek, szintén minden irányú kompresszióval (BECKER, 1989).

A beremendi mérés az előbbiektől eltérően extenziós feszültségeket mutatott ki, a maximális főfeszültség iránya 31—211°-nek adódott (BECKER, 1989).

A tatai feszültségmérés értelmezésem szerint a környező morfológia hatását tükrözi, tektonikai jelentése nincsen (GERNER, 1991).

A Kárpát-medencében keletkezett földrengésekből TÓTH et al. (1989) és GUTDEUTSCH et al. (1989) közölt *fészekmechanizmus-megoldásokat*. A magyar szeizmológiai hálózat nem megfelelő sűrűsége miatt hazánkban csak a nagy és közepes magnitúdójú ($M > 4$) rengések alkalmazhatók fészekmechanizmus megoldására (DÖVÉNYI et al., 1988). A Dunántúlon történt földrengések közül a cikk írásáig két esetet tanulmányoztak feszültségbecslés céljából.

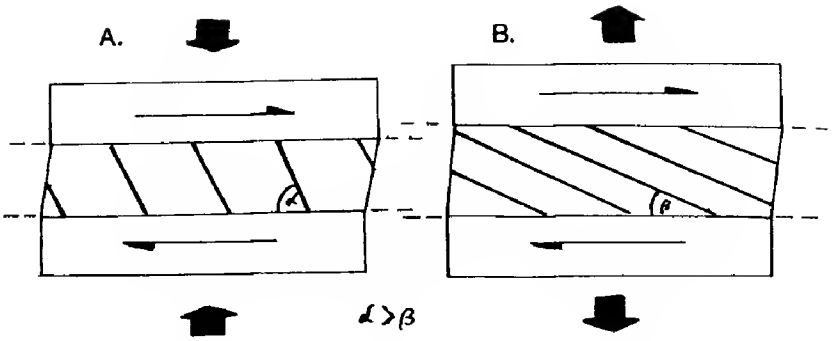
Az 1985-ös berhidai rengésből (TÓTH et al., 1989) a maximális főfeszültség közel vízszintesnek és kelet-nyugati irányúnak, a minimális főfeszültség szintén vízszintesnek és észak-délinek adódott. Ezek szerint a rengés egy tipikus oldalelmozdulást jelez.

A dunaharaszti rengés (TÓTH *in* DÖVÉNYI és HORVÁTH, 1990) NYÉNY—KDK irányú maximális és ÉÉK—DDNY irányú minimális főfeszültséget mutat, szintén oldaleltolódásos jelleggel.

A *mélyfúrások falának deformációját* felhasználó mérési eljárás hazánkban a leginkább alkalmazott feszültség-meghatározási technika. Az első ilyen jellegű elemzéseket az ELTE Geofizikai Tanszékén DÖVÉNYI és munkatársai (1988) végezték öt magyarországi mélyfúrásban, és azóta újabb mérések vannak folyamatban (9. ábra). E módszer hátránya, hogy a feszültségtér abszolút értékéről nem szolgáltat információt.

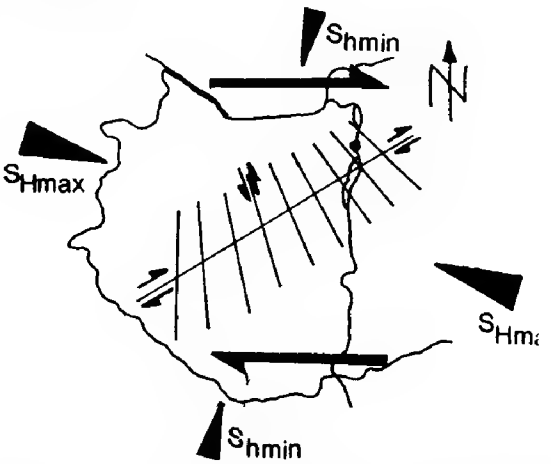
Mélyfúrás faldeformációinak vizsgálatából a Dunántúlon két helyen határoztak meg feszültségirányokat. A Bakonyszűcs—I fúrásra DÖVÉNYI et al. (1988) 292—112° irányú maximális horizontális főfeszültséget adott meg.

A másik helyszín a nyugati határ mellett található 2775 méteres Bajánsenye—4-es mélyfúrás. A vizsgálat szerint a mélyebb szakaszokon határozott kirepedés észlelhető 17—197° és 27—207° irányában, így ennek átlagát tekintik a minimális horizontális főfeszültség irányának (DÖVÉNYI et al., 1988).



7.ábra. A: Transzpresszió. Az oldalelmozdulásra merőlegesen térrövidülés van, ezért a tenziós hasadékok nagyobb szöget zárnak be a nyírás irányával. B: Transztenzió. Az oldalelmozdulással egyidejűleg tágulás van, a hasadékok befordulnak a nyírás irányába. (RAMSAY és HUBER, 1987 alapján)

Fig 7. A: transpression. There is a shortening normal to the shear, thus the angle between the en echelon and the shear zone in high. B: transtension. Simultaneous shear and tension cause decreasing of the angle (after RAMSAY & HUBER, 1987, modified).



8.ábra. A dunántúli lineamentum rendszer értelmezése és a recens főfeszültségek irányai. Kelet-nyugati jobbos nyírás során az ÉK—DNY-i vonal jobbos oldalelmozdulásként felújul, valamint balos antitetikus törések keletkeznek. Ezek nyugaton nagy szöget zárnak be a nyírással, kelet felé a szög csökkenése tiszta nyírásra vagy transztenzióra utal. A legnagyobb főfeszültség a vízszintes síkban fekszik (S_{Hmax}) és NYÉNY—KDK irányú, a legkisebb főfeszültség szintén a horizontális síkban van és ÉÉK—DDNY irányú (S_{hmin}).

Fig. 8. Interpretation of the Transdanubian lineaments and directions of recent principal stresses. During the E—W strike dextral shear the NE—SW directed fault is renewed as right-lateral strike-slip fault, and left-lateral antithetic faults appear. The angle between the antithetic faults and the shear zone decreases eastwards, because the movement is transpressional in the western part, and simple shear or transtension appears in the eastern area. The maximum principal stress axis (S_{Hmax}) lies in the horizontal plane with WNW—ESE strike, and the minimum principal stress (S_{hmin}) is also horizontal with NNE—SSW strike.

Fiatal törésvonalak elemzése

Az eddig tárgyalt feszültségmérésektől független adat nyerhető a fiatal dunántúli törésvonalak elemzéséből. Ilyen regionális léptékű töréseket űrfelvételek alapján többek között ORAVECZ (1981), SÍKHEGYI (1985), FÖLDVÁRY et al. (1986) illetve BREZSNYÁNSZKY és SÍKHEGYI (1987) említ.

Az űrfelvételek neotektonikai adatai

A Dunántúlról készült űrfelvételek értelmezésével foglalkozó cikkek szinte kivétel nélkül felhívják a figyelmet a képeken látható, több tíz kilométer hosszú lineamentumokra, amelyeket szerkezeti vonalaknak tekintenek (SÍKHEGYI, 1985).

ORAVECZ (1981) a Dunántúli-középhegységben kitérképezett tektonikai vonalakat azonosította az űrfelvételeken, és felismerte, hogy ezek az irányok a Dunántúl fiatal üledékeiben is folytatódnak.

FÖLDVÁRY et al. (1986) az észlelt elemeket hossz és alak szerint csoportosította, illetve megállapította, hogy a Dunántúlon a lineamentumok legyezőszerűen szétterülnek. Nyugaton ÉÉK—DDNY-i csapású, majd fokozatosan keletre É—D-i, ÉÉNY—DDK-i, ÉNY—DK-i csapású vonalak észlelhetők (5. ábra). Külön kiemeli a Zágráb—Zemplénit és a vele párhuzamos vonalakat, amelyeket tektonikus eredetű horizontális elmozdulással magyaráz.

BREZSNYÁNSZKY és SÍKHEGYI (1987) űrfelvételek kiértékelésével neotektonikai egységeket állapítottak meg, amelyeket eltérő irányítottság jellemez. Megerősítették, hogy a lineamentumok endogén eredetűek, valamint a harántolt üledékek alapján keletkezésüket a pliocén végétől máig tartó időszakba tették. A vonalakat nyírás okozta oldalelmozdulásnak tartják.

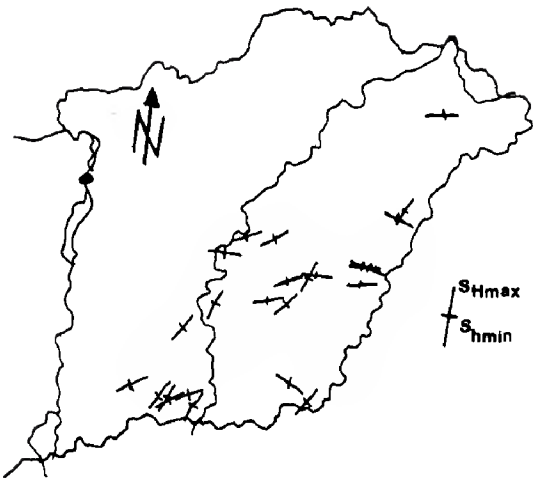
Az eltolódásos jelleget támasztja alá CSERNY és CORRADA (1989, 1990) a Balaton iszapján végzett szeizmoakusztikus mérése, amely szerint a tómedret két irányban szerkezeti vonalak metszik el. A déli part közelében és a medence közepén a tó tengelyével párhuzamos zóna található, míg harántirányban több határozott elmozdulást észleltek.

A lineamentumok kinematikai-dinamikai értelmezése

Az űrfelvételekből leírt lineamentumok irányítottságuk és jellegük alapján két csoportba oszthatók (5. ábra).

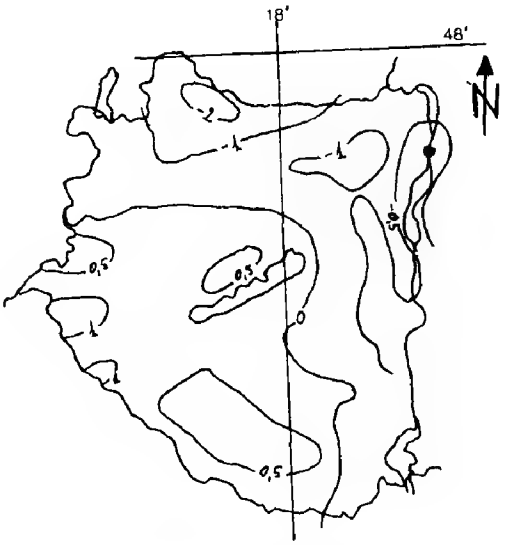
1. Legyezőszerűen szétterülő, a nyugati részen É—D-i csapású, kelet felé folyamatosan ÉÉNY—DDK-i, majd ÉNY—DK-i irányba befordúló, 50—150 km hosszúságú vonalak, amelyek jelenkori aktivitása és balos jellege a Balaton holocén üledékeiben jól tükröződik (CSERNY és CORRADA 1989, 1990).

2. ÉK—DNY csapású zóna, mely recens aktivitását a pákozdi (1956), a dunaharaszti (1956) és a berhidai (1985) földrengésekkel lehet bizonyítani, de nem kizárt, hogy ezzel van kapcsolatban a Zala, a Móri-víz, a Gaja és a Nádor-csatorna jellegzetes kanyarulata, vagy a Balaton, a Sárrét és a Velencei-tó jelezte fiatal süllyedékek. A berhidai földrengés fészekmechanizmus-megoldása ezen zónák mentén jobbos oldalelmozdulást



9.ábra. Az alföldi mélyfúrások deformációjából számított maximális horizontális főfeszültség irányok (DÖVÉNYI et al., 1988; DÖVÉNYI pers. comm., 1991). A legnagyobb vízszintes főfeszültség (S_{Hmax}) a dunántúli irányokhoz viszonyítva 60—70 fokkal elfordult.

Fig 9. The direction of the maximum horizontal principal stress calculated from the borehole breakouts in the Great Hungarian Plain (DÖVÉNYI et al., 1988; DÖVÉNYI, pers. comm., 1991). The maximum horizontal principal stress (S_{Hmax}) axis rotated with 60—70° related to the Transdanubia).



10. ábra. A Dunántúl recens vertikális mozgása milliméter/évben megadva (JOÓ et al., 1990 alapján). Délnyugaton az emelkedés, kelet felé haladva a süllyedés a jellemző.

Fig. 10. The recent vertical movement of the Transdanubia (mm/year) (JOÓ et al., 1990). The characteristic movement is uplift in SW, and subsidence eastwards.

jelez. Hasonló csapású és jellegű zónát írtak le HORVÁTH és társai (1990) Paks környékéről.

A fentebb értelmezett oldalelmozdulásos zónákból meghatározható a kéreg dinamikai állapota. Modellkísérletekből ismert (összefoglalásuk magyar nyelven : TARI, 1987), hogy merev kéregben zajló oldalemozdulás feletti üledékekben a mozgás jellegére utaló szerkezetek alakulnak ki (tenziós hasadékok, Riedel-törések, redők, feltolódások), habár maga a zóna közvetlenül nem jelenik meg a felszínen (6. ábra). Ezen elemeknek egymáshoz, valamint a nyírás irányához viszonyított helyzetét HARDING (1974) tisztázta. RAMSAY és HUBER (1987) számításai alapján, ha a nyírásra merőlegesen térrövidülés is végbemegy *(transzpresszió)*, a tenziós hasadékok a zónával nagyobb szöget zárnak be, míg egyidejű táguláskor *(transztenzió)* a szög kisebb lesz a tiszta nyíráshoz viszonyítva (7. ábra). SANDERSON és MARCHINI (1984) kimutatta, hogy a hasadékok forgásán kívül ez a jelenség Riedel-törésekre és *en echelon* redőkre is vonatkozik.

Mindezek alapján az ÉK—DNY-i zónát jobbos P-törésrendszerként, a másik lineamentum rendszert balos antitetikus Riedel-törésként értelmezve egy kelet-nyugati csapású, jobbos nyírást tételezhetünk fel a kéregben (4. ábra). A legyezőszerűen szétterülő, balos jellegű törésrendszer nyugaton nagy szöget zár be a nyírási zónával, ami a 7. ábra szerint transzpressziós jellegű mozgásra utal. Kelet felé haladva ez a szög csökken, a lineamentumok csapása folyamatosan ÉNY—DK-i irányba megy át. Mindez a transzpressziós jelleg csökkenését, sőt tiszta nyírásra vagy transztenzióra utaló mozgást jelenthet (8. ábra).

A kelet-nyugati csapású nyírási zóna dinamikailag akkor működhet, ha a maximális főfeszültség a vízszintes síkban, NY—K-i és ÉNY—DK-i irányok között helyezkedik el, illetve ha a minimális főfeszültség szintén horizontális. A függőleges irányú főfeszültség (S_v) nagysága az oldalelmozdulásos jellegből következően a horizontális főfeszültség maximuma (S_{Hmax}) és minimuma (S_{hmin}) közé esik, vagyis $S_{Hmax} > S_v > S_{hmin}$.

Következtetések

A feszültségirányok ilyen helyzete összhangban van a mérési adatokkal (1. ábra). A bakonyszűcsi és bajánsenyei mélyfúrások elemzése, az ugodi feszültségmérés és a földrengések egyhangúan egy NY—K és ÉNY—DK közé eső maximális horizontális főfeszültséget jeleznek. A Dunántúl nyugati részén lévő kompressziót igazolja az ugodi feszültségmérés kompressziós jellege is.

Az eddigi vizsgálatok Nyugat-Európában (PHILIP, 1987; SCHMITT, 1981) és most már Magyarország nyugati felében is egy jellemzően kompressziós, körülbelül ÉNY—DK csapású maximális horizontális főfeszültséget mutatnak ki. Azonban ez a feszültségirány nem folytatódik az Alföldön, hanem markáns változást mutat. Mélyfúrásokból történt feszültségmérés és a békési földrengés fészekmechanizmus-megoldása ugyanis ettől az iránytól 60—70 fokkal eltérő, É—D és ÉÉK—DDNY közötti legnagyobb horizontális feszültséget jelez (9. ábra). A maximális főfeszültség irányának ilyen nagyságú elfordulása az európai kompressziós feszültség-provinciától eltérően extenziós provinciára utal (BECKER, 1989; DÖVÉNYI és HORVÁTH, 1990).

A két eltérő jellegű feszültségprovincia között elhelyezkedő Dunántúlon több jele is van a provinciák közti átmenetnek. Egyrészt — mint már bemutattam — az űrfelvételek lineamentumainak értelmezése alapján a kompresszió nagysága nyugatról kelet felé

csökkenő értéket mutat. Másrészt SANDERSON és MARCHINI (1984) szerint a transzpressziós mozgások a terület emelkedésével járnak együtt, míg a transztenziós területeken süllyedés várható. Így a Dunántúlon a fenti modell a nyugati részek intenzívebb emelkedésével jár, hiszen ott a nyírási zónára merőleges kompresszió kipréseli az üledéket. Kelet felé ez a hatás gyengül, sőt talán süllyedésbe is átmehet. Ezt a feltételezést alátámasztják a jelenkori függőleges kéregmozgások adatai (10. ábra), amelyek a Dunántúl nyugati felében 1—2 mm-es évenkénti emelkedést mutatnak, majd kelet felé nem észlelhető szintváltozás, sőt süllyedés is előfordul (JOÓ et al., 1990).

Tech.	Helyszín *Locality*	S_{Hmax} iránya *Direction of* S_{Hmax}	fesz.jellege *Character of stress*
OC	Ugod	150—330°	kompresszió
OC	Hainburg	NYÉNY—KDK *WNW—ESE*	kompresszió
OC	Tata	45—225°	extenzió
OC	Beremend	31—211°	extenzió
BO	Bajánsenye	112—292°	
BO	Bakonyszűcs	137—317°	
FM	Berhida	K—NY *E—W*	
FM	Dunaharaszti	KDK—NYÉNY *ESE—WNW*	

1.táblázat. Horizontális feszültség maximumának irányai BECKER (1989), TÓTH et al. (1989), DÖVÉNYI és HORVÁTH (1990) és GERNER (1991) adataiból. OC : Ráfúrásos technika. BO : Mélyfúrás faldeformációinak elemzése. FM : Földrengés fészekmechanizmusa.

Table 1. Directions of the maximum horizontal principal stress axis in Hungary after BECKER (1989), TÓTH et al. (1989), DÖVÉNYI & HORVÁTH (1990), and GERNER (1991). OC: overcoring techniques, BO: borehole breakout analysis, FM: earthquake focal mechanism.

Recent stress field in Transdanubia (Western Hungary)

GERNER Péter

(With 10 figures and 1 table)

Introduction

Crustal stress measurements have been continued for two decades in the USA and Western Europe. During this time different independent methods have developed. On the basis of the data collected in the last 10—15 years regional stress fields were proven, of which boundaries and types are in agreement with other structural and geological results (ZOBACK et al. 1989).

DÖVÉNYI and HORVÁTH (1990) were the first to publish data of Hungarian recent stress fields measured in cooperation with the University of Karlsruhe. The data processed in this paper are derived from this work.

Four different methods of the recent stress measurement have been applied in Hungary:

— Overcoring techniques (LEEMAN, 1964, 1971)
— Earthquake focal mechanisms (ISACKS et al., 1978)
— Borehole breakout analysis (COX, 1970; BABCOCK, 1978; BELL & GOUGH, 1979; PLUMB & HICKMAN, 1985)
— Observations of fault slips (ANDERSON, 1951; WALLACE, 1951; BOTT, 1959; ANGELIER, 1979, 1984).

Rock stress measurements in Transdanubia

Of the overcoring techniques, the doorstopper method was applied in Hungary. In 1989 stress measurement was accomplished in Dachstein Limestone between 1.70 and 5.18 m depth near Ugod village. A compressional stress field was found in all directions, and the strike angle of the maximum horizontal principal stress was 150—330° (BECKER, 1989; DÖVÉNYI & HORVÁTH, 1990; GERNER, 1991). WNW-ESE directed maximum horizontal principal stress was measured in Eastern Austria, near Hainburg. It showed compression in all directions (BECKER, 1989). In contrast to the above locality tensional stress was found with 31—211° strike angle in Southern Hungary at Beremend village (BECKER, 1989). The effect of the local morphology was measured in Northern Transdanubia at Tata, so it has not got any tectonic meaning (GERNER, 1991).

Earthquakes that occurred in the Pannonian Basin were examined by TÓTH et al. (1989) and GUTDEUTSCH et al. (1989). In Hungary the focal mechanism can be determined only from intermediate and high magnitude ($M > 4$) earthquakes (DÖVÉNYI et al., 1988). Two Transdanubian earthquakes were examined in order to estimate the stress directions. The maximum and minimum principal stresses of the Berhida earthquake of 1985 were horizontal, the former with E—W, the latter with N—S strike (TÓTH et al., 1989). This indicates a typical strike-slip fault. The Dunaharaszti earthquake of 1956 showed WNW—ESE directed maximum and NNE—SSW directed minimum principal stress axes (DÖVÉNYI & HORVÁTH, 1990), also with strike-slip character.

The most common method in Hungary to determine the stress direction is the borehole breakout analysis. DÖVÉNYI et al. (1988) were the first to carry out similar measurements in five Hungarian boreholes. The disadvantage of this method is that no information about the absolute value of the stress is given. The breakout analysis was applied at two localities in Transdanubia. 112—292° directed maximum horizontal principal stress was determined in the Bakonyszűcs—I borehole (DÖVÉNYI et al., 1988). The second measurement was near the western boundary of Hungary in the 2775 m deep Bajánsenye—4 borehole. In the deeper section of the borehole the breakout of the side-wall could be observed with strike direction of 17—197° and 27—207°. The average of these is considered to be the minimum horizontal stress direction.

Analysis of recent tectonic lineaments

Data independent of stress measurements could be obtained from analysis of young tectonic lineaments in Transdanubia. In Hungary for example, ORAVECZ (1981), SÍKHEGYI (1985), FÖLDVÁRY et al. (1986), BREZSNYÁNSZKY & SÍKHEGYI (1987) described regional tectonic lineaments from satellite images.

Neotectonic data of satellite images

The authors who analysed satellite pictures emphasised the few 10 km long lineaments in the Transdanubia. These are thought to be tectonic lines (SÍKHEGYI, 1985). ORAVECZ (1981) identified the faults of Transdanubian Central Range on satellite images, and recognised, that these faults continue in the young sediments. FÖLDVÁRY et al. (1986) classified the lineaments according to their lengths and shapes, and pointed out, that they are fan-shaped. They have got NNE—SSW strike in the western area and eastward their direction gradually alters to N—S, NNW—SSE and NW—SE strike at the river Danube (Fig. 5). The authors emphasised the Zágráb—Zemplén Lineament and the lines parallel to it, which they explained as strike-slip movement.

BREZSNYÁNSZKY & SÍKHEGYI (1987) determined neotectonic units according to different strikes. The age of the observed strike-slip faults is between the end of the Pliocene and the present day, on the basis of the faulted deposits.

The seismoacoustic measurement accomplished by CSERNYI & CORRADA (1989, 1990) in the deposits in Lake Balaton confirmed the strike-slip character of the lineaments. The basin of the lake is cut by several transverse and near the southern coast by two longitudinal (NE—SW strike) faults.

Kinematic-dynamic interpretation of the lineaments

The lineaments can be divided into two groups (Fig. 5) according to their direction and character:

1. N—S directed faults on the western part of Transdanubia, becoming NNW—SSE, then NW—SE strike faults on the east. Their length are 50—150 km and their recent activity and sinistral character can be seen in the Holocene sediments of Lake Balaton (CSERNYI & CORRADA, 1989, 1990).

2. NE—SW directed fault zone. Its recent activity can be proved by the Pákozd (1956), Dunaharaszti (1956) and Berhida (1985) earthquakes. The characteristic bends of the river Zala, Móri-víz, Gaja and Nádor Canals and the recent subsidence of the Lake Balaton, Sárrét basin and Lake Velence can also be connected to the recent activity of this zone. The solution of the focal mechanisms of the Berhida earthquake indicates dextral strike-slip movement in this zone. A similar recent right-hand shear zone was described by HORVÁTH et al. (1990) at Paks.

The dynamic condition of the crust can be determined from the above described zones. It is known from experiments, that in sediments overlapping the strike-slip zone of rigid crust, the appearing structures refer to the character of the movement, although the strike-slip zone itself cannot be seen on the surface (Fig. 6). The position of these

structures relative to each other and the movement of the crust was examined by HARDING (1974). RAMSAY & HUBER (1987) determined, that if there was compression normal to the strike-slip zone *(transpression)*, the angle between the *en echelon* and the zone would be bigger, while during *transtension* this angle is smaller, than in the case of simple shear (Fig. 7). SANDERSON & MARCHINI (1984) proved, that this is true for all other secondary structures.

On the basis of these, the NE—SW strike zone in Transdanubia can be interpreted as a dextral P-fault system, and the other fault system as sinistral antithetic Riedel faults. Thus a horizontal E—W strike, right-hand movement can be supposed in the crust (Fig. 4). The high angle between the western part of the fan-like, left-hand fault system and the right-hand movement refers to transpressional movement (Fig. 7). This angle decreases eastwards, hence it can indicate simple shear or transtensional movement (Fig. 8).

In the E—W directed shear zone the maximum principal stress axis is horizontal between E—W and NW—SE, and the minimum principal stress axis is also horizontal. The magnitude of the vertical principal stress (S_v) is between the minimum (S_{hmin}) and maximum (Sh_{max}) magnitude of the horizontal principal stress, due to its strike-slip character, thus $S_{Hmax} > S_v > S_{hmin}$.

Conclusion

The position of the stress axes is in agreement with the data of measurements (Fig. 1). The analysis of the boreholes in Bakonyszűcs and Bajánsenye, the rock stress measurements in Ugod and the earthquakes in Transdanubia uniformly indicate a maximum horizontal principal stress axis between E—W and NW—SW in the recent time. The compressional character of the stress in Ugod also proves the compression in the Western Transdanubia. The foregoing measurements in Western Europe (PHILIP, 1987; SCHMITT, 1981) and Hungarian measurements described in this paper demonstrate a compressional, NW—SE directed maximum horizontal principal stress in Western Hungary. However this stress direction does not continue in the Great Hungarian Plain as the borehole analyses and the solution of the focal mechanism of Békés earthquake show the direction of the maximum horizontal principal stress to be between N—S an NNE—SSW, which differs by 60—70° from the Western Hungarian stress direction (Fig. 9). The rotation of the maximum horizontal principal stress axis indicates an extensional province in contrast to the compressional area in Western Europe (BECKER, 1989; DÖVÉNYI & HORVÁTH, 1990). In the Transdanubia, which is situated between these two stress provinces, there are several pieces of evidence of transition. On the basis of the lineaments of satellite images the volume of the compression decreases eastwards. On the other hand the transpressional movement causes the uplift of the area, and subsidence can occur in the transpressional provinces (SANDERSON & MARCHINI, 1984). Because the compression normal to the shear presses the sediments, the western part of the Transdanubia uplift is more intense. This effect decreases eastwards, hence it could alter to subsidence. This theory is supported by the data of the recent crustal movements (Fig. 10): there is 1—2 mm annual uplift in Western Transdanubia, there is no vertical movement eastwards, and finally we can observe subsidence (JOÓ et al., 1990).

Irodalom — References

ANDERSON, E.M. (1951): The Dynamics of Faulting. 2nd ed. Oliver and Boyd, Edinburgh, 191 p.

ANGELIER, J. (1979): Determination of the mean principal directions of stresses for a given fault population. — Tectonophysics 56, 17—26, Amsterdam.

ANGELIER, J. (1984): Tectonic analysis of fault slip data sets. — Journal of Geophysical Research 89, 5835—5848.

BABCOCK, E.A. (1978): Measurement of subsurface fractures from dipmeter logs. — Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists 62, 1111—1126, Tulsa.

BECKER, A. (1989): In-situ stress measurements in Hungary. Kézirat (manuscript), ELTE Geofizikai Tanszék (Eötvös University, Geophysical Department), Budapest, 34 p.

BELL, I.S., GOUGH, D.I. (1979): Northeast-southwest compressive stress in Alberta: Evidence from oil wells. — Earth and Planetary Science Letters 45, 475—482.

BERGERAT, F., CSONTOS L. (1989): Brittle tectonics and paleo-stressfield in the Mecsek and Villány Mts. Correlation with the opening mechanism of the Pannonian Basin. — Acta Geologica Hungarica 31/1—2, 81—100, Budapest.

BOTT, M.H.P. (1959): The mechanism of oblique slip faulting. — Geological Magazine 96, 109—117.

BREZSNYÁNSZKY K. & SÍKHEGYI F. (1987): Neotectonic interpretation of Hungarian lineaments in the light of satellite imagery. — Journal of Geodynamics 8, 193—203.

COX, I.W. (1970): The high resolution dipmeter reveals dip-related borehole and formation characteristics. — 11th Annual Logging Symposium of the Society of Professional Well Logs Analysts, 1—25.

CSERNY T. & CORRADA, R. (1989): A Balaton medencéje és holocén üledékei részletes geofizikai-földtani vizsgálatának újabb eredményei. (The results of geological and geophysical research of Lake Balaton and their Holocene sediments.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1987. évről [Annual Report of the Hungarian Geological Institute of 1987], 341—349, Budapest. (In Hungarian with English summary)

CSERNY T.& CORRADA, R. (1990): A Balaton aljzatának szedimentológiai térképe. (The sedimentological map of basement of Lake Balaton.) — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1988. évről [Annual Report of the Hungarian Geological Institute of 1988], I, 341—349, Budapest. (In Hungarian with English summary)

DÖVÉNYI P. & HORVÁTH F. (1990): Determination of contemporary crustal stress regime in Hungary. — Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica Hungarica 25/3—4, 257—266, Budapest.

DÖVÉNYI P., HORVÁTH F. & FODOR L. (1988): Kőzetfeszültségi viszonyok meghatározási lehetőségeinek vizsgálata mélyfúrásokban lyukbőség adatok alapján. [Study on the possibilities of rock stress measurement in borehole.] Kézirat (manuscript), ELTE Geofizikai Tanszék (Eötvös University, Geophysical Department), Budapest. (In Hungarian)

FODOR L., MARKO, F. & NEMČOK, M. (1990): Evolution microtectonique et paleo-champs de contraintes du Bassin de Vienne. — Geodinamica Acta 4/3, 147—158, Paris.

FÖLDVÁRY Sz., MISKOLCZI L. & RÁDAI Ö. (1986): Törésvonalak vizsgálata geodéziai mikrohálózatokkal. (Research of fault system with geodesical mikronetwork). — Földtani Közlöny 116, 65—74. (In Hungarian with English summary)

GERNER P. (1991): Recens kőzetfeszültség a Dunántúli Középhegységben [Recent stress field in the Central Transdanubian Range, Hungary.] Szakdolgozat (Thesis in manuscript) ELTE Földtani Tanszék (Eötvös University, Geological Department), Budapest. (In Hungarian)

GOUGH, D.I., GOUGH, W.I. (1987): Stress near the surface of the Earth. — Annual Review of Earth and Planetary Sciences 15, 545—566, Palo Alto.

GUTDEUTSCH, R. & ARIC, K. (1989): Seismicity and neotectonics of the East Alpine—Carpathian and Pannonian area. *In* ROYDEN, L.H. & HORVÁTH F. (eds): The Pannonian Basin. — American Association of Petroleum Geologists Memoir 45, 183—195, Tulsa.

HARDING, T.P. (1974): Petroleum traps associated with wrench faults. — Bulletin of American Association of Petroleum Geologists 58, 1290—1304, Tulsa.

HORVÁTH F. (1979): A szilárd Föld fizikája. [The Physics of the Solid Earth.] Egyetemi jegyzet, ELTE TTK, Tankönyvkiadó (Textbook, Eötvös University), Budapest, 240 p.

HORVÁTH F., CSONTOS L., ERDÉLYI M., FERENCZ Cs., GÁBRIS Gy., HEVESI A. & SÍKHEGYI F. (1990): Paks környezetének neotektonikája [Neotectonics of the surroundings of Paks, Hungary.] Kutatási Jelentés,

Kézirat (manuscript), ELTE Földtani Tanszék (Eötvös University, Geological Department), Budapest. (In Hungarian)

ISACKS, B., OLIVER, I., SYKES, L.R. (1968): Seismology and the new global tectonics. — Journal of Geophysical Research 73, 5855—5899.

JAEGER, J.C., COOK, N.C. (1976): Fundamentals of rock mechanics. Chapman and Hall, London, 515 p.

JOÓ I., CZOBOR A., GAZSÓ M. & NÉMETH Zs. (1990): On recent crustal movements in the Pannonian basin. — Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica Hungarica 25/3—4, 231—242, Budapest.

LEEMAN, E.R. (1964): The measurement of stress in rock. — Journal of South-African Institute of Mineralogy and Metallurgy 65, 45—114.

LEEMAN, E.R. (1971): The CSIR doorstopper and triaxial rock stress measuring instruments. — Rock Mechanics 3, 25—50.

ORAVECZ J. (1981): A Magyar-középhegység fototektonikai vázlata (Phototectonic chart of the Hungarian Highland Range). — Földtani Közlöny 111, 197—204, Budapest. (In Hungarian with English summary)

NICOLAS, A. (1984): Principes de tectonique. Masson, Paris, 196 p.

PHILIP, H. (1987): Plio-Quarternary evolution of the stress field in Mediterranean zones of subduction and collision. — Annales Geophysicae 3/5b, 301—320.

PLUMB, R.A. & HICKMAN, S.H. (1985): Stress induced borehole elongation : a comparison between the four-arm dipmeter and the borehole televiewer in the Auburn geothermal well. — Journal of Geophysical Research 90, 5513—5521.

RAMSAY, J.G. & HUBER, M.I. (1987): The Techniques of Modern Structural Geology, I—II. Academic Press, London, 697 p.

SANDERSON, D.J. & MARCHINI, W.R.D. (1984): Transpression. — Journal of Structural Geology 6, 449—458.

SCHMITT, T.I. (1981): The West European stress field: new data and interpretation. — Journal of Structural Geology 3/3, 309—315.

SÍKHEGYI F. (1985): Kozmikus felvételek értelmezése. [Interpretation of satellite imagery.] Gyakorlati szerkezetföldtani továbbképző. Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest, 129—144.

TARI G. (1987): A Vatta—Maklári-árok neogén tektonikája szeizmikus szelvények értelmezése alapján. [Neogene tectonics of Vatta-Maklár graben based on interpretation of seismic sections] Szakdolgozat, ELTE Földtani Tanszék, Budapest, 62 p. (Thesis in manuscript, Eötvös University, Department of Geology, Budapest) (In Hungarian)

TÓTH L., MÓNUS P. & ZSÍROS T. (1989): The Berhida (Hungary) earthquake of 1985. — Gerlands Beiträge zur Geophysik 98, 312—321.

WALLACE, R.E. (1951): Geometry of shearing stress and relation to faulting. — Journal of Geology 59, 118—130.

ZOBACK, M.L. & ZOBACK, M.P. (1980): State of stress in conterminous United States. — Journal of Geophysical Research 85, 6113—6156.

ZOBACK, M.L., ZOBACK, M.D., ADAMS, J., ASSUMPCAO, M., BELL, S., BERGMAN, E.A., BLÜMLING, P., BRERETON, N.R., DENHAM, D., DING, J., FUCHS, K., GAY, N., GUPTA, H.K., GVISHIANI, A., JACOB, H., KLEIN, R., KNOLN, P., MAGEE, M., MERCIER, H.L., MÜLLER, B.C., PAQUIN, C., RAJENDRAN, K., STEPHANSSON, O., SUARES, G., SUTER, M., UDIAS, A., XU, Z.H., ZHIZHIN, M. (1989): Global patterns of tectonic stress. — Nature 341, 291—298, London.

GERNER Péter, ELTE Általános és Történeti Földtani Tanszék, H-1088 Budapest, Múzeum körút 4/A. Jelenlegi cím: Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, Stefánia út 14. Pf. 106. 1442.

A kézirat beérkezett: 1991. október 29.
Átdolgozva: 1992. február 24.

Földtani Közlöny 122/1, 107—117 (1992) Budapest

Rónai András emlékezete (1906—1991)

VITÁLIS György

A Magyarhoni Földtani Társulat elnöksége, választmánya és tagsága szomorú szívvel értesült dr. Rónai András professzor, a Magyar Állami Földtani Intézet nyugalmazott tudományos osztályvezetője és tudományos tanácsadója, a földtudomány doktora, a Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Hidrológiai Társaság tiszteleti tagja, számos kitüntetés tulajdonosa, néhai gróf Teleki Pál egyetemi nyilvános rendes tanár és magyar királyi miniszterelnök közvetlen munkatársa, majd tanszéki utóda elhunytáról.

Augusztus havában a magyar éjszakai égboltot a csillaghullások jellemzik. 1991. augusztus 13-ának hajnalán a magyar földtan egéről is lehullott egy fényes csillag. Rónai András földi életútján a hazai földrajztudósok és geológusok fényes csillagai közé emelkedett. Életművét a nekrológ nem tudja teljes egészében felvázolni, ezért csak érintőlegesen utalunk ennek a széles távlatokat megvilágító csillagnak a felemelkedésére és a mélybe zuhanásával is tündöklésére.

Rónai András a csíkdelneki származású id. Rónai András és a szilágycsehi származású Pintér Szabó Berta fiaként 1906. június 13-án a délerdélyi Nagyszebenben látta meg a napvilágot. Elemi és középiskoláit Nagyszebenben, a gimnázium felső osztályát Kolozsvárott végezte, ahol 1924-ben kitüntetéssel érettségizett.

Ha Nagyszebenben dél felé nézett, akkor balról a Szebeni-havasokat, jobbról a Vöröstoronyi-szoros, illetve az Olt völgye által határolt Fogarasi-havasok kristályos palákból álló hófödte csúcsait látta, míg háta mögött az Erdélyi-medence harmadidőszaki dombjai húzódtak. A havasok világával és a medencealakulat hátterével szinte látomásszerűen beleíródott sorsába az ország legnagyobb medencéje, a Nagy Magyar Alföld felé irányuló későbbi odafordulása.

Az 1924. év őszén Budapesten beiratkozott az orvosi egyetemre, de anyagiak híján munkát kellett vállalnia, így átiratkozott a Műegyetem Közgazdaságtudományi Karára. Itt főleg a gazdasági földrajzi tanszéken végzett tanulmányokat, majd a

közgazdaságtudományi oklevél 1931. évi megszerzését követően, 1935-ben földrajz főtárgyból, statisztikából és közlekedéspolitikából *summa cum laude* minősítéssel doktori oklevelet szerzett.

1928-ban a Magyar Statisztikai Társaság Államtudományi Intézetének kötelékébe lépett, ahol a közép-európai országok földrajzi, népességi, gazdasági és kulturális viszonyaira vonatkozó adatgyűjtéssel és annak feldolgozásával foglalkozott.

1933-ban vette feleségül Harbuth Klára földrajz-kémia szakos tanárt, akiben szakmai segítőtársat is kapott. Házasságukból 1934-ben Klára, 1940-ben Pál, 1942-ben András nevű gyermekük született.

1934-ben igazgatói titkári, majd igazgatóhelyettesi beosztást kapott az Államtudományi Intézetben.

Ausztriában és Csehszlovákiában, majd a balkán-félszigeti országokban tett tanulmányutak után 1937-ben fél évet töltött Genfben, ahol a Népszövetség intézményeinek munkáját tanulmányozta.

1938 őszén Teleki Pál helyettesként a Műegyetem Közgazdaságtudományi Kara meghívta a politikai földrajz előadójául. 1938-ban és 1940-ben földrajzi és nemzetiségi szakértőként Teleki Pál vezetésével közreműködött a területrendezések tudományos anyagát előkészítő munkálatokban. Ezekről a *Térképezett történelem* című, 1989-ben megjelent könyvében részletes beszámolót közölt.

1940 decemberében egyetemi nyilvános rendes tanári kinevezést nyert a kolozsvári tudományegyetemen, de még abban az évben meghívást kapott a budapesti Műegyetem Közgazdaságtudományi Karától a politikai földrajzi tanszékre, nyilvános rendes tanári minőségben. Teleki Pál halála után, 1941-ben a gazdaságföldrajzi tanszék teendőinek ellátásával is megbízták, ahol tanszék- és intézetvezetői minőségben az 1948-as év végéig tevékenykedett.

Az egyetemi előadásokkal párhuzamosan az Államtudományi Intézet vezetését is ellátta, amelynek 1940-ben igazgatójává nevezték ki. Itt dolgozta ki és az intézet házi nyomdájában magyar és angol nyelven 1945-ben kinyomtatta a *Közép-Európa Atlaszt*, amely 9 ország földtani, földrajzi, népességi és gazdasági helyzetéről adott áttekintést 306 oldalon 171 térképpel és hatalmas forrásismerettel.

1949-ben a Közgazdasági Kar átszervezésekor a Magyar Nemzeti Múzeum Széchényi Könyvtárába kapott beosztást, majd 1949 végén, a kar megszűntével, 43 éves korában nyugdíjazták.

1950 februárjában — Vitális Sándor igazgatósága alatt — a Magyar Állami Földtani Intézet szolgálatába került, a térképszerkesztő osztály vezetőjeként. 1950—55-ben részt vett az ország alföldi területeinek térképezésében. 1954-ben átvette a Síkvidéki Kutató Osztály vezetését. 1956-ban megjelentette a síkvidéki talajvízkutató munkák eredményeinek összefoglalását. E téren kifejtett munkásságáért 1955-ben a Magyar Hidrológiai társaság a Bogdánfy Ödön-emlékéremmel tüntette ki.

1957 és 1968 között vezette a síkvidéki földtani felvételek reambulációját. Ennek eredményeként 1961-ben látta meg a napvilágot az első, 1:200.000 méretarányú térképfüzet, az egri lap, majd ezt követték sorban az összes alföldi és kisalföldi lapok. A sorozat utolsó tagja 1974-ben jelent meg. A térképlapokhoz szerkesztett magyarázó kötetekben az Alföld területének összefoglaló leírását adta. E munka elismeréseképpen két alkalommal a Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója, majd 1965-ben a Munka Érdemrend ezüst fokozata kitüntetést kapta.

1959-ben lépett be a Magyarhoni Földtani Társulatba. A Budapesti és az Alföldi Területi Szervezet tagjaként részt vett a Mérnökgeológiai, a Tudománytörténeti és az Általános Földtani Szakosztály munkájában. Leginkább a Mérnökgeológiai Szakosztályban tevékenykedett, ahol 1962-től vezetőségi tag, 1969-től alelnök, 1972-től 1978-ig elnök volt. A Tudománytörténeti Szakosztálynak 1975 és 1985 között vezetőségi tagja és több cikluson át a Társulat választmányának is tagja volt.

1976-tól tagja volt a Nemzetközi Mérnökgeológiai Társaságnak (IAEG), valamint a Társaság Magyar Nemzeti Bizottságának.

1964-ben vezetésével új, komplex Alföld-térképezés indult. Ez a térképezés túlnyúlt a felszíni földtani viszonyokon és az alföldi medence negyedidőszaki rétegeinek teljes feltárását tűzte maga elé célul.

A komplex Alföld-kutatás első kilenc évének eredményeit a *Negyedkori üledékképződés és éghajlattörténet az Alföld medencéjében* című, 1972-ben megjelent monográfiájában ismertette. A földtani alapfúrásokat artézi vízszínészlelő kutakká építtette ki s ezzel megindította a mélységi vízmozgásoknak az egész Alföld területére kiterjedő rendszeres észlelését. E munkák eredményeinek első kötete, a szolnoki atlasz, 1969-ben a Magyar Állami Földtani Intézet alapításának centenáriumára jelent meg. A következő kötetek: a csongrádi, a hevesi, a tiszafüredi, a hódmezővásárhelyi, a püspökladányi stb. egymás után jelentek meg Rónai András szerkesztésében. E munkák elismeréseként a Magyarhoni Földtani Társulat 1969-ben a Koch Antal-emlékéremmel, a Magyar Hidrológiai Társaság 1971-ben — legnagyobb kitüntetésével — a Vásárhelyi Pál-díjjal jutalmazta. A Magyar Tudományos Akadémia Tudományos Minősítő Bizottsága 1975-ben a földtudomány doktorává nyilvánította. A Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Hidrológiai Társaság 1978-ban tiszteleti tagjai sorába fogadta.

Részt vett a Magyarország Földtani Atlasza 1:500.000-es sorozatában kiadott *Magyarország földtani térképe* és annak domborművű változata szerkesztésében (megjelent 1984-ben). 1985-ben tette közzé *Az Alföld negyedidőszaki földtana* című, az egész Alföld-kutatási tevékenységét összefoglaló monográfiáját. E művével 1986-ban a Magyarhoni Földtani Társulat legnagyobb kitüntetését, a Szabó József-emlékérmet nyerte el.

Számos hazai és nemzetközi tudományos egyesület képviseletében sok hazai és nemzetközi konferencián vett részt. Ennek során 17 európai országot keresett fel, járt az Amerikai Egyesült Államokban és Kanadában, a Szovjetunióban, Indiában és Japánban.

Az 1991. év végéig 31 könyve, 22 atlasza, térképfüzete, térképe, valamint 125 cikke és tanulmánya jelent meg, több közülük idegen nyelvű kiadásban.

Nyolcvan esztendős korában, 1986. június 30-án ment nyugdíjba. Ekkor a Munka Érdemrend arany fokozatával, 85. születésnapja alkalmából pedig, több évtizedes tudományos munkássága elismeréseként a Magyar Köztársaság Zászlórendjével tüntették ki.

Tudása és szellemisége kincsei ma is és a jövőben is értékállóan reprezentálják egy számos megpróbáltatást megért, de hittel és reménységgel a legnehezebb helyzetekből is diadalmasan felemelkedett, merész tartású, nagytudású és széles látókörű, igaz magyar tudós és ember hiteles egyéniségét.

Amikor emléke előtt tisztelettel és szeretettel meghajtjuk fejünket, legyen számára és számunkra is bátorító vígasztalás, hogy Ő sem élt hiába, mert mindent megtett ami Tőle tellett: magyar hazájáért, a magyar tudományért és a magyar nép felemelkedéséért.

Munkásságával — drága örökséget hagyva maga után — beírta nevét a magyar és a nemzetközi földtudomány aranykönyvébe.

* * *

1991. augusztus 30-i farkasréti temetésén ravatala mellett a Magyar Állami Földtani Intézet részéről Vitális György tudományos főosztályvezető, a Magyarhoni Földtani Társulat részéről Kecskeméti Tibor elnök, a Magyar Hidrológiai Társaság részéről Juhász József elnök, a Magyar Földrajzi Társaság és az MTA Földrajztudományi Kutatóintézete nevében Somogyi Sándor tudományos tanácsadó búcsúztatta, míg a sírnál a család és a barátok nevében Teleki Pál kormányfőtanácsos mondott meleg hangvételű utolsó Istenhozzádot.

Rónai András szakirodalmi munkássága

Könyvek és más önálló munkák

1. 1936 Biographie des frontières politiques du Centre-Est Européen. Budapest, 140 p.
2. 1937 The different types of ethnic mixture of population. International Studies Conference 1937 Budapest, 30 p., 28 t. Társszerző: TELEKI PÁL.
3. 1942 Hazánk. Nemzetnevelők könyvtára. Budapest, 271 p.
4. 1943 Tableau ethnique du Bassin des Carpates. Revue d'Histoire Comparée 1, 1—26.
5. 1948 A Duna-völgy. Magyarázó a Magyar Földrajzi Intézet Rt. kiadásában megjelent „A Duna-völgy és környéke" című 1:1,000.000 léptékű térképéhez. Egyetemi Nyomda, Budapest, 388 p., 20 t. Társszerkesztő: TELEKI GÉZA.
6. 1956 A magyar medencék talajvize. Az országos talajvíztérképező munka eredményei 1950—1955. A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve 46/1, 245 p., 6 t., Budapest.
7. 1958 Magyarázó Magyarország 1:300.000-es földtani térképéhez. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 115 p. (több társszerzővel)
8. 1961 Az Alföld talajvíztérképe. Magyarázó a talajvíztükör felszínalatti mélységének 1:200.000 méretű térképéhez. [Ground water map of the Great Plain in Hungary. Explanations to the map of subsurface depth of groundwater, scale 1:200.000] Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 102 oldal, 40 ábra, 19 táblázat, 1 térképmelléklet.
9. 1965 Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L—34—III. Eger. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 173 p. Társszerző: BALOGH KÁLMÁN.
10. 1966 Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. M—34—XXXIV. Sátoraljaújhely. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 199 p. Társszerzők: BOCZÁN BÉLA, FRANYÓ FRIGYES, FRITS JÓZSEF, LÁNG SÁNDOR, MOLDVAY LORÁND, PANTÓ GÁBOR & STEFANOVITS PÁL.
11. Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L—34—II. Budapest. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 358 p. Társszerzők: JÁMBOR ÁRON & MOLDVAY LORÁND.
12. Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L—34—IV. Debrecen. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 116 p. Társszerző: MOLDVAY LORÁND.
13. 1967 Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L—34—IX. Szolnok. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 132 p.
14. Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L—34—VIII. Kecskemét. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 144 p.

15. 1968 The Quaternary of the Hungarian Basin. Guide to Excursion 41C, International Geological Congress, 23rd Session, Prague. Hungarian Academy of Sciences, Budapest, 74 p.
16. 1969 Guide to Excursion on Hydrology and Engineering Geology. Carpatho—Balkan Geological Association IXth Congress, Budapest, 32 p.
17. Kirándulásvezető a mérnökgeológiai és hidrogeológiai kiránduláshoz. A Kárpát—Balkán Földtani Asszociáció IX. Kongresszusa, Budapest, 29 p.
18. 1971 Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L—34—XIV. Kiskunhalas. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 133 p.
19. 1972 Negyedkori üledékképződés és éghajlattörténet az Alföld medencéjében. (Quartärsedimentation und Klimageschichte im Becken der Ungarischen Tiefebene [Alföld]) A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve 56/1, 421 p., 62 ábra, 22 táblázat, 32 fényképtábla, Budapest. (In Hungarian with German summary)
20. Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L—34—VII. Székesfehérvár. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 179 p. Társszerző: SZENTES FERENC.
21. 1974 Magyarázó Magyarország 200.000-es földtani térképsorozatához. L—34—XV. Szeged. L—34—XVI. Gyula. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 190 p. Társszerzők: BOCZÁN BÉLA, FRANYÓ FRIGYES, KŐRÖSSY LÁSZLÓ, SZEPESHÁZY KÁLMÁN, SZÉLES MARGIT, SZŰCS LÁSZLÓ, WEIN GYÖRGY.
22. 1975 ALFÖLDI LÁSZLÓ, BALOGH KÁLMÁN, RADÓCZ GYULA & RÓNAI ANDRÁS: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. M—34—XXXIII. Miskolc. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 277 p.
23. Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L—34—X. Békéscsaba. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 125 p. Társszerzők: CSÍKY GÁBOR, FRANYÓ FRIGYES, SZÉLES MARGIT, SZEPESHÁZY KÁLMÁN, SZŰCS LÁSZLÓ.
24. Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. M—34—XXXV. Kisvárda. L—34—V. Mátészalka. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 115 p. Társszerzők: MOLDVAY LORÁND, BOCZÁN BÉLA, FRANYÓ FRIGYES, KROLOPP ENDRÉNÉ, SZEPESHÁZY KÁLMÁN, SZÉLES MARGIT & SZŰCS LÁSZLÓ.
25. Guide to Excursion. International Postgraduate Training Course on the Principles and Methods of Engineering Geology. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 122 p.
26. 1976 (ed.): Guide to Excursion. IAH—IASH. International Hydrogeological Conference. Hungarian Geological Institute, Budapest, 75 p.
27. 1978 RÓNAI A. (szerk.): Hydrogeology of Great Sedimentary Basins. Proceedings of the Budapest Conference, May/June 1976, IAH—IAHS. Annales Instituti Geologici Publici Hungarici 59/1—4, 829 p., Budapest.
28. 1979 Engineering Geological Mapping. Supplement International Postgraduate Training Course on the Principles and Methods of Engineering Geology. Hungarian Geological Institute, Budapest, 80 p.
29. 1982 A Magyar Állami Földtani Intézet mélységi vízfigyelő kútjainak észlelési adatai 1967—1981. Budapest, 61 p.
30. 1985 Az Alföld negyedidőszaki földtana. The Quaternary of the Great Hungarian Plain. Geologica Hungarica, Series Geologica 21, 446 p., Budapest.
31. 1989 Térképezett történelem. Magvető Könyvkiadó, Budapest, 349 p.

Térképek, atlaszok

1. 1940 Magyarország nemzetiségi térképe az 1910. évi népszámlálás alapján. 1:500.000. Budapest.
2. Magyarország történelmi területének néprajzi térképe az 1930—1939. évi népszámlálások alapján. 1:750.000. Budapest.
3. 1944 Közép-Európa települési térképe. 1:1.000.000. Budapest.
4. 1945 Közép-Európa Atlasz. Államtudományi Intézet, Budapest—Balatonfüred, 333 p.
5. Atlas of Central Europe. Institute of Political Sciences, Budapest—Balatonfüred, 366 p.
6. 1948 A Dunavölgy és környéke. Térkép 6 variációban. 1:1.000.000. Magyar, angol, orosz kiadás. Magyar Földrajzi Intézet Rt., Budapest (több társszerzővel)

7. 1956 Magyarország földtani térképe 1:300.000. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest (több társszerzővel)
8. 1962 Magyarország földtani térképe, 200.000-es sorozat, Eger, 6 változat. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Társszerző: BALOGH KÁLMÁN.
9. 1963 Magyarország földtani térképe, 200.000-es sorozat, Debrecen, 5 változat. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. Társszerző: MOLDVAY LORÁND.
10. 1969 Az Alföld földtani atlasza, 1:100.000. Szolnok. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 15 p., 21 t.
11. 1975 Az Alföld földtani atlasza. Heves. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 19 p., 17 t.
12. 1976 Az Alföld földtani atlasza. Tiszafüred. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 30 p., 19 t.
13. 1978 Az Alföld földtani atlasza. Hódmezővásárhely. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 14 p., 18 t.
14. 1979 Az Alföld földtani atlasza. Karcag. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 14 p., 19 t. Társszerző: SZEPESHÁZY KÁLMÁN.
15. Az Alföld földtani atlasza. Szeged. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 11 p., 19 t. Társszerző: KŐRÖSSY LÁSZLÓ és SZÉLES MARGIT.
16. 1980 Az Alföld földtani atlasza. Püspökladány. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 12 p., 19 t.
17. Az Alföld földtani atlasza. Gyoma. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 12 p., 19 t.
18. 1981 Az Alföld földtani atlasza. Békéscsaba. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 16 p., 19 t. Társszerző: KŐRÖSSY LÁSZLÓ és SZEPESHÁZY KÁLMÁN.
19. 1983 Az Alföld földtani atlasza. Hajdúszoboszló. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 13 p., 19 t. Társszerző: KŐRÖSSY LÁSZLÓ.
20. Az Alföld földtani atlasza. Orosháza. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 11 p., 19 t.
21. 1984 Magyarország földtani térképe, 1:500.000. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. (több társszerzővel)
22. Geological Map of Hungary, 1:500.000. Hungarian Geological Institute, Budapest. (több társszerzővel)

Cikkek, tanulmányok

1. 1936 Image statistique d'un Etat dont le territoire est composé avec harmonie. — Journal de la Société Hongroise de Statistique 1, 68—88, Budapest.
2. Egy harmonikus államterület statisztikai képe. — Földrajzi Közlemények 64/1—5, 9—28, Budapest.
3. 1937 Les bases géographiques des territoires des états. — Nouvelle revue de Hongrie, 1937/mars, Budapest.
4. A nemzetiségi kérdés területi megoldásai. — Magyar Szemle 3, 201—209, Budapest.
5. 1938 Magyarok elterjedése a Földön. — Földrajzi Közlemények 66/4—5, 83—104, Budapest.
6. 1939 The peoples of Transylvania. — The Hungarian Quarterly 2, 229—242, Budapest.
7. 1940 Románia néprajzi viszonyai. — Földrajzi Közlemények 68/2, 86—109, Budapest.
8. 1948 A nagyhatalmak erőforrásai. — Földrajzi Zsebkönyv 36—47, Budapest.
9. Statisztika és térkép a mezőgazdaság szolgálatában. — Magyar Statisztikai Szemle 1948/1—6, 79—83, Budapest.
10. 1953 Újabb adatok a Duna—Tisza-közi talajvizekről. — Hidrológiai Közlöny 33/5—6, 211—222, Budapest.
11. 1954 Talajvíz tanulmányok a Duna—Tisza-közén. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1952-ről, 127—134, Budapest.
12. 1955 A Nyírség, Hajdúság és Hortobágy talajvízviszonyai. — Hidrológiai Közlöny 35/7—8, 221—236, Budapest.
13. 1956 Biharnagybajom és Pusztaecseg környékének földtani térképezése. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1954-ről, 127—140, Budapest.
14. 1958 Magyarország talajvizeinek vegyi jellege. — Hidrológiai Közlöny 38/1, 42—54, Budapest.
15. 1959 Adatok a folyók üledékképző munkájának ismeretéhez. — Hidrológiai Közlöny, 39/1, 1—16, Budapest.

16. Az Ócsa—Bugyi—Majosháza környékén végzett síkvidéki térképezés. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1955—56-ról, 299—316, Budapest.
17. 1960 Vízföldtani tanulmány a Kisalföldről. — Hidrológiai Közlöny, 40/6, 470—484, Budapest.
18. Magyarország felszínalatti vizei. — Földtani Közlöny 90/4, 419—423, Budapest.
19. Hydrogeologie der Quartärschichten in der Kleinen Ungarischen Tiefebene. — Geologické práce, Zošit 59, 161—214, Bratislava.
20. 1961 Stand der ungarischen Quartärforschung — INQUA VI. International Congress, Warszawa. Institut Geologiczny, Práce 34, 247—262, 263—286, 333—334, Warszawa.
21. Kísérlet az Alföld részletes földtani térképezésére Szabadkígyós környékén. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1957—58-ról, 135—163. Társszerző: FEHÉRVÁRI MIKLÓS, Budapest.
22. Negyedkori képződmények tanulmányozása a Bódva—Hernád közén. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1957—58-ról, 165—200, Budapest.
23. 1962 A Kisalföld talajvízviszonyai. — Földrajzi Közlemények 10 (86)/2, 175—182, Budapest.
24. Javaslat az alföldi artézi kutak vízszolgáltatási viszonyainak rendszeres mérésére. — Hidrológiai Tájékoztató 4, 9—10, Budapest.
25. Debrecen város talajvízviszonyai. — Hidrológiai Tájékoztató 8, p. 27., Budapest.
26. 1963 A talajmechanikai vizsgálatok felhasználása a földtani térképezésben. — Hidrológiai Közlöny 43/2, 130-138, Budapest.
27. A kondorosvölgyi belvízgyűjtő mintaterület földtani jellemzése. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1960-ról, 35—57, Budapest.
28. Az Alföld negyedkori rétegeinek vízföldtani vizsgálata. — Hidrológiai Közlöny 43/5, 378—391, Budapest.
29. Etudes sur les couches fluviatiles dans le Grand Bassin Hongrois. — ... 301—307, Łódz.
30. 1964 A dunántúli és alföldi negyedkori képződmények érintkezése Paks és Szekszárd között. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése1961-ről, II, 19—30, Budapest.
31. Hydrogeological study on the Quaternary deposits of the Great Hungarian Plain. — Bulletin de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique 3, 24—30, Gent—Brugge.
32. Les eaux souterraines et le problème de l'irrigation sur la Grande Plaine hongroise. — *In* Colloque de géographie franco—hongrois. Guide d'excursion, pp. 123—125, Academia Scientiarum Hungarica, Institutum Geographicum, Budapest.
33. 1965 Negyedkori képződmények térképezése a Magyar Állami Földtani Intézetben. — Földtani Közlöny 95/2, 205—216, Budapest.
34. Neotectonic subsidences in the Hungarian Basin. — International Studies on the Quaternary, 219—232, New York.
35. A felszín alatti vizek minőségének változása a mélységgel az Alföldön. — Hidrológiai Közlöny 45/9, 419—425, Budapest.
36. Some observations concerning the Quaternary sedimentation in Hungary. — Acta Geologica Hungarica 9/1—2, 17—32, Budapest.
37. Subsurface waters in deep Quaternary basins. — Acta Geologica Hungarica 9/3—4, 433—442, Budapest.
38. A kulcsi löszfeltárás szelvénye. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1963-ról, 167—187. Társszerző: BARTHA FERENC, KROLOPP ENDRE, Budapest.
39. 1966 Földtani és geofizikai térképezés Szolnok környékén. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1964-ről, 503—511, Budapest.
40. 1968 Mélységi vízfigyelő kutak telepítésének földtani feltételei medenceterületeken. — Hidrológiai Közlöny 48/1, 17—25, Budapest.
41. The Pliocene-Pleistocene boundary in the Hungarian Basin. — Acta Geologica Hungarica 12/1—4, 219—230, Budapest.
42. 1969 Időszakos nyomásváltozások a mélységi víztartó rétegekben. — Hidrológiai Közlöny 49/3, 106—114, Budapest.
43. A negyedkori és síkvidéki képződmények tanulmányozásának áttekintése. — *In* FÜLÖP J. & TASNÁDI-KUBACSKA A. (szerk.): 100 éves a Magyar Állami Földtani Intézet. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, pp. 174—209.
44. A review of Quaternary and lowland researches. — *In* FÜLÖP, J. & TASNÁDI KUBACSKA, A. (eds.): One Hundred Years of the Hungarian Geological Institute. Headquarters of the Hungarian Geological Institute, Budapest, pp. 182—217.

45. The geology of Lake Balaton and surroundings. — Mitt. Internat. Verein Limnol..... 275—281, Stuttgart.
46. A medencebeli pleisztocén sztratigráfia hazai eredményei. — Földrajzi Közlemények 17(93)/3, 218—229, Budapest.
47. Szovremennoje szosztojanyije neotektonicseszkih isszledovanyii Vengrii — ... Nauka, Moszkva, 104—108.
48. Eine vollständige Folge quartärer Sedimente in Ungarn. — Eiszeitalter und Gegenwart 20, 5—34.
49. 1970 Lower and Middle Pleistocene flora in the Carpathian Basin. — Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 8/2—3, 265—285, Amsterdam
50. Geological and hydrological investigations in Hungary. 100 years celebration of the Hungarian Geological Institute. — Annales Instituti Geologici Publici Hungarici 54, 141—149, Budapest.
51. 1971 Vízföldtan. — *In* FRANYÓ FRIGYES: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. I.—33—VI. Győr. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, pp. 94—111.
52. Bewegung des Grundwassers und die Änderung der im Wasser gelösten Stoffe in lockeren Gesteinen. — Proceedings of the 4th Conference of Soil Mechanics, Budapest, 489—494, Budapest.
53. A Tiszavölgy felszíni üledékei. — Hidrológiai Közlöny 51/8—9, 368—375, Budapest.
54. 1972 Az Alföld kutatás újabb eredményei. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1970-ről, 55—66, Budapest.
55. Hydrogeological maps of lowland territories. — International Association of Hydrogeologists, Memoirs 9, Congress of Tokyo, 45—47, Tokyo.
56. Az alföldi sekély vizek ingadozásai. [Fluctuations in ground water level in the Great Plain in Hungary.] — *In* SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR & PÉCSINÉ DONÁTH ÉVA (szerk.): II. Anyag- és Energiaáramlási Ankét, Budapest, 1971. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 95—105.
57. Nizsne i szrednyepleisztocenovaja flora Karpatszkovo basszejna. — ... AN SSSR Moszkva, 123—142.
58. 1973 Hydrogeological and engineering geological lowland mapping in Hungary. — Bulletin of the IXth Congress of the Carpatho—Balkan Geological Association 4, 419—428, Budapest.
59. On the near surface cyclic phenomena. Water level fluctuation in shallow aquifers of the Great Hungarian Plain. Map of Quaternary crustal movements in Hungary. — *In* SZÁDECZKY, E. (ed.): Studies on the Material and Energy Flows of the earth, 157—163, 182—189, 379—383. Akadémiai Kiadó, Budapest.
60. Vízföldtani szelvény az Alföld észak-déli tengelyében. — Hidrológiai Közlöny 53/9—10, 396—400, Budapest.
61. Megfigyelések a mésztartalom eloszlásáról a talajban és a talajvízben. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1971-ről, 123—139, Budapest.
62. Negyedkori kéregmozgásoktérképe Magyarországon. — MTA X. Osztályának Közleményei 6/4, 241—243, Budapest.
63. Proportion and character of Quaternary tectonic movements in the Hungarian Basin. — Földrajzi Közlemények 21(97)/2, 153—160, Budapest.
64. 1974 Size of Quaternary movements in Hungary's area. — Acta Geologica Hungarica 18/1—2, 39—44, Budapest.
65. A talajvíz és a rétegvizek kapcsolata az Alföldön. — Hidrológiai Közlöny 55/2, 49—53, Budapest.
66. Classification des sediments fluviatiles de grain fin au point de vue géotechnique. — Proceedings of the Xth Congress of the Carpatho-Balkan geological Association, 223—230, Bratislava.
67. Adatok az Alföld negyedkori vízadó rétegeiről. — Földtani Közlöny 105/3, 275—296, Budapest.
68. Ciklusos nyomásingadozások az Alföld medencéjében és ezek kémiai kapcsolatai. — MTA X. Oszt. Közleményei 8/3—4, 333—342, Budapest.
69. 1976 Az Alföld-kutatás helyzete 1973-ban. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1973-ról, 121—132, Budapest.
70. 1977 Review on the present state of art in the knowledge Neogene-Quaternary boundary in Austria, Hungary and Czechoslovakia. — *In* SELLI, R. & CATI, F. (eds.): Proceedings of the 2nd

Symposium on the Neogene—Quaternary Boundary 1975, Bologna, Giornale di Geologia 41/1—2, 203—215, Bologna.

71. Negyedidőszaki kéregmozgások a magyar medencében. — Földtani Közlöny 107/3—4, 431—436, Budapest.

72. 1978 Az alföldi mélységi vízfigyelés eredményeinek elemzése. — Hidrológiai Közlöny 58/2, 49—67, Budapest.

73. Caractère hydrogéologique essentiel de la Grande Plaine Hongroise. — *In* RÓNAI, A. (ed.): Hydrogeology of Great Sedimentary Basins. Annales Instituti Geologici Publici Hungarici 59/1—4, 462—483, Budapest.

74. Vízjárás a magyar Alföld mélységi víztartóiban. — Vízügyi Közlemények 3, 374—400, Budapest.

75. Beszámoló jelentés a M. Áll. Földtani Intézetben 1976. május 31—június 5. között rendezett IAH-IAHS nemzetközi hidrogeológiai konferenciáról. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1976-ról, 47—53, Budapest.

76. 1979 Paleomagnetic investigation of the 1110 m sediment core from the Dévaványa borehole. — Guide book for Conference Budapest—Szeged, 63—82. Társszerző: SZEMETHY ANDREA, Budapest.

77. Paleomagnetic, sedimentary and climatic records from boreholes Dévaványa and Vésztő — Hungary. — Paper for IGCP project 128, Budapest, 28—31 August, 28 p. Társszerzők: COOKE, H.B.S., HALL, J.M., Budapest.

78. Fundamentals of engineering geological maps. — Bulletin of the International Association of Engineering Geology 19, 62—68, Krefeld.

79. Lowland barrages and reservoirs on the Great Hungarian Plain. — Bulletin of the International Association of Engineering Geology 20, 260—264, Krefeld.

80. Az Alföld kutatás újabb eredményei. Paleomágneses vizsgálatok laza üledékeken. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1977-ről, 67—83. Társszerző: SZEMETHY ANDREA, Budapest.

81. 1980 A nagytáji földművelés földtani alapjai — Agrárföldtan. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1978-ról, 159—166, Budapest.

82. Development of principles related to subsurface water prospecting in Hungary. — Földtani Közlöny 110/1, 42—44, Budapest.

83. 1981 Ground water level and fluctuation. — *In* HALASI-KUN, G.J.(ed.): Pollution and Water Resources, 1—20, Pergamon Press, New York—Oxford.

84. Teleki Pál és a korabeli földtani tudomány. — Földtani Tudománytörténeti Évkönyv 8 (1979), 185—193, Budapest.

85. Paleomagnetic sedimentary and climatic records from borehole Dévaványa and Vésztő, Hungary. — Acta Geologica Hungarica 22/1—4 (1979), 89—109. Társszerzők: H.B.S. COOKE, J.M. HALL, Budapest.

86. A 2. Nemzetközi Mérnökgeológiai Továbbképző Tanfolyam. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1979-ről, 33—37, Budapest.

87. A földtani ismeretek fejlődése az Alföld medencéjéről. — Alföldi Tanulmányok 5, 7—33, Békéscsaba.

88. Task of engineering geological mapping in lowland territories. — Proceedings of the 11th Congress of Carpathian-Balkan Geological Association (1980). Hydrogeology and Engineering Geology, 124—142, Kiev.

89. Geological mapping of the Great Hungarian Plain. — Acta Geologica Hungarica 22/1—4, 355—365, Budapest.

90. Outlines of geological structure and evolution of Hungary: Quaternary. — *In* BALÁZS E. et al.: Excursion guide of molasse formations in Hungary. Hungarian Geological Institute, Budapest, 78—80.

91. 1981 Magyarország szerkezetének és földtörténetének vázlata: negyedidőszak. — *In* BALÁZS E. et al.: Földtani kirándulások a magyarországi molassz területeken. pp. 74—79,Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.

92. Bugac-puszta (pleisztocén—holocén). — *In* BALÁZS ENDRE et al.: Földtani kirándulások magyarországi molassz területeken, pp. 136—137, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.

93. Bugac puszta (Pleistocene—Holocene). — *In* BALÁZS, E. et al.: Excursion Guide of Molasse Formations in Hungary, p. 141. Hungarian Geological Institute, Budapest.

94. 1982 Magnetostratigraphy of Pliocene-Quaternary sediments in the Great Hungarian Plain. — Earth Evolution Sciences 1/3—4, 265—267, Braunschweig.

95. Komplex síkvidéki kutatások és agrogeológiai kapcsolataik. — MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Közleményei 15/1—2, 183—188, Budapest.

96. Coherency between the water supply and water level fluctuation in Quaternary underground aquifers. — *In* Quaternary Studies in Hungary. INQUA 1932—1982, pp. 217—284, Budapest.

97. Stages of the Quaternary in Hungary. — Biuletin Instytutu Geologicznego 23 (1981), 59—62, Warszawa.

98. Neogene/Quaternary boundary in the Great Hungarian Plain. — Proceedings of the Field Conference on the Neogene/Quaternary Boundary in India 1979, Calcutta, 151—152.

99. The development of Pliocene and Quaternary depression in the Great Hungarian Plain. — *In* SHOJI HORIE (ed.): Palaeolimnology of Lake Biwa, Japan 9, 3—25.

100. Dr. Szalai Tibor emlékezete. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1980-ról. 31—30, Budapest.

101. A negyedidőszaki és felső-pliocén süllyedés menete a Körös-medencében. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1980-ról, 77—80, Budapest.

102. 1983 Vertical movements in the Great Hungarian Plain (Examples of magnetostratigraphic correlation). — *In* BISZTRICSÁNY, E. & SZEIDOVITZ, Gy. (eds.): Proceedings of the 17th Assembly of the European Seismological Commission, 1980, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 435—440.

103. A vízszintingadozások többéves irányvonala az alföldi artézi víztartó rétegekben. — Hidrológiai Közlöny 63/7, 289—300, Budapest.

104. A Körös-medence földtörténete a negyedkorban. — Földtani Közlöny 113/1, 1—25, Budapest.

105. 1984 The development of the Quaternary geology in Hungary. — Acta Geologica Hungarica 27/1—2, 75—90, Budapest.

106. Quaternary stratigraphy and the N/Q boundary in the Pannonian Basin. A case study on continental stratigraphy. — 27th International Geological Congress, Abstracts I, 412—413, Moscow.

107. Ballenegger Róbert kapcsolata az agrogeológiával. — Agrokémia és Talajtan 32/3—4, 634—636, Budapest.

108. Teleki Géza 1911—1983. — Földtani Közlöny 114/2, 240—241, Budapest.

109. Osznovü csetverticsesztnoj sztratigrafii Pannonszkovo basszejna. — Mezsdunarodniy Geologicseszkij Kongressz, Sectio 03, Doklady, Moszkva, 27, 31—37.

110. A plio-pleisztocén határ a nemzetközi és a hazai irodalomban. — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1982-ről, 167—172, Budapest.

111. 1985 Limnic and terrestrial sedimentation and the N/Q boundary in the Carpathian basin. — Abstracts. VIII Congress of the RCMNS. Symposium on European Late Cenozoic Mineral Resources 15—22 September 1985 Budapest. Hungarian Geological Institute, Budapest, pp. 496—497, Budapest.

112. The Quaternary of the Great Hungarian Plain. — *In* PÉCSI, M. (ed.): Loess and the Quaternary. Chinese and Hungarian Case Studies, 51—63, Akadémiai Kiadó, Budapest.

113. Geological investigations in the lowland type regions. VIII. RCMNS Congress — *In* HÁLA, J. (ed.): Neogene Mineral resources in the Carpathian Basin. Historical Studies on Their Utilization, 45—68, Budapest.

114. Magnetostratigraphy of Neogene strata penetrated in two deep core holes in the Pannonian Basin: preliminary results. — Geophysical Transactions 31/1—3, 75—88, Budapest. Társszerzők: ELSTON, D.P., HÁMOR, G., JÁMBOR, Á., LANTOS, M.

115. Contribution to the determination of the Plio-Pleistocene boundary in sediments of the Pannonian basin. — Geophysical Transactions 31/1—3, 89—99.. Társszerzők: GROSZ, A.E., LOPEZ, R., Budapest.

116. Magnetostratigraphic correlations of some Neogene strata of the Pannonian Basin. — Abstracts VIIIth Congress of the RCMNS, Budapest, p. 257, Társszerzők: HÁMOR, G., JÁMBOR, A., LANTOS, M., ELSTON, D.P.

117. Ballenegger Róbert (1882. nov. 11—1969. nov. 13.) — Földtani Közlöny 115/3, p. 330., Budapest.
118. 1986 A magyarországi kvarter képződmények kifejlődése és szerkezeti helyzete. — Földtani Közlöny 116/1, 31—43, Budapest.
119. Hozzászólás dr. JUHÁSZ JÓZSEF: A mérnökgeológia jelene és jövője c. előadásához. — Földtani Közlöny 116/1, 83—84, Budapest.
120. 1987 Zárójelentés a komplex Alföldkutatás programjának teljesítéséről (1964—1985). — A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1985-ről, 89—125, Budapest.
121. 1988 Az Alföld komplex földtani térképezése és annak eredményei. — Mérnökgeológiai Szemle 36, 85—90, Budapest.
122. 1989 Teleki Pál, a geográfus. — Földrajzi Múzeumi Tanulmányok 6, 3—8, Érd.
123. Teleki Géza (1911—1983). — Földrajzi Múzeumi Tanulmányok 7, 65—66, Érd.
124. The development of principles related to subsurface water prospecting in Hungary. — *In* CSÍKY, G. & VITÁLIS, Gy. (eds.): History of Mineral Exploration in Hungary until 1945. Annals of the History of Hungarian Geology, Special issue 2, 87—89, Budapest.
125. 1991 Eolikus aleuritok. — *In* BALOGH K. (szerk.): Szedimentológia II, 158—180, Akadémiai Kiadó, Budapest.

VITÁLIS György, Magyar Állami Földtani Intézet, H-1442 Budapest, Pf. 106.

DOLOMIEU konferencia a Dolomitokban

1991. szeptember 16—21. között, a dolomit felfedezésének 200. évfordulója alkalmából a felfedező DEODAT DE DOLOMIEU tiszteletére nagyszabású konferenciát rendeztek, természetesen a Dolomitokban.

A konferencia előadásaira és a poszter bemutatóra Ortisei (St. Ulrich) dél-tiroli üdülőhelyen került sor. A kirándulások a Dolomitok karbonátos platformjainak tanulmányozását célozták.

A világ minden részéből összesereglett 350 kutató, közöttük öt magyar részvételével lezajlott konferencia tulajdonképpen két szimpóziumból állt. A karbonátos platform szimpóziumon 51 előadás és 69 poszter szerepelt, míg a dolomitosodással foglalkozó szimpóziumon 67 előadás hangzott el és 35 posztert mutattak be.

A karbonátos platform szimpózium témacsoportjai a következők voltak:

— a karbonátos fáciesek biogén hatótényezői;

— a platformok fejlődése és pusztulása;

— a platformok fejlődéstörténetét bemutató esettanulmányok;

— platformlejtők;

— a szekvencia egységek és a 3. rendű ciklusok;

— a Milanković-tartomány ciklusai;

— diagenezis.

A szimpózium egyértelműen nyilvánvalóvá tette, hogy az elmúlt néhány évben jelentős előrelépés történt a platformfejlődés elméletében, mégpedig elsősorban a szekvencia-rétegtani szemlélet előtérbe kerülése következtében. Ennek lényege az, hogy a platformfejlődést elsősorban a szerkezetkialakuláshoz kapcsolódó süllyedés, az eusztatikus tengerszintváltozás és a szedimentáció jellege és sebessége alapján vezetik le, természetesen a kiinduló morfológia figyelembevételével. Mivel ezek a tényezők számszerűsíthetők, és a megfigyelések alapján a fejlődés tendenciái többé-kevésbé ismertek, mód nyílott számítógépes fejlődési modellek (részben térmodellek) kidolgozására a geofizikai szelvények és a felszíni, ill. fúrási adatok alapján. Analóg eljárásokkal is kísérleteznek: a felszíni megfigyelések alapján hagyományos geológiai szelvényeket vettek fel (pl. a Dolomitok egyes területein), laboratóriumban mérték a kőzetek fizikai paramétereit,majd ezekből — a szeizmikus mérésekkel való összevetés céljából — számítógéppel előállították azt a képet, amelyet a szeizmikus mérések adnának. Ugyancsak lényeges előrelépést hozott a jelenkori platformok (főleg a Bahama-platform) nagy felbontású szeizmikus szelvényezése, valamint a platformlejtőn és a platform belsejében mélyített, kifejezetten tudományos célú alapfúrások vizsgálata. Ebben újdonság a platform karbonátok sikeres magnetosztratigráfiai vizsgálata és az azon alapuló kronokorreláció is.

Lényeges előrelépés történt a platformok jelentős részét felépítő, magas frekvenciájú ciklicitást mutató rétegsorok tanulmányozásában, jóllehet a ciklusgenetikában jelenleg is vannak nyitott kérdések. Különösen fontosnak látszik L.A. HARDIE és munkatársai konkrét vizsgálatokkal bizonyított elmélete, amely szerint a platformokon megfigyelhető kis amplitúdójú, ötödrendű (10^4 év tartamú) és a negyedrendű (10^5 éves) ciklusok jellege (összeolvadó, vagy kondenzált ciklusok) jó indikátora a nagyobb amplitúdójú, harmadrendű (10^6 éves) ciklusoknak, amelyek viszont már a szekvencia sztratigráfia alapegységeinek tekinthetők.

A dolomitosodással foglalkozó szimpózium témacsoportjai a következők voltak:

— dolomitosodási modellek:
  a) sabkha, evaporációs, visszaáramlásos,
  b) kevert zónás — tengervizes,
  c) betemetődéses;
— dolomit rezervoárok;
— a dolomitok petrológiája és geokémiája;
— a szervesanyagok és a tengerszintváltozások szerepe a dolomitosodásban.

A recens dolomitképződésre vonatkozó első megfigyelések óta, azaz az 1950-es évektől az volt az általános felfogás, hogy a földfelszíni, felszínközeli körülmények között a dolomitképződés a $CaCO_3$ üledékek speciális feltételek között végbemenő átalakulásának — dolomito-

sodásának — eredménye. A szimpóziumon elhangzottak arról tanúskodnak, hogy a dolomitgenetika kérdése napjainkban sem jutott nyugvópontra. A jelenlegi felfogás azonban némileg változott a korábbihoz képest. A jelenkori dolomitképződési területeken végzett számos vizsgálat arra utal, hogy 1) a dolomitosodáshoz nem feltétlenül szükséges a normális tengervíztől eltérő összetételű (túlsós, vagy Mg-ionokban feldúsult) folyadék, és 2) dolomitkiválás (póruskitöltő cementként) a tengervízből közvetlenül is végbemehet.

A genetikai feltételek közül egyaránt lényeges a kiinduló üledék jellege (ásványos összetétel, szemcseméret, osztályozottság stb.), a termodinamikai és a kinetikai viszonyok, valamint az Mg-ionok utánpótlását biztosító anyagáramlás.

A dolomitosodást kedvezően befolyásoló, gyorsító ("katalizáló") és ezért a nagy tömegű és átható dolomitképződést is lehetővé tevő folyamatok: evaporáció (gipszkiválás — Mg^{2+}-feldúsulás a pórusfolyadékban), a szulfátredukció, egyes biokémiai folyamatok (főleg baktériumok szulfátredukáló hatása), a sós és az édesvíz keveredése, valamint kedvező hidrodinamikai helyzet esetén a konvekciós vízáramlás (Kohout-konvekció). Eszerint különülnek el az egyes, jelenleg is érvényes dolomitgenetikai modellek.

A betemetődés során egyrészt a Ca-gazdag, gyengén rendezett "protodolomitok" stabilizálódnak, másrészt új dolomit generációk (késői diagenetikus dolomitok) képződnek.

A különböző genetikájú dolomitok elkülönítésének legfontosabb módszere jelenleg a stabil oxigén- és szénizotópok elemzése, valamint a katódlumineszcens mikroszkópos vizsgálat.

HAAS János

Könyvkritika

BALOGH Kálmán (szerk.)(1991): *Szedimentológia, I. kötet.* Írták: BALOGH Kálmán, BÉRCZI István, HAAS János és JÁMBOR Áron. Akadémiai Kiadó, Budapest, 547 oldal, 645 ábra, 65 táblázat, 4 színes és 18 fekete-fehér fényképtábla. ISBN 963-05-5678-2. 1180 Ft.

Ez a hézagpótló szakkönyv nélkülözhetetlen adatgyűjtemény a szedimentológia (üledéktan) hazai művelői számára. Logikus sorrendben foglalja össze a nemzetközi szakirodalom legújabb eredményeit, s így tárgyi és szemléleti alapként szolgálhat a geológus továbbképzés számára. Számos kérdésben hasznos útmutatásokat nyújt a geográfusok, hidrogeológusok, bányamérnökök és középiskolai tanárok számára is.

Megjegyzendő azonban, hogy a szövegben több helyen előfordulnak az idegen nyelvű újabb irodalomban használatos, de minálunk még kevéssé elterjedt szakkifejezések. Ezeknek az idegen szavaknak közérthetővé tétele céljából szükséges lenne az utolsó kötetet egy rövid szedimentológiai szaklexikonnal is kiegészíteni.

A most megjelent első kötet a szedimentológia következő témaköreit tárgyalja. Az üledékes kőzetek eredete, a mállás fogalma és fajtái (1. és 2. fejezet). A mállási termékek szállítása a szél, a víz, a jég és a gravitáció által (3—7. és 9. fejezet). Az üledékek lerakódása a tavakban és a tengerek mélyén (8., 10. és 11. fejezet). Az üledéktömeg diagenezise (12—14. fejezet). A törmelékes és karbonátos kőzetek szövete (15—16. fejezet).

A jelenleg még sajtó alatt lévő második és harmadik kötet fogja tárgyalni a különböző kőzetféleségeket. Ennek során a törmelékes, agyagos és karbonátos kőzetcsaládokon kívül a szerves kőzetek és szénhidrogének is jelentős terjedelmet kapnak.

A szedimentológia óriási területének kellő mélységű áttekintése csakis az egyes részletekben leginkább jártas, specializálódott szak-

emberek együttműködésével volt megoldható. A társszerzők kéziratainak fogalmi és stiláris összehangolása és az egyes részletek helyenkénti megismétlődésének kiküszöbölése a szerkesztő és munkatársai együttműködésén alapult. Szükséges külön is kiemelnünk BALOGH Kálmán professzor érdemeit, aki az első kötetben lévő fejezetek jelentős részét megírta, s ezen túlmenően magára vállalta a teljes — három kötetes — mű összeszerkesztésének és sajtó alá rendezésének feladatkörét is.

Könyvismertetésemben lehetetlen lenne részletekbe menően kritikailag megtárgyalni a vaskos kötetben leírtakat. De erre nincs is szükség, hiszen az ott olvasható megállapítások korszerű laboratóriumi vizsgálatok és megbízható észlelési eredmények összesítésén alapulnak. Ezért az alábbiakban nem kívánok vitába szállni a szerzőkkel, hanem csupán néhány rövid megjegyzést fogok tenni az egyes fejezetrészek terjedelmére és beosztására vonatkozóan.

A most ismertetett műben találhatók olyan részletek is,amelyek nem tartoznak a szedimentológia tárgykörébe. Így például a jégártípusok (232—234. oldal), a dűnék (206—214. oldal) és a folyómedrek alakjainak leírása (146—147. oldal). Ezek a jelenkori földfelszín domborzati formáit tárgyalják s így a földrajz (morfológia) keretébe sorolandók.

Feleslegesnek tartom a dinamikai folyamatok leírásához szükséges fogalmak és matematikai levezetések közlését is (66—102. és 279—295. oldal).

Emellett joggal kifogásolható, hogy a könyv nem foglalkozik részletesebben a Magyarország területén képződött üledékek helyenként sajátos — a kötetben felsorolt külföldi példáktól eltérő — jellegzetességeivel. Így például csak elszórtan találunk utalásokat kvarter képződményeinkre: a szikes talajokról az 56. oldalon, a hordalékkúpokról 160. és 165. oldalon, a nyírségi homokdombokról a 223. oldalon olvasható alig egy-két sor. A folyóvizek szállító- és hordalékülepítő tevékenységét tárgyaló rész (5. fejezet) csakis a változatlan szintmagasságú — tehát besüllyedő mozgást nem végző — síkságok alluviumával foglalkozik. Utóbbi azonban nagymértékben különbözik a mi folyamatos besüllyedő mozgást végző üledékgyűjtő medencéink (Nagyalföld és Kisalföld) nagyvastagságú és változatos összetételű kvarter rétegsoraitól.

Hiányolható az is, hogy a kőzettömörödésről (kompakció) szóló részben (428—429. oldal) nem említik meg, hogy minálunk is végeztek erre vonatkozó számításokat a pannon üledékeken, pedig érdekes lett volna az itthon kapott eredményeket összevetni a könyvben ismertetett külföldi példákkal.

Az olvasó számára jelentősen megkönnyíti az anyag áttekintését az, hogy a szerkesztő több helyen is jelzi, ha valamelyik részletkérdés bővebb kifejtésére csak a továbbiakban fog majd sor kerülni. Ilyen utalások találhatók például a 303. és 216. oldalon a löszre, továbbá a 216. oldalon az éleskavicsokra vonatkozóan. Hiányzik viszont az eligazítás arról, hogy a különböző kőzetfáciesek (flis, slír, molassz, *nagelfluh* stb.) leírása hol található meg. A 119. és 309. oldalon röviden megemlítik a flis és molassz kőzeteket, a 417. oldalon pedig a *nagelfluh*t, de nem utalnak arra, hogy ezek bővebb ismertetésére sor fog-e kerülni valahol.

A könyv előszavában (17. oldal) az olvasható, hogy a záró fejezet foglalkozik majd "az egykori üledékképződési rendszerek rekonstruálásának elveivel és a fácieselemzés fontosabb lépéseinek felvázolásával". Ennek alapján feltételezhető, hogy talán majd ebben a záró fejezetben esik szó az üledékképződés mennyiségének és minőségének térbeli és időbeli változásairól is. Itt majd felvetődhetnek a következő kérdések is: miért keletkeztek ugyanazon idő alatt egyes helyeken vékony, másutt pedig vastag üledéksorok? Mi az oka annak, hogy olykor a karbonátos kőzetek, más földtörténeti szakaszokban pedig a terrigén lerakódások az uralkodók? Mivel magyarázzuk a kőzetfáciesek helyenként hirtelen lehatárolódását, más területeken pedig horizontális vagy vertikális irányú fokozatos átalakulását, vagyis folyamatos átmenetét egy másik típusú kőzetfáciesbe? Miért van az, hogy a mezozoikumban keletkezett kőzettömegek általában egyhangúak, kevésbé változatosak, mint a harmadidőszakiak?

Mindezeket a fontos kérdéseket kár volna csupán egyetlen fejezetben összezsúfolva megtárgyalni! Úgy gondolom, részletesen kellene kifejteni a klímaváltozások és a szinszedimentációs orogenezis helyi hatásait az üledékképződésre! Ugyanis a szedimentológiai vizsgálatok eredményeinek oknyomozó értelmezése jelen-

tősen segítheti a földtörténet eseményeinek felismerését és a múltban lejátszódott különböző folyamatok egymásra gyakorolt hatásának magyarázatát. A litosztratigráfiai formációk közötti határok megvonása csakis ezeknek a szedimentológiai törvényszerűségeknek a figyelembevételével végezhető el.

A kötet minden fejezete után megtalálható a tárgykör szakirodalom jegyzéke, ezek együttvéve több mint 1500 címet tartalmaznak. A felsorolt irodalom döntő többsége angol. Kevesebb a német, a francia és az orosz nyelven kinyomtatott munka. A magyar szakembereknek hazánkban és külföldön megjelent publikációi közül csak néhányat említenek meg, úgyhogy azok összessége egy tizedét sem teszi ki a könyvben felsorolt teljes irodalomnak. Példaképpen megemlítem, hogy még az olyan nagyobb, önálló kötetek is kimaradtak az irodalomjegyzékből, mint KERTÉSZ Pál Kőzetfizikája, vagy MOLNÁR Béla Szedimentológiája.

A magyar szakirodalom ilyenfokú mellőzése talán azzal magyarázható, hogy a kötet alkotói főleg a külföldi vizsgálatok eredményeiről számoltak be, anélkül, hogy szükségesnek tartották volna fejezetenként részletesen ismertetni hazai szakembereink munkásságát is. A magyar és a külföldi eredmények összevetése a legtöbb helyen alighanem azért maradt el, mert a kötet szerkesztőjének a véleménye szerint Magyarországon "a közlemények túlnyomó többsége elmarad az üledékföldtan nemzetközi színvonalától" (16. oldal). Ennek a felfogásnak a következtében a Szedimentológia első kötetéből jóval többet tudhatunk meg például az óceánokban jelenleg is lejátszódó folyamatokról, mint a Pannóniai-medence besüllyedésének és üledékekkel való feltöltődésének módjáról.

Befejezésül elismerőleg kell szólnunk a Szedimentológia első kötetének gondos nyomdatechnikai kiviteléről is. A rajz- és fényképmellékletek igen jó minőségűek, szemléletesen egészítik ki a szöveget. Reméljük, hogy az Akadémiai Kiadó hasonlóan szép kivitelben fogja elkészíteni a — jelenleg még sajtó alatt lévő — második és harmadik kötetet is. Ugyanis a Szedimentológia című mű mind terjedelmét, mind tartalmának színvonalát tekintve igen jelentős alkotás. Megjelenése nagymértékben fogja segíteni üledékföldtani szemléletünk továbbfejlődését és a legújabb kutatási módszerek alkalmazásának elterjedését.

JASKÓ Sándor

BARTHEL, K.W., SWINBURNE, N.H.M., CONWAY MORRIS, S. (1990): *Solnhofen. A Study in Mesozoic Palaeontology.* Cambridge University Press, Cambridge, 236 p., 155 ábra. ISBN 0-521-33344-X. 35 £.

Solnhofen, a Déli-Frank-Alb (Bajorország) kis falucskája nevét a környékén a rómaiak óta bányászott felsőjura (tithon) korú mészkő tette világszerte ismertté. A solnhofeni táblás mészkő egyike azon üledékeknek, amelyek a beléjük zárt ősmaradványok révén kiemelkedően sok információt nyújtanak az élővilág történetének egy-egy fejezetéről, s amelyeket a szaknyelv újkeletű kifejezésével *fossillagerstätten*ként ismernek. Szárazföldi és tengeri állatok páratlan épségben megmaradt vázait, a szervezetek pusztulása után gyorsan megsemmisülő, így csak kivételesen fosszilizálódó lágy testrészek finom részleteket is megőrző lenyomatait rejti a híres kőzet, melynek az igen tetszetős kiállítású kötet szerzői művüket szentelték.

A könyv, impresszuma szerint, az 1978-ban elhunyt K.W. BARTHEL berlini professzor *Solnhofen. Ein Blick in die Erdgeschichte* (Ott Verlag, Thun 1978, 393 p.) című munkájának revideált angol fordítása. Mint az azonban már az előszóból is kiderül, a kötetben foglaltaknak több mint fele új, vagyis a fordító Nicola SWINBURNE (Open University, Milton Keynes) és a szerkesztést végző Simon CONWAY MORRIS (University of Cambridge) hozzájárulása.

A mű a geológiában járatos, más országokban általában a középiskolában megszerezhető földtudományi ismeretekkel rendelkező olvasók számára íródott. Nyolc fejezete közül az első a solnhofeni mészkő tudományos és gazdasági célzatú kutatásának és kitermelésének történetével kezdődik. A képződmény megnevezésére a szerzők a *plattenkalk* (táblás mészkő) szót találták a legmegfelelőbbnek, mivel a széles körben elterjedt litográf mészkő kifejezés

pontatlan a — kőnyomás céljára csak alig egy százalékábanalkalmas — sorozat megjelölésére. A fejezet második része a solnhofeni fosszíliák századok óta folyó gyűjtésének körülményeivel ismertet meg, különös tekintettel a leghíresebb kövület, az ősmadár (*Archaeopteryx lithographica*) példányainak olykor kalandos históriájára.

A második fejezet a Déli-Frank-Alb rövid földtörténete után részletesen szól a terület késői jura ősföldrajzáról és fácieseloszlásáról. A régió fejlődését szemléltető paleogeográfiai térképsorozat, hasonlóan a kötet számos más ábrájához, viszonylag kis példányszámban megjelent, nehezebbenhozzáférhető munkákból származik. Az elmúlt másfél évtizedben elszórtan, javarészt német nyelven publikált kutatási eredmények újbóli közzététele a könyv egyik fő értéke.

Kevéssé köztudott, hogy a "valódi" táblás mészkőnél idősebb hasonló kőzeteket eredményező üledékek már a kimmeridgei korszak folyamán lerakódtak az akkor még élő és a terület nagy részét elborító szivacs-alga "buckák" ("mound"-ok) közötti kisebb részmedencékben. A táblás mészkő fácies a tithon elején vált elterjedtté a délen a Tethystől szivacs-alga felépítményekkel és korallzátonyokkal elválasztott Déli-Frank-Alb medencéjében. A klasszikus Solnhofen—Eichstätt területen a nevezetes mészkövet az ugyancsak táblás megjelenésű mörnsheimi rétegek fedik, azonban mind ezek, mind az idősebb *plattenkalk*, számos jellemzőjükben (szövet, ásványosösszetétel, fosszíliatartalom) eltérnek a solnhofeni táblás mészkőtől, melynek részletes petrográfiai leírását a harmadik fejezet tartalmazza.

A táblás mészkő sorozatot a bányászok által *flinz*nek nevezett, nagyon tiszta (95—98%) kalcium-karbonátból álló rétegek valamint a 10—20% agyagot, és 3% kvarcot is tartalmazó *fäule* közbetelepülések alkotják. A kétféle kőzettípus ismertetése túlnyomórészt KEUPP igen alapos vizsgálataira támaszkodik. Míg az erős diagenetikus átalakulás jeleit mutató *flinz* eredetét a pásztázó elektromikroszkópos vizsgálatok sem tudták tisztázni, a *fäule* jó megtartású karbonátos mikrofosszíliákat, főként kokkolitokat és valószínűleg kékeszöld baktériumok életműködéséhez köthető szerkezeteket tartalmaz. Alárendelten foraminiferák és ostracodák is felismerhetők. A táblás mészkő eredetével kapcsolatos bizonytalanságok egymástól lényegesen eltérő őskörnyezeti és üledékképződési modelleket eredményeztek, melyeket a könyv negyedik, talán legérdekesebb fejezete foglal össze.

A korai kutatók a Déli-Frank-Alb területét a tithon folyamán széles wattnak feltételezték, melyen a viharok alkalmával partra került tengeri üledékek, szárazföldi és tengeri állatok tetemeit magukba zárva, kiszáradtak. Ma általános az egyetértés, hogy a táblás mészkő medence mindvégig vízzel borított volt. A fosszíliák arról tanúskodnak, hogy a víztömeg az állati és magasabb rendű növényi élet számára általában mérgező közeget jelentett. A kötet szerzői szerint ennek oka a fenékvizek túlsós mivolta lehetett. Az evaporitok hiánya azonban arra utal, hogy a medence vize folyamatosan hígult, így a sókoncentráció sohasem érte el a kicsapódáshoz szükséges értéket.

Két, alapvetően különböző üledékképződési modellt tárgyal részletesen a kötet. BARTHEL elmélete szerint a tengertől zátonyokkal elválasztott, túlsós fenékvizű lagúnákban a szárazföldről behordott agyag és a tenger felől bejutó mésziszap lerakódásával az agyagos mikrites mészkőhöz (*fäule*) vezető üledékképződés folyt. Viharok alkalmával az áramlások összekeverték a laguna rétegzett vizét, tengeri állatokat és mésziszapot sodorva be. A vihar elültével a sókoncentráció-különbség okozta rétegzettség helyreállt, az állatok elpusztultak és a lagúnába került mésziszappal együtt lerakódtak (*flinz*), majd ismét a *fäule*-szedimentáció vette kezdetét.

KEUPP modellje szerint a stagnáló vizű lagúnában élő kékeszöld baktériumok életműködésének következtében *flinz* üledékképződés folyt. A felszíni vízréteg időről-időre normál tengervízzel frissült fel, ami a *flinz*ben található kokkolit laminák keletkezéséhez vezetett. Időnként az egész vízoszlop összekeveredéseaz algaszőnyeg pusztulását okozta; ekkor a tengerből besodort agyagból és kokkolitokból álló *fäule* ülepedett le.

A *flinz* rétegek szabályossága és több kilométeres vízszintes kiterjedése, csakúgy mint a pirit hiánya és a kis szervesanyag-tartalom azonban ellentmond ezek feltételezett sztromatolitos eredetének.

A könyv ötödik fejezete a táblás mészkőbe zárt szervezetek paleoökológiájával foglalkozik,

külön tárgyalva az ősmaradványok zömét alkotó tengeri szervezetek és a magasabb rendű növények, rovarok, hüllők valamint az *Archaeopteryx* által képviselt szárazföldi élővilág életét, illetve pusztulását a solnhofeni lagúnában. Az élőlények elhalás utáni sorsáról, a páratlan megtartást eredményező biosztratinómiai és diagenetikus folyamatokról szól a hatodik fejezet.

A következő, a könyvnek majd felét kitevő hetedik fejezet magukat a fosszíliákat írja le, nem szakértők számára is érthető és olvasmányos formában. A taxonómiai rendbe foglalt, ám a szigorúan definiált rendszertani szintek latinizált névtömege helyett köznapi elnevezéseket használó ismertetés a fosszilis szervezetek felépítését és valószínű életmódját taglalja, a ma élő legközelebbi rokonaik analógiáján keresztül. A majdnem száz fényképpel és rajzzal illusztrált fejezetben egy-egy nagyobb csoportot (törzs, altörzs, nagy diverzitás esetén rend vagy osztály) általában csak egy nemzetség képvisel. (A teljes fauna és flóra felsorolása a kötet függelékében található.) A fényképeken főként a Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie (München), a Jura-Museum (Eichstätt) és a Museum des Solnhofener Aktienvereins (Maxberg bei Solnhofen) gyűjteményeinek legszebb és legérdekesebb példányai láthatók.

A nyolcadik, záró fejezet a solnhofeni táblás mészkő jellegzetességeit tekinti át, összehasonlítva más, szintén páratlan megtartású fosszíliákat rejtő *"plattenkalk"* előfordulásokkal. Ezek, mint például a kimmeridgei korú nusplingeni mészkő és a Jura-hegységi Cerin táblás mészköve, diverzitás és gazdagság tekintetében nem vetekedhetnek a solnhofeni *plattenkalk*kal, melynek fosszilis világa mérföldkő az élet históriájában és kiemelkedő fontosságú az evolúció általános problémáinak megértésében.

A kivételes fosszíliaelőhelyek a földi élet történetébe engednek bepillantást. Az őslénytannal foglalkozók számára is érdekes információkat a szélesebb olvasóközönség által is érthető módon tálaló könyv élvezetes olvasmánya lehet mindenkinek, aki kedvet érez a múlt eltűnt világának megismeréséhez és hozzájut a 35 angol fontba kerülő kötethez.

SZENTE ISTVÁN

Földtani Közlöny 122/1, 125—131 (1992) Budapest

A Magyarhoni Földtani Társulat Alapszabálya

1991.

1.§

A Társulat neve:
Magyarhoni Földtani Társulat
Ungarische Geologische Gesellschaft
Société Géologique de Hongrie
Hungarian Geological Society
Sociedad Geologica de Hungría
Венгерское геологическое общество

A Magyarhoni Földtani Társulat önálló, társuláson alapuló társadalmi, szakmai, érdekvédelmi szervezet.

A Társulat (egyesület) önálló jogi személy.
Alapítás éve: 1848.
Székhelye:Budapest
Működési területe: Magyarország
Hivatalos nyelve: magyar
Pecsétje köriratban:

Magyarhoni Földtani Társulat
-1848-
Mente et malleo

2.§

A Társulat feladata

A földtan és rokontudományai művelésével foglalkozó szakemberek összefogása.

A földtani tudományok bemutatása (művelése), terjesztése és az érdekeltek tudományos és gyakorlati továbbképzésének segítése.

A földtani tudományt művelők szakmai és közösségi érdekeinek képviselete. A tagok kezdeményezésének,javaslatainak megvitatása, esetenként továbbítása a rendelkezésre álló csatornákon a döntési szervekhez.

3.§

A Társulat tevékenysége

Biztosítja az igényes és tartalmas szervezeti élet feltételeit a különböző szakterületeken és különböző gazdasági közösségekben dolgozó szakemberek szakmai és emberi együttműködésének előmozdítására.

1. Szaküléseket, vitaüléseket, klubesteket, ankétokat, tanulmányutakat, vándorgyűléseket rendez, kongresszusokat tart, területi szervezeteket, szakosztályokat és munkabizottságokat hoz létre, és működésüket elősegíti.

2.Szervezi a tagság tájékoztatását a szakma legújabb eredményeiről, elősegíti mind a belföldi, mind a külföldi tapasztalatok megismerését és felhasználását.

3.Javaslatokat tesz illetékes szerveknek a szakmával kapcsolatos időszerű és fontos feladatok megoldására, valamint társadalmi véleményt nyilvánít elvi és gyakorlati kérdésekben.

4.Tanulmányokat,szakvéleményeketkészít, megszervezi a szakmai (ágazati) problémák széleskörű megvitatását.

5.Megbízásokat vállal és kutatási fejlesztési témákat javasol.

6.Foglalkozik a szakterületet érintő oktatási és továbbképzési kérdésekkel, előmozdítja ezek fejlesztését. Kiemelt figyelmet fordít a fiatalok szakmai és társadalmi beilleszkedésére és a nyugdíjasok szakmai tapasztalatainak felhasználására.

7.Foglalkozik szakmai etikai kérdésekkel.

8.Folyóiratokat és egyéb kiadványokat jelentet meg és végzi azok terjesztését. Javaslataival és véleményével segíti a működési területéhez tartozó szakmai könyvkiadást, közreműködik a szakmai propaganda és ismeretterjesztő munkában.

9.Pályázatokat hirdet, szakmai díjakat tűz ki, alapítványokat hoz létre tudományos és gyakorlati kérdések megoldására, illetve alapítvány gondozását vállalja.

10.A szakma területén végzett kiemelkedő munkát, e célra alapított érem, kitüntetés vagy díj adományozásával ismeri el. Oklevelet és jutalmat ad a kiemelkedő társulati munkáért.

A szakterületen különösen eredményes munkát végző személyekre kitüntetési javaslatot tesz más szerveknek.

11.Kapcsolatot teremt és tart fenn hasonló rendeltetésű külföldi egyesületekkel, képviselteti magát nemzetközi szakmai rendezvényeken.

12. A Társulat tagja lehet hazai és nemzetközi tudományos és szakmai szervezeteknek.

4.§

A Társulati tagság feltételei

A Társulat tagja az lehet, aki földtani szakmai ismeretét bővíteni, szakmáját társadalmi úton gyakorolni és erősíteni, szakterületének fejlődését a Társulat által előmozdítani kívánja.

A Társulat minden választójogú tagjának valamely területi szervezethez kell tartoznia.

1.*Rendes tag* lehet minden magyar állampolgár, és minden nem magyar állampolgár, akinek az egyesülési jogról szóló törvény erre lehetőséget ad, és a Társulat célkitűzését elismeri, Alapszabályát elfogadja.

A felvételhez, amelyet az Elnökség hagy jóvá, két rendes tag ajánlása szükséges. Visszautasítás esetén a Közgyűléshez lehet fellebbezni.

2. *Levelező tag* lehet az a nem magyar állampolgár, aki figyelemmel kívánja kísérni a Társulat munkáját, vagy abban részt kíván venni. Felvételét a Társulat Elnökségétől kérheti. A felvételhez két rendes tag ajánlása szükséges.

3. *Tiszteleti tag* és *tiszteleti elnök*: a Társulat Közgyűlése a Választmány javaslatára olyan szakembert (személyiséget), aki a földtan vagy rokontudományai művelésében vagy a Társulat szolgálatában kiváló érdemeket szerzett, tiszteleti taggá választhat.

A Közgyűlés a Társulat szolgálatában kimagasló érdemeket szerzett, szakmailag elismert olyan tagot, aki régebben a Társulat elnöke volt, tiszteleti elnökké választhat. A tiszteleti elnököt a tiszteleti taggal azonos jogok illetik meg.

4. *Ifjúsági tag* a Társulat munkájában résztvenni kívánó 18 éven aluli állampolgár. Felvételét a jelentkezés, a szülők beleegyezése és két rendes tag ajánlása alapján a Társulat Elnöksége hagyja jóvá.

5. *Jogi tag* lehet az a természetes vagy jogi személy, aki, illetve amely a Társulat munkáját támogatni kívánja és a Társulat Elnöksége a jogi tagok sorába beiktatja. Hazai jogi tagként beiktatáshoz ajánlás nem szükséges.

6. *Nyilvántartott tag* lehet az a személy, aki elismeri a Társulat célkitűzését, érdeklődik programjáról és rendezvényeiről, és azok sikerét elősegíteni kívánja.

A tagok jogai

7. A Társulat *rendes tag*ja a Társulat rendezvényein részt vehet, felszólalhat, véleményt nyilváníthat a Társulat munkájáról és a vezetőség tevékenységéről, szakosztályok tagja lehet. Szavazati és jelölési joga van és bármely tisztségre választható. Szavazati jogát a Közgyűlésen választott küldött révén gyakorolja. Küldöttgyűlésen tanácskozási joggal részt vehet. Élhet a Társulat nyújtotta kedvezményekkel (hazai és külföldi tanulmányutak, vándorgyűlések, kiadványra kedvezményes előfizetés, stb), kapja a Földtani Közlönyt.

8. A *levelező tag* közvetlenül vagy levelezés útján vesz részt a Társulat munkájában. Kapja a Földtani Közlönyt, részt vehet a szakosztályok, területi szervezetek tevékenységében, a rendezvényeken és a Közgyűlésen. Szavazati joga nincs, tisztségre nem választható.

9. A Társulat *belföldi tiszteleti tag*ját megilletik mindazok a jogok, amelyek a rendes tagot. Tagdíjat nem fizet. A Társulat Választmányának örökös tagja.

10. *Külföldi tiszteleti tag* a Társulat szakmai munkájában vesz részt, tagdíjat nem fizet, a Földtani Közlönyt tiszteletpéldányként kapja. A Közgyűlésen részt vehet tanácskozási joggal. Szavazati joga nincs, tisztségre nem választható.

11. A Társulat *ifjúsági tag*ja részt vehet a rendezvényeken szakosztályok és területi szervezet tagja lehet, kapja a Földtani Közlönyt. Szavazati joga nincs.

12. A *jogi tag*ot a természetes személy, vagy az intézmény, stb. megbízottja képviseli. Kezdeményezheti, illetve kérheti:

— előadások, ankétok, vitaülések tartását,

— dolgozóinak szakmai továbbképzéséhez társadalmi segítség nyújtását,

— megfelelő létszámú tag, vagy a feladat fontossága esetén munkacsoport alakítását,

— tanulmányutak szervezését, és javaslatot tehet azok résztvevőire.

13. A *nyilvántartott tag* meghívást kap a Társulat által szervezett rendezvényekre, és részt vehet azokon. Nincs választójoga, és ne m választható. Földtani Közlönyt nem kap. A Társulat ügyviteli költségeihez hozzájárul.

A tagok kötelességei

Minden társulati tag köteles az Alapszabályt, a társulati szervek határozatait betartani, az elnökség által megállapított tagdíjat megfizetni.

A Társulati tagság megszűnik:
— a Társulat megszűnésével,
— kilépéssel,
— a tagdíjfizetés kétévi elmulasztásából eredő törléssel,
— a tag fegyelmi határozattal történt kizárásával,
— elhalálozással.

Fegyelmi eljárás indítható az ellen:
— aki a Társulat Alapszabályát megsérti,
— akit a Büntetőtörvénykönyv alapján közügyektől eltiltásra ítéltek.

A fegyelmi eljárást a Társulat Fegyelmi és Etikai Bizottsága folytatja le, melynek javaslatát az Elnökség hagyja jóvá. A kizárási határozat ellen a Közgyűléshez az Ellenőrző Bizottságon keresztül benyújtott kérelemmel lehet fellebbezni, de a fegyelmi határozat a döntésig érvényben marad. A kizárás okának megszűnésével a kizárt tag ismét felvehető a Társulat tagjai sorába.

8.§

A Társulat szervezete, szerveinek feladata

1. Közgyűlés
2. Elnökség
3. Választmány
4. Ellenőrző Bizottság
5. Területi szervezetek
6. Szakosztályok
7. Állandó Bizottságok
   — Fegyelmi és Etikai Bizottság
   — A Földtani Közlöny Szerkesztő Bizottsága
   — Alapszabály és Ügyrend Bizottság
   — Gazdasági Bizottság
   — Nemzetközi Kapcsolatok Bizottsága
   — Oktatási Bizottság
   — Ifjúsági Bizottság
8. Elnökségi időszakos Bizottságok:
   — Jelölő Bizottság
   — Emlékérem Bizottság
   — Alapítvány Bizottság
   — Alkalmi (ad hoc) Bizottságok

A Társulat szervei, vezetői testületei határozataikat nyílt szavazással és egyszerű szótöbbséggel hozzák. Egyenlő igen és nem szavazatok esetén az ülést vezető elnök szavazata döntő. A Közgyűlés határozati módja ettől részben eltér.

ad 1 **A Társulat Közgyűlése**

a Társulat legfőbb szerve és a tagok összességének képviselete.

Kizárólag a Közgyűlés hatáskörébe tartozik:

— a Társulat tisztségviselőinek — az Elnökség, a Választmány, az Ellenőrző Bizottság elnöke és tagjai, a Fegyelmi és Etikai Bizottság elnöke — megválasztása,

— tiszteleti tag és tiszteleti elnök megválasztása,

— az Elnökség és az Ellenőrző Bizottság beszámolójának elfogadása,

— a Gazdasági Bizottság részletes beszámolójának elfogadása,

— más egyesületekkel való egyesülés, feloszlás kimondása,

— az Alapszabály módosítása, továbbá döntés mindazon ügyekben, amelyeket jogszabály vagy az Alapszabály kizárólagos hatáskörébe utal,

— fellebbezések felülvizsgálata.

A Közgyűlésen szavazati joggal a Társulat területi szervezeteinek küldöttei, a Választmány és az Elnökség tagjai vesznek részt.

A Közgyűlés küldötteit a területi szervezetek titkos szavazással, egyszerű szótöbbséggel három évre választják meg. A szavazás és jelölés lebonyolításának módját az Elnökség által jóváhagyott Ügyrend szabályozza. A Közgyűlésen tanácskozási joggal részt vehet a Társulat minden tagja.

Határozatképes a Közgyűlés, ha a szavazati jogal rendelkezőknek legalább 50 %-a, plusz egy fő jelen van. A Közgyűlések határozataikat egyszerű szótöbbséggel hozzák, kivéve az Alapszabály-módosítás esetét, amikor kétharmados szótöbbség szükséges. Ha a Közgyűlés nem határozatképes, a 30 napon belül ugyanazon tárgysorozattal összehívott Közgyűlés a megjelentek számától függetlenül határozatképes, kivéve a Tisztújító és Alapszabály-módosító Közgyűlést, ahol a minimális 15 %-os részvételi arány szükséges.

Tisztújító Közgyűlést háromévenként kell a Társulat Elnökségének összehívnia.

A Tisztújító Közgyűlésen az Elnökség és az Ellenőrző Bizottság beszámol az előző Tisztújító Közgyűlés óta végzett társulati tevékenységről és kijelöli a Társulat előtt álló feladatokat.

A Tisztújító Közgyűlés titkos szavazással, egyszerű szótöbbséggel megválasztja a Társulat Elnökét, társelnökeit, főtitkárát, titkárát, a Választmány tagjait és négy póttagját, valamint az Ellenőrző Bizottságot és a Fegyelmi és Etikai Bizottság elnökét.

A Közgyűlés által választott tisztségviselők ugyanazon tisztségre két egymást követő ciklusra választhatók. A tisztságre való jelölés ügyrendjét az Elnökség határozza meg.

Rendes Közgyűlést évente a naptári év első negyedévében kell tartani; az Elnökség hívja össze és határozza meg napirendjét.

Rendkívüli Közgyűlést kell összehívni, ha a szavazati joggal rendelkező tagság egyharmada írásban, a tárgy megjelölésével kéri, illetve az Elnökség és a Választmány együttes ülésén úgy dönt. A Rendkívüli Közgyűlést a Társulat Elnöksége a kérelem írásos benyújtásától számított 30 napon belüli időpontra hívja össze.

Két Közgyűlés között az Elnökség, illetve a Választmány határozatai az érintett szervekre kötelezőek. A Közgyűlés működésének rendjét az Ügyrend tartalmazza (szabályozza).

ad 2 **A Társulat Elnöksége**

elnök, két társelnök, főtitkár, titkár.
Feladata:

— A Közgyűléseken meghatározott irányelvek szerint intézi, irányítja a Társulat ügyeit.

— Az alapszabályi, a közgyűlési, a választmányi határozatok irányelveinek megfelelően biztosítja a Társulat különböző területi szerveinek, szakosztályainak és munkabizottságainak működését, kapcsolatot épít ki tudományos és társadalmi egyesületekkel, szövetségekkel.

— Gondoskodik a Társulat képviseletéről bel- és külföldi tudományos és társadalmi kapcsolatokból eredő összejöveteleken, kongresszusokon és szakmai megbeszéléseken.

— Meghatározza a Társulat ügyrendjét.

— Elbírálja a tagfelvételi kérelmet, kizárást és törlést.

— Intézi a Társulat igazgatási-, gazdálkodási- és pénzügyeit, vállalkozásait.

A Társulat Elnöksége szükség szerint, de legalább évente négyszer (kb. negyedévenként) ülésezik.

Az Elnök egyszemélyben képviseli a Társulatot, gyakorolja a munkáltatói jogot.

A társelnökökből az Elnökség első társelnököt jelöl meg. Az elnököt az első társelnök helyettesíti. Az Elnökség további tagjait meghatározott feladatokkal bízhatja meg.

A Társulat főtitkára a titkár bevonásával intézi a Társulat igazgatási ügyeit. Elkészíti a Társulat munkatervét, költségvetési előirányzatát, az évzáró jelentést, szervezi a nagyrendezvényeket. Jogosult az elnökség felhatalmazásával a Társulatot külső személyeknél és hatóságoknál képviselni. A Társulat titkára a főtitkár helyettese.

Az Elnök az alábbi témákban — évente legalább egyszer — kibővített elnökségi ülést tart, amelyekre a területi szervezetek és szakosztályok elnökeit meghívja:

— éves költségvetés jóváhagyása,
— kiadványok megjelentetése,
— közgyűlések előkészítése,
— munkatervek megtárgyalása, egyeztetése.

Az elnök az elnökségi ülésekre az ügyrendben leírt témakörök esetén tanácskozási joggal meghívja az Ellenőrző Bizottság elnökét.

A Társulat Titkárságot működtethet. Munkájáért a Társulat Elnöksége felelős.

ad 3 **A Társulat Választmánya**

— a legfelsőbb társulati szakmai fórum — a belföldi tiszteleti tagokból, a területi szervezetek és szakosztályok elnökeiből, valamint a Közgyűlés által megválasztott huszonnégy tagból áll. A területi szervezetek és a szakosztályok elnökeit a titkáraik, vagy az elnök által megbízott tag teljes hatáskörrel helyettesíthetik. Üresedés esetén a négy póttag közül a szavazatok száma szerint soron következő hívandó be.

A Választmány — tagjai sorából — titkárt választ.

A Társulat elnöke hivatalból a Választmány elnöke.

A Választmányt az elnök hívja egybe, minden félévben legalább egyszer.

Rendkívüli Választmányi ülés hívandó egybe, ha a választmányi tagok egyharmada, a tárgy megjelölésével, írásban kéri.

A Választmány a Közgyűlések közötti időben szakmai kérdésekben segíti és támogatja az Elnökség munkáját.

A Társulat nevében szakmai állásfoglalásra a Választmány jogosult.

A Választmány ítéli oda a Társulat emlékérmeit és szakmai elismeréseit. Javaslatot tesz a tiszteleti tagságra. Pályadíjak és jutalmak adományozását kezdeményezheti és szakmai munkáért jutalmak átadását javasolhatja.

Megvitatja és szakmailag jóváhagyja a Társulat éves nagyrendezvényeinek, központi rendezvényeinek tervét, valamint a külső szervek részére készített szakmai állásfoglalásokat, koncepciókat. Oktatási és továbbképzési kérdésekben javaslatokat tesz. Jóváhagyja a szakosztályok alapítását vagy megszüntetését.

Határozatát szakmai kérdésekben nyílt, egyéb esetekben titkos szavazással, egyszerű szótöbbséggel hozza. Határozatképes a Választmány, ha a tagoknak legalább 50 %-a jelen van. Határozatképtelenség esetén második összehíváskor a megjelentek számától függetlenül határozatképes.

ad 4 **Az Ellenőrző Bizottság**

Az Ellenőrző Bizottság ellenőrzi a Társulat szabályszerű működését, különösen a vagyoni eszközöknek a jogszabályokban meghatározott módon történő felhasználását. Közvetlen intézkedési joggal nem rendelkezik. Észrevételeit az Elnökséggel, illetve a Választmánnyal közli. Elnöke meghívás alapján tanácskozási joggal részt vesz az elnökségi üléseken.

Az Ellenőrző Bizottság elnökét és két tagját a Tisztújító Közgyűlés választja. Működéséért kizárólag a Közgyűlésnek felelős.

ad 5 **A Társulat területi szervezetei**

A Társulat területi szervezetei fogják össze és szervezik tagjaik tevékenységét. A területi szervezetek tagságát a területen lakók és dolgozók — nyilatkozatuk alapján — alkotják. Egy társulati tag csak egy területi szervezethez tartozhat.

A szervezetek munkájukat a Társulat más szerveivel, valamint más szakmai szervezetekkel összehangolva végzik. A rájuk bízott javakkal önállóan gazdálkodnak. A területi szervezetek a következők:

Alföldi Területi Szervezet — Szeged
Budapesti Területi Szervezet — Budapest
Dél-dunántúli Területi Szervezet — Pécs
Észak-magyarországi Területi Szervezet — Miskolc
Közép- és Észak-dunántúli Területi Szervezet — Veszprém

(A területi elkülönülést, határt az ügyrend tartalmazza.)

Új területi szervezetet kialakítani, vagy a meglévőt megszüntetni, csak az Alapszabály módosításával lehet. A területi szervezetek vezetőségét a tisztújító ciklusoknak megfelelő időtartamra, közvetlenül titkos szavazással, egyszerű szótöbbséggel a Társulat Tisztújító Közgyűlését megelőző negyedévben a területi szervezet tagsága választja.

Kimagasló szakmai és társadalmi érdemek elismeréseként tiszteleti elnök és tagok választhatók. Elnöki vagy titkári tisztség üresedése esetén új választást kell tartani. Vezetőségi tag helyét választás között a szervezet vezetősége kooptálással töltheti be. A területi szervezetek saját kereteiken belül körzeti csoportokat, munkabizottságokat alakíthatnak, területi szak-

csoportok alakításához a Választmány hozzájárulása szükséges.

ad 6 **A Társulat szakosztályai**

A Társulat Elnöksége a Választmány jóváhagyása alapján országos jelleggel szakosztályokat működtethet a földtan bármely szakterületének művelésére, ha sok évre kiterjedő, tartós érdeklődés és a létszám alakulása megkívánja.

Feladatuk a szakág iránt érdeklődők szaktevékenységének összefogása, megszervezése, a szakág művelése, képviselete.

A szakosztályok munkájukat a szakág sajátságainak megfelelően szervezik. A Társulat tagjai, nyilatkozatuk alapján — a területi szervezetekben lévő tagságuk mellett — bármely szakosztálynak tagjai lehetnek.

A szakosztályok vezetősége (elnök, titkár és vezetőségi tagok) a szakosztály bejegyzett tagsága közvetlen, titkos szavazással, egyszerű szótöbbséggel választja.

Kimagasló szakmai érdemek elismeréséül tiszteleti elnök és tagok választhatók. Elnöki, vagy titkári tisztség üresedése esetén új választást kell tartani. Vezetőségi tag helyét a szakosztály vezetősége, két választás között, kooptálással töltheti be.

ad 7 **Állandó Bizottságok**

A Társulat Elnökségének, illetve Választmányának állandó munkabizottságai a Társulat munkáját saját területükön elősegítik, határozati javaslatokat tesznek. Beszámolnak az Elnökségnek, illetve a Választmánynak. Üléseket szükség szerint tartanak.

A Társulat folyóiratának Szerkesztő Bizottsága kiadásra készíti elő a Földtani Közlönyt. A Társulat elnöke a Közlöny Szerkesztő Bizottságának is elnöke. A Földtani Közlöny szerkesztő bizottságának tagjait a Választmány jelöli ki.

Az Alapszabály és Ügyrend Bizottság maximum kilenc tagú. Munkáját a Választmány egyetértésével végzi. Az Alapszabály és Ügyrend Bizottság két Közgyűlés között előkészíti az esetleges alapszabály módosításokat és elvégzi az Ügyrendben a szükséges változtatásokat.

A Társulat Fegyelmi és Etikai Bizottsága három tagból áll. Elnökét a Közgyűlés választja, egy tagot az Elnökség, egy tagot pedig a Választmány delegál.

Az Alapszabály és Ügyrend Bizottságnak, a Gazdasági Bizottságnak, a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottságnak, az Oktatási Bizottságnak és az Ifjúsági Bizottságnak elnökét és tagjait — a Választmány egyetértésével — az Elnökség kéri fel.

ad 8 **Elnökségi időszakos bizottságok**

A bizottságok összeállításának szempontjait, feladatait és munkavégzésének módját, a kitüntetések és emlékérmek felsorolását az Ügyrend tartalmazza.

Elnökeiket és tagjaikat az Elnökség választja.

9.§

A Társulat kiadványai

A Társulat hivatalos lapja a Földtani Közlöny, felelős szerkesztője a Társulat elnöke. Szerkesztő bizottságát a Társulat Választmánya jelöli ki. Technikai szerkesztését az Elnökség által kinevezett technikai szerkesztő végzi. A Társulat egyéb kiadványait a megfelelő területi szervezet, vagy szakosztály jelenteti meg, a kiadványokért a területi szervezet, illetve a szakosztály elnöke felelős.

A kiadványi tevékenység koordinálását az Elnökség tagjai sorából kijelölt felelős látja el.

10.§

Az ügyrend

A Társulat szerveinek, testületeinek és titkárságának részletes feladatkörét és tényke-désének módját (rendjét) az Elnökség által jóváhagyott Ügyrend szabályozza Az Ügyrend nyilvános.

Az Ügyrend módosítását új szerv létrejötte esetén hat héten belül végre kell hajtani.

11.§

A Társulat vagyona és gazdálkodása

1. A Társulat önálló vagyonnal rendelkezik.

2. A Társulat a társadalmi szervezetekre érvényes szabályok szerint gazdálkodik. Bevételei elsősorban:
— a tagok által fizetett tagdíj, melynek mértékét az Elnökség határozza meg,
— a vállalkozásokból származó bevételek,
— állami, önkormányzati és gazdálkodó szervezeti támogatás,
— egyéb bevételek.

3. A Társulat vállalkozói tevékenységet is folytathat. Az ebből származó eredményét a társadalmi szervezetekre vonatkozó szabályok szerint használhatja fel.

4. A Társulat éves pénzügyi terv alapján gazdálkodik, melyet az Elnökség hagy jóvá, és melyről köteles a Közgyűlést tájékoztatni. A gazdálkodás, a vagyonkezelés és a vállalkozás részletes szabályait az Ügyrend tartalmazza.

5. A Társulat tartozásaiért saját vagyonával felel. A tagok — a tagdíj fizetésén túl — a Társulat tartozásaiért saját vagyonukkal nem felelnek.

6. A Társulat jogutód nélküli megszűnése esetén — a hitelezők kielégítése után fennmaradó — vagyona a tagokat illeti meg, a társulati tagként eltöltött idő arányában.

12.§

Hatálybaléptető és záró rendelkezések

1. A Társulat tevékenysége felett — az egyesülési törvény előírásai szerint — a törvényességi felügyeletet az Ügyészség gyakorolja.

2. A Társulat tevékenységére az Alapszabály által nem szabályozott kérdésekben a Polgári Törvénykönyv vonatkozó szakaszai, illetve az egyesülési jogról szóló 1989. évi II.tv. rendelkezései kerülnek alkalmazásra.

3. A Fővárosi Bíróság 1989. évben 6. Pk. 60440/1. számú végzésével 411. sorszám alatt nyilvántartásba vette a Társulatot.

4. Jelen Alapszabályt az 1991. március 13-i Rendkívüli Közgyűlés fogadta el. Az Alapszabály 1991. március 13-ával lép hatályba, egyidejűleg az 1981. március 18-i Közgyűlés által elfogadott Alapszabály hatályát veszti.

Bár terjedelmi korlátot nem kívánunk szabni, kívánatos a tömör fogalmazás, és az állítások alátámasztásához szükséges adatok közlése.

A magyar (és angol) nyelvű kéziratot két példányban kérjük beküldeni. Az egyik példányhoz tartozó illusztrációs anyag nyomdakész rajz vagy ezzel azonos minőségű xeroxmásolat, ill. fényes felületű, kontrasztos fénykép legyen, a másik példányhoz tartozó lehet jó minőségű xeroxmásolat is, lehetőleg a véglegesnek elképzelt méretben.

A lektorálás után átdolgozott kéziratokat lehetőleg mágneslemezen (floppyn) kérjük beküldeni, mellékelve egy kinyomtatott példányt, amelyen a szövegszerkesztő programmal le nem írható jelek, ékezetek, egyenletek feltűnően be vannak jelölve.

Jelenleg IBM-kompatibilis személyi számítógépen a következő szövegszerkesztőkkel írt kéziratokat tudjuk elfogadni: WordStar, WordPerfect, Microsoft Word, PFS Write, PFS Professional Write, PFS First Choice, MultiMate, MultiMate Advantage, Volkswriter, IBM Writing Assistant, DisplayWrite, OfficeWriter, XyWrite III, ill. bármely szövegszerkesztőből ASCII kódban (DOS, Text Out) kimentett változat. Kérjük, írják rá a lemezre a szövegszerkesztő nevét és verziószámát.

A kézirat részei (*kötelező*, javasolt):

a) *Cím*
b) *Szerző(k) neve, postacíme*
c) *Összefoglalás*
d) *Bevezetés, előzmények*
e) Módszerek, a vizsgált anyag, ill. terület leírása
f) Diszkusszió
g) *Eredmények, következtetések*
h) Köszönetek
i) *Irodalmi hivatkozások*
j) Ábrák, táblázatok és fényképtáblák aláírása
k) Ábrák, táblázatok, fényképtáblák

Az ábrákat arab, a táblázatokat és a fényképtáblákat külön-külön római számokkal jelöljük.

Az ábrák betűmérete a végleges méretre való kicsinyítés után legalább 1,5 mm, a vonalvastagság 0,1 mm legyen. Kívánatos, hogy az eredetik mérete legalább 50 %-kal haladja meg a közlés méretét.

A fényképeket kartonra ragasztva, a végleges tükörméretben kérjük.

Kihajtós táblázatot nem fogadunk el; kihajtós térképet is csak indokolt esetben, a szerkesztőbizottság döntése alapján. Színes térkép- vagy fényképmelléklet csak a szerző költségén közölhető.

Az irodalomjegyzék tételeire a szerző nevével és a megjelenés évszámával hivatkozzunk. Pl.: Radócz (1974), (Császár & Haas, 1981), Kubovics et al. (1987).

Példák bibliográfiai adatok közlésére (a folyóiratok nevét ne rövidítsük!):

a) cikkek

Jaskó S. (1986): A Magyar-középhegység neogén rögszerkezete. (The Neogene block structure of the Central Hungarian Range). – Földtani Közlöny 118/4, 325-332 (in Hungarian with English summary).

b) kötetben közölt tanulmányok:

Benson, R.H., Gould, S.J. & Smith, W.A. (1984): Perfection, continuity, and common sense in historical geology. In: Berggren, W.A., Van Couvering, J.A. (eds.): Catastrophes and Earth History: The New Uniformitarianism, Princeton University Press, Princeton, 35-75.

c) könyvek:

Földvary, G.Z. (1988): Geology of the Carpathian Region. World Scientific, Singapore, 571 p.

A román, szlovák, szerbhorvát stb. ékezeteket kérjük bejelölni. Cirillbetűs munkánál (ha nincs idegennyelvű címe) kérjük az eredeti címet és szögletes zárójelben annak angol fordítását megadni.

Az előírásoknak meg nem felelő kéziratokat a szerkesztőség a szerzőnek visszaküldi.

A cikk elfogadása esetén az angolra való fordításról, ill. a nyomdakész rajzok előállításáról a szerzőnek kell gondoskodnia.

A kéziratokat a következő címre kérjük beküldeni: Magyarhoni Földtani Társulat, 1027 Budapest, Fő u. 68.

Földtani Közlöny

Vol. 122 · 1 · 1992

Tartalom

MÜLLER Pál & MAGYAR Imre
A *Prosodacnomyák* rétegtani jelentősége a Kötcse környéki pannóniai s.l. üledékekben . . . . . 1—38
PAPP Gábor
Az erdőbényei antimonitról . . . . . 39—50
REHÁKOVÁ, Daniela & MICHALÍK, Jozef
Jura/kréta határrétegek korrelációja a Nyugati-Kárpátokban . . . . . 51—66
DULAI Alfréd, SUBA Zsuzsa & SZARKA András
Toarci (alsójura) anoxikus fekete pala a mecseki Réka-völgyben . . . . . 67—87
GERNER Péter
Recens kőzetfeszültség a Dunántúlon . . . . . 89—105

* * *

VITÁLIS György
Rónai András emlékezete (1906—1991) . . . . . 107—117
HAAS János
DOLOMIEU konferencia a Dolomitokban . . . . . 119—120

Könyvkritika
Szedimentológia, I. BALOGH Kálmán (szerk.) — JASKÓ Sándor . . . . . 120—122
Solnhofen. A Study in Mesozoic Palaeontology. BARTHEL, K.W., SWINBURNE, N.H.M., CONWAY MORRIS, S. — SZENTE István . . . . . 122—124

A Magyarhoni Földtani Társulat Alapszabálya 1991 . . . . . 125—131

Contents

MÜLLER Pál & MAGYAR Imre
Stratigraphic significance of the Upper Miocene lacustrine cardiid *Prosodacnomya* (Kötcse section, Pannonian basin, Hungary) . . . . . 1—38
PAPP Gábor
On the stibnite from Erdőbénye (Tokaj Mts., Hungary) . . . . . 39—50
REHÁKOVÁ, Daniela & MICHALÍK, Jozef
Correlation of Jurassic/Cretaceous boundary beds in West Carpathian profiles . . . . . 51—66
DULAI Alfréd, SUBA Zsuzsa & SZARKA András
Study of the Toarcian (Lower Jurassic) anoxic shale in the Réka Valley (Mecsek Hills, Hungary) . . . . . 67—87
GERNER Péter
Recent stress field in Transdanubia (Western Hungary) . . . . . 89—105

Ára 100 Ft

3848-92. MOL Rt. * Nyomda, Szolnok

ISSN 0015—542X