

Magyar Nemzeti Múzeum Közgyűjteményi Központ  
MTM Mátra Múzeuma

# MOZAIKOK

Tudományos előadóülés a  
Földtudományi sokféleség világnapja  
alkalmából

Program és előadáskivonatok

Szerkesztette:  
Fodor Rozália



MTM Mátra Múzeuma



# MOZAIKOK

tudományos előadóiülés a Földtudományi sokféleség világnapja alkalmából

## Program, előadáskivonatok

Szerkesztette: FODOR ROZÁLIA

Külső borító: Riolit lávapakok a gyöngyössolymosi Kis-hegy nyugati oldalán

Fotó: DR. HABIL DÁVID ÁRPÁD

Arculat: MAGYAR BALÁZS

**ISBN: 978-963-9877-54-2**

© Magyar Nemzeti Múzeum Közgyűjteményi Központ

Felelős kiadó: DEMETER SZILÁRD CSABA

Gyöngyös  
2024

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>Program</b> .....	2
<b>Előadáskivonatok</b>	
DÁVID Árpád, FODOR Rozália Természetes életnyomkitöltések a szúpataki miocénből .....	3
FODOR Rozália, DÁVID Árpád A bükki karbon öskörnyezeti elemzése nyomfossziliák alapján .....	8
GYÖKERES Imre Hogyan befolyásolta az egykori klíma és vegetáció a rovarok táplálkozási szokásait a késő-oligocénben? .....	12
Dr. HÍR János, Dr. VENCZEL Márton A Felsőtárkányi-medence neogén gerinces faunái.....	16
KARÁDI Viktor Kivételes megtartású mikrofossziliák Csövsvár triász végi rétegeiből .....	28
KÓNYA Péter, KERCSMÁR Zsolt, CSERESZNYÉS Dóra, BESNYI Anikó, KOCSISNÉ BODNÁR Nikolett, MIKLÓS Dóra Georgina A Paleogén-medence kaolinites homokköveinek ásvány-közzettani és geokémiai vizsgálata Sárísáp és Bajna környékén .....	30
MAGYAR Balázs, NAGY Mária Eszter Ásványok Háza, természettudományi értékmentés a Mátrában .....	35
Dr. MÓRICZ Ferenc Közetsavasodás intenzív folyamata semleges pH-n – Paradox jelenség a geokémiai egyensúlyban? .....	41
Róbert, OLÁH The geoscientific value of our letters, or the world's first mineral illustrations on stamps from seven continents .....	45
PATKÓS Csaba Diverzitás és különbözőség az európai LEADER vidékfejlesztési helyi akciócsoportokban .....	51
SÜMEGI Pál: Negyedidőszak végi környezettörténet dél-alföldi lelőhelyek alapján .....	57
TÓTH Emőke, BARANYI Viktória, Xin JIN, KARÁDI Viktor, BUDAI Tamás A karni csapadékos esemény (CPE) hatása a kagylósrák együttesekre a Nyugati-Neotethysben: bizonyítékok a Dunántúli-középhegység felső triász karbonátos és sziliciklasztos rétegsoraiban... 68	68
VIRÁG Attila, PAZONYI Piroska, KARÁDI Viktor Objektív alakelemző módszerek az őslénytan szolgálatában .....	70



**PROGRAM**

<b>Orczy-kastély, aula</b>	
9.30-10.00	Regisztráció

<b>Az előadóülés helyszíne: Orczy-kastély, Hanák Kolos terem</b>		
10.00-10.05	Báryné Dr. Gál Edit	Megnyitó
10.05-10.15	Fodor Rozália	Köszöntő
10.15-10.30	Oláh Róbert*	A világ első ásványtani ábrázolásai bélyegeken
10.30-10.45	Dr. Juhász Árpád*	Az Ásvány-Kőzettár rehabilitálása az 1956-os pusztulás után
10.45-11.00	Magyar Balázs*, Nagy Mária Eszter	Ásványok Háza, természettudományi értékmentés a Mátrában
11.00-11.15	Kónya Péter*, Keresmár Zsolt, Cseresznyés Dóra, Besnyi Anikó, Kocsisné Bodnár Nikolett, Miklós Dóra Georgina	A Paleogén-medence kaolinites homokköveinek ásvány-kőzettani és geokémiai vizsgálata Sárisáp és Bajna környékén
11.15-11.30	Dr. Móricz Ferenc*	Közetsavasodás intenzív folyamata semleges pH-n – Paradox jelenség a geokémiai egyensúlyban?
11.30-11.45	Kávészünet	
11.45-12.00	Dr. Patkós Csaba*	Diverzitás és egységesedés az európai LEADER program helyi akciócsoportjai körében
12.00-12.15	Virág Attila*, Pazonyi Piroska, Karádi Viktor	Objektív alakelemző módszerek az őslénytan szolgálatában
12.15-12.30	Sümegei Pál*	Negyedidőszak végi környezettörténet dél-alföldi lelőhelyek alapján
12.30-12.45	Dr. Hír János*, Dr. Venczel Márton	A Felsőtárkányi-medence neogén gerinces faunái
12.45-13.00	Gyökeres Imre*	Hogyan befolyásolta az egykori klíma és vegetáció a rovarok táplálkozási szokásait a késő-oligocénben?
13.00-14.00	Ebéd	
14.00-14.15	Dávid Árpád*, Fodor Rozália	Természetes életnyomkitöltések a szúpataki miocénből
14.15-14.30	Tóth Emőke*, Baranyi Viktória, Xin Jin, Karádi Viktor, Budai Tamás	A karni csapadékos esemény (CPE) hatása a kagylósrák együttesekre a Nyugati-Neotethysben: bizonyítékok a Dunántúli-középhegység felső triász karbonátos és sziliciklasztos rétegsoraiban
14.30-14.45	Karádi Viktor*	Kivételes megtartású mikrofosztiliák Csővár triász végi rétegeiből
14.45-15.00	Fodor Rozália*, Dávid Árpád	A bükki karbon őskörnyezeti elemzése nyomfosztiliák alapján
15.00-	Zárszó	

# Natural Casts of Bioerosion Structures from Szúpatak (Middle-Miocene, Cserhát Mountains, Hungary)

Dávid Árpád<sup>1</sup>, Fodor Rozália<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem TTK Ásvány- és Földtani Tanszék, 4031 Egyetem tér 1. [coralga@yahoo.com](mailto:coralga@yahoo.com)

<sup>2</sup> Magyar Nemzeti Múzeum Közgyűjteményi Központ MTM Máttra Múzeuma, 3200 Gyöngyös, Kossuth Lajos utca 40.; [fodor.rozalia@nhmus.hu](mailto:fodor.rozalia@nhmus.hu)

## 1. Introduction

Ichnology represents an important interface between sedimentology and palaeontology, thus providing useful tools for palaeoenvironmental reconstruction and understanding taphonomic processes. This concept is also applicable to the ichnogenus *Entobia* BRONN, 1837, which represents hardsubstrate-dwelling structures (domichnia), made by boring (GARILLI *ET AL.* 2022 and the references therein). The same is characteristic to the ichnogenus *Teredolites* which occupies woody (xylic) substrate (BROMLEY *ET AL.* 1984, KELLY & BROMLEY 1984, SAVRDA *ET AL.* 1993).

*Entobia* is generally produced by marine sponges of families Phloeodictyidae CARTER, 1882 and Clionidae D'ORBIGNY, 1851. Within the latter family, the genus *Cliona* GRANT, 1826 certainly is the most widespread boring sponge (BROMLEY 1970, BROMLEY & D'ALESSANDRO 1984).

Wood-boring teredinid and pholadid bivalves produce clavate or club-shaped borings that are collectively treated to the ichnogenus *Teredolites* (KELLY & BROMLEY 1984). *Teredolites*, represented in the stratigraphic record since the Jurassic (KELLY 1988), has been observed within both in situ composite xylic substrates (BROMLEY *ET AL.* 1984) and individual allochthonous fossil logs. The latter are by far the most common. Isolated noncomposite substrates occur within nonmarine, marginal- or shallow marine, and deep marine deposits. The above mentioned variable water depths and paleoenvironmental conditions illustrate the facies independence of these trace fossils (SAVRDA *ET AL.* 1993).

All the studied bioerosion structures are preserved as natural casts as the borings have been filled, then the shells' material dissolved exposing the form and buildup of the boring. While in the case of *Teredo* borings the substrate had been utilized and destroyed by the producer organisms.

## 2. Geographical position and geological setting of the locality

The outcrop is an abandoned quarry, situated at the north-eastern part of Cserhát Mountains. Its geographical coordinates are: 48°00'33"N; 19°46'19"E. The quarry can be divided to a lower and an upper pit (Fig. 1).



Figure 1: View of Szúpatak abandoned quarry from the south

The sediments studied here are Middle-Miocene, (Badenian) and belong to the Lajta Limestone Formation.

The quarry itself can be characterized by the great diversity of different shallow marine limestones and calcareous sandstones. Calcareous alga bearing limestone (lithothamnium limestone) is the most abundant here. Calcareous mollusc bearing and bryozoan sandstone and calcarenite are also important

elements of the locality. At some places marl intercalations can be observed.

All the above mentioned formations contain fossils in great abundance. The richest macrofauna can be found in the calcareous mollusc bearing sandstone (Fig. 2). The molluscan remains consists of bivalves, gastropods and scaphopods. Their preservation is relatively poor. Good deal of them are internal moulds or shell fragments. The locality is also famous for its coral, echinodermata, shark and ray remains. The microfauna is represented by the extremely diverse benthic foraminifers (HÁMOR 1985).



Figure 2: *Coquina* at the upper pit of the quarry

### 3. Materials and methods

The depicted and studied material have been collected from the calcareous mollusc bearing sandstone exposed at the upper part of the quarry. We used different hammers and chisels to collect the observed natural cast containing specimens. The determination of the bioerosion structures have been carried out using the scientific literature (BROMLEY & D'ALESSANDRO 1984, KELLY & BROMLEY 1984, DÁVID *ET AL.* 2021, GARILLI *ET AL.* 2022) and the personal collection of DÁVID Á. originated from different Eocene formations of Transdanubia, Hungary (Kincsebénya and Dudar).

The studied material is housed in the Paleontological and Geological Collection of Mátra Múzeum, Gyöngyös.

### 4. Description of the observed bioerosion structures

*Entobia* cf. *cateniformis* BROMLEY & D'ALESSANDRO, 1984 (Fig. 3A)

It is a network of thin exploratory canals where small elongated chambers are filled with fine-grained sediment or calcite. Small apertures can also be observed in some cases. The boring shows the growth phase A. Constrictions are shorter and hardly visible comparing with the ones of the idiomorphic of *E. cateniformis*.

*Entobia* *geometrica* BROMLEY & D'ALESSANDRO, 1984 (Fig. 3B)

The boring system is preserved as natural cast on an internal mould of *Cerithium* indet. fragment. Its characteristic features are the polyhedral and subspherical chambers interconnected by lot of intercameral canals. The network of borings is developed parallel to the substrate surface in two tiers. Growth phases A-C are characteristic. The stenomorphic character is shown by the low number and short intercameral canals and flattened chambers, in some cases. *E. geometrica* is similar to borings of the sponge *Cliona celata* GRANT, 1826 (see BROMLEY & D'ALESSANDRO, 1984; BROMLEY & ASGAARD, 1993). This cosmopolitan sponge lives mostly from intertidal to shallow subtidal zones (HARTMAN, 1957), but ROSELL & URIZ (2002) provided a bathymetric range from 0.5 to 200 m.

*Entobia* cf. *geometrica* BROMLEY & D'ALESSANDRO, 1984 (Fig. 3C)

The substrate of the boring is a solitary coral fragment (?*Fungia* sp.). There are numerous growth phases developed. The growth phase A represented by long, mostly winding exploratory threads. The chambers are vary in size and mostly spherical regarding growth phases B, and C. The number of the intercameral canals is less, in comparison with the idiomorphic development of the bioerosion structure. The described boring differs from *Entobia geometrica* in much lower number of short intercameral canals; only two or three are observed. And only one tier is developed.



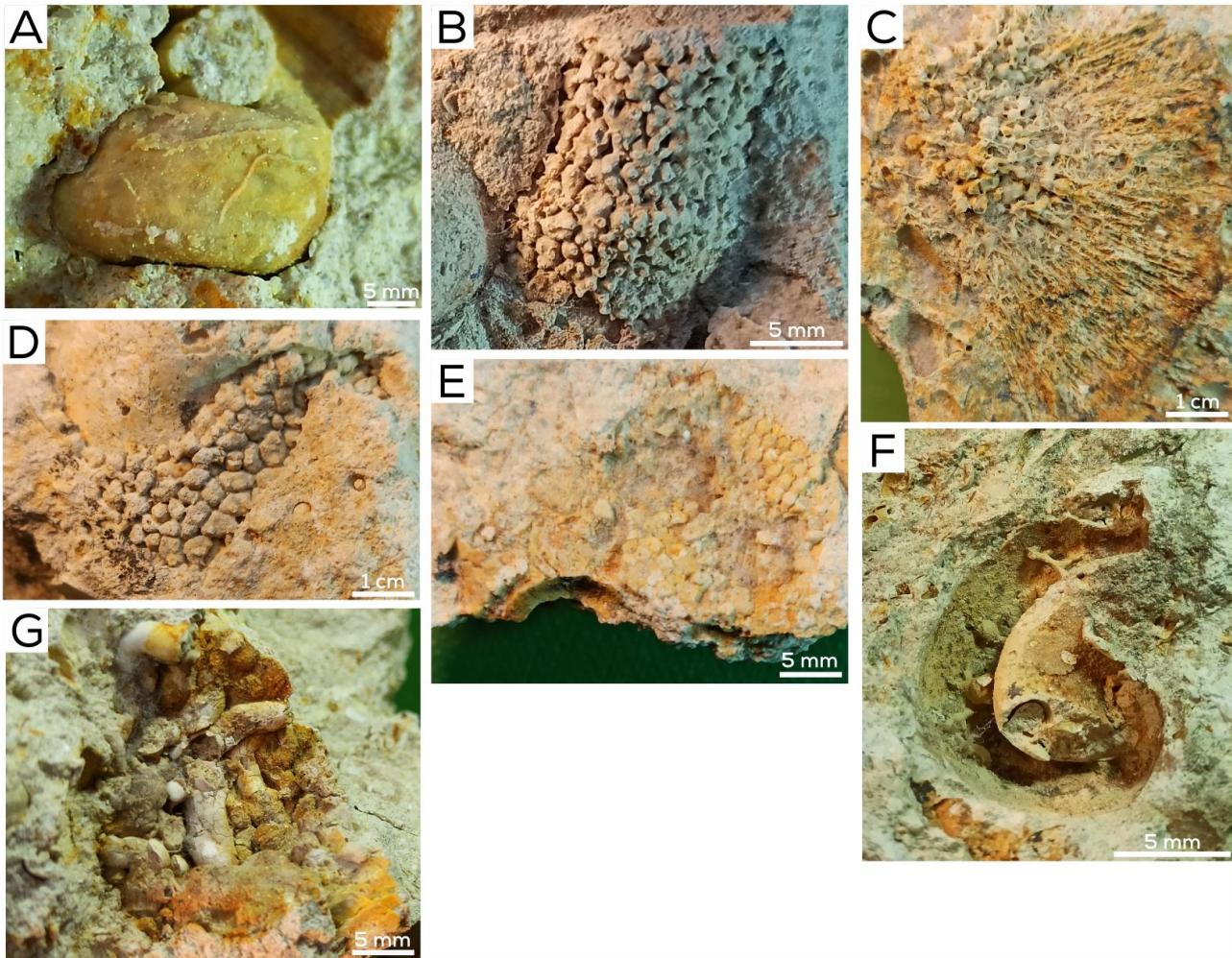


Figure 3: The observed bioerosion structures preserved as natural casts; Szűpatak, Cserhát Mountains: A. *Entobia* cf. *cateniformis* in *Turritella* sp.; B. *Entobia* *geometrica* in *Cerithium* sp.; C. *Entobia* cf. *geometrica* in ? *Fungia* sp.; D. *Entobia* *laquea* in *Gastropoda* indet.; E. *Entobia* *ovula* in *Gastropoda* indet.; F. *Entobia* isp. 1 in *Gastropoda* indet.; G. *Teredolites* *longissimus* in driftwood fragment

*Entobia laquea* BROMLEY & D’ALESSANDRO, 1984 (Fig. 3D)

The substrate is a fragment of a gastropod which preserved as internal mould.

This ichnospecies shows great morphological variety of chambers, like subtriangular, irregularly oval or subglobose forms. They are dominantly filled with calcite or fine-grained sand. Intercameral canals, forming constrictions, are short and reduced to a tapering neck. Apophyses are rarely visible, probably due to the state of preservation. The growth phases C and D are characteristic. According to BROMLEY & D’ALESSANDRO (1984), *E. laquea* is very similar to borings produced by the sponge *Cliona viridis* (SCHMIDT 1862), which lives in

symbiosis with green algae, mostly in the shallow sea, but also in deeper shadowed places (ROSELL & URIZ 2002). However, BROMLEY & ASGAARD (1993) determined *Pione vastifica* (HANCOCK, 1849) (formerly *Cliona vastifica*) as the tracemaker of *E. laquea*. *P. vastifica* is a cosmopolitan species occurring mostly from the lower intertidal to shallow subtidal rocky shores (HARTMAN 1957), but ROSELL & URIZ (2002) indicated a bathymetric range from 1 to 600 m.

*Entobia ovula* BROMLEY & D’ALESSANDRO, 1984 (Fig. 3E)

The substrate was a thick-shelled gastropod. Its fragment contains the bioerosion structure of clionaid sponges. The boring system

consists of short exploratory threads and oval, or globose shaped chambers connected by short intercameral canals. The crowded network of chambers is arranged in a single tier. The growth phase C is present. Borings of *Pione vastifica* Hancock, 1849 and *Cliona glomerata* Michelin, 1846 resemble *E. ovula* (BROMLEY & D'ALESSANDRO 1984). *P. vastifica* is a cosmopolitan species that occurs mostly from the lower intertidal to shallow subtidal rocky shores

#### *Entobia* isp. 1 (Fig. 3F)

This ichnotaxa is preserved as elongated and bifurcating exploratory thread within a large gastropod fragment. The angle of bifurcation is 75 degrees. There are some remains, like bulbous chambers and intercameral canals which resemble to entobian natural cast in the vicinity of the exploratory thread. But there are no characteristic features which could allow the determination on ichnospecies level of the sponge boring.

#### *Teredolites longissimus* KELLY & BROMLEY 1984 (Fig. 3G)

The collected sample is a three centimeters long group of *Teredo* borings.

Clavate borings more or less parallel to the texture of woody substrate having length/width ratio greater than five. The trace fossil itself is 2,5 cm long and 1,5 cm wide fragment in the calcareous sandstone. The borings are moving sinuously in the former substrate. The average diameter of the borings is 2,3 mm. The cross-sections of the borings are more or less circular; Flattened shape borings rarely also can be observed. Most of the borings are lined with calcite. Based on the Savdra's woodground classification (SAVRDA ET AL. 1993) the examined specimen is a ghost log-ground, since the boring elements mean the only evidence of the former xylic substrate.

## 5. Discussion and conclusions

Findings of *Entobia* as natural casts are relatively rare, but the number of publications dealing with this topic is increased during the last five-six years (MARCINOWSKI &

RADWAŃSKI 2009, RADWAŃSKI ET AL. 2011, GURAV & KULKARNI 2018, BELAÚSTEGUI ET AL. 2018, DÁVID ET AL. 2018, 2021, 2024, ŁASKA ET AL. 2021, GARILLI ET AL. 2022, VALLON ET AL. 2024).

The bioerosion structures collected from the Middle-Miocene (Badenian) deposits of the abandoned quarry at Szúpatak belong to seven ichnotaxa. These were produced almost exclusively by clionaid sponges (*Entobia*) and in one case by woodboring bivalves (*Teredo*).

These trace fossils are preserved as natural casts mainly in gastropod shells and a coral fragment (*Entobia*), and in driftwood (*Teredolites*) (Table 1).

Table 1: Ethology and producer organisms of the identified ichnotaxa; Szúpatak, Cserhát Mountains

Ichnotaxa	Ethological category	Producer organisms
<i>Entobia</i> cf. <i>cateniformis</i>	Domichnia	<i>Cliona vermifera</i>
<i>Entobia</i> <i>geometrica</i>	Domichnia	<i>Cliona celata</i>
<i>Entobia</i> cf. <i>geometrica</i>	Domichnia	<i>Cliona celata</i>
<i>Entobia laquea</i>	Domichnia	<i>Cliona viridis</i> <i>Pione vastifica</i> <i>Spiroxya heteroclita</i>
<i>Entobia ovula</i>	Domichnia	<i>Pione vastifica</i> <i>Cliona glomerata</i> <i>Cliona schmidtii</i> <i>Cliona vermifera</i>
<i>Entobia</i> isp. 1	Domichnia	Clionaidae
<i>Teredolites longissimus</i>	Domichnia Fodinichnia	<i>Teredo navalis</i>

This is the first report of *Entobia* associations preserved as natural cast from the Neogene of Hungary. The following ichnotaxa have been determined: *Entobia* cf. *cateniformis*, *E. geometrica*, *E. cf. geometrica*, *E. laquea*, *E. ovula*, *Entobia* isp. 1. The *Teredolites longissimus* appear in a wood fragment.

The borings in bioclasts were transported from different shallow marine environments by currents and wave actions before deposition and coquina formation.

The sponge borings refer to *Entobia* ichnofacies.



## References

- BELAÚSTEGUI, Z., DOMÉNECH, R. & MARTINELL, J. 2018: An ichnofossils-lagerstätte from the Miocene Vilanova basin (NE Spain): taphonomic and paleoecologic insights related to bioerosion structures. – *Palaios* **33**: 16-28.
- BROMLEY, R. G. 1970: Borings as trace fossils and *Entobia* cretacea Portlock, as an example. – In: CRIMES, T. P. & HARPER, J. C. (eds): *Trace Fossils. Geological Journal, Special Issue 3*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 49-90.
- BROMLEY, R. G. & D’ALESSANDRO, A. 1984: The ichnogenus *Entobia* from the Miocene, Pliocene and Pleistocene of southern Italy. – *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* **90**: 227-296.
- BROMLEY, R. G., PEMBERTON, S. G. & RAHMANI, R. A. 1984: A Cretaceous woodground: The *Teredolites* ichnofacies. – *Journal of Paleontology* **58**: 488-498.
- BROMLEY, R. G. & D’ALESSANDRO, A. 1989: Ichnological study of shallow marine endolithic sponges from the Italian coast. – *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* **95**: 279-340
- BROMLEY, R. G. & ASGAARD, U. 1993: Two bioerosion ichnofacies produced by early and late burial associated with sea-level change. – *Geologische Rundschau* **82**: 872-874.
- DÁVID, Á., FODOR, R. & BOGNÁR, E. 2018: Bioeróziós szerkezetek; csak természetesen (esettanulmány a kincsesbányai eocénből). – 21. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Félixfürdő, Program, előadókivonatok, kirándulásvezető, 9-10.
- DÁVID, A., UCHMAN, A., RAMALHO, R. S., MADEIRA, J., MELO, C. S., MADEIRA, P., REBELO, A. C., BERNING, B., JOHNSON, M. E. & ÁVILA, S. P. 2021: Diverse bioerosion structures in lower Pliocene deposits from a volcanic oceanic island: Baía de Nossa Senhora section, Santa Maria Island, Azores (central North Atlantic). – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **569**: 110284.; doi: 10.1016/j.palaeo.2021.110284
- DÁVID, Á. & FODOR, R. 2024: Bioeróziós szerkezetek tafonómiája dudari puhatestű maradványok példáján. – 27. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Eger, Program, előadókivonatok, kirándulásvezető, 8-9.
- GARILLI, V., DÁVID, Á. & DOMINICI, S. 2022: Natural casts of *Entobia* from the late Caenozoic of Sicily. – *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* **128(I)**: 211-228.; doi: 10.54103/2039-4942/15175
- GURAV, S. S. & KULKARNI, K. G. 2018: Natural casts of Early Eocene *Entobia* from the Kachchh Basin, India. – *Ichnos* **25**: 261-268.
- HÁMOR, G. 1985: A Nógrád–Cserhádi kutatási terület földtani viszonyai (Geology of the Nógrád–Cserhát area). – *Geologica Hungarica series Geologica* **22**: 1-307.
- HARTMAN, W. D. 1957: Ecological Niche Differentiation in the Boring Sponges (Clionidae). – *Evolution* **11(3)**: 294-297.
- KELLY, S. R. A. 1988: Cretaceous wood-boring bivalves from western Antarctica with a review of the Mesozoic Pholadidae. – *Palaeontology* **31**: 341-372.
- KELLY, S. R. A. & BRORNLEY, R. G. 1984: Ichnological nomenclature of clavate borings. – *Palaeontology* **27**: 793-807.
- ŁASKA, W., RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. & UCHMAN, A. 2021: Bioerosion structures from the Pliocene of the Agua Amarga sub-basin (Almería, SE Spain): palaeoecological and depositional environment implications. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **562**: 110071.
- MARCINOWSKI, R. & RADWAŃSKI, A. 2009: A unique habitat of endolithic biota: hurricane-induced limestone rubble in an Albian sand-mass of the Cracow Upland, southern Poland. – *Acta Geologica Polonica* **59**: 505-521.
- RADWAŃSKI, A., WYSOCKA, A. & GÓRKA, M. 2011: ‘*Entobia* balls’ in the Medobory Biohermal Complex (Middle Miocene, Badenian; western Ukraine). – *Acta Geologica Polonica* **61**: 265-276.
- ROSELL, D. & URIZ, M.-J. 2002: Excavating and endolithic sponge species (Porifera) from the Mediterranean: species descriptions and identification key. – *Organisms Diversity & Evolution* **2**: 55–86.
- SAVRDA, C. E., OLAZAS, K., DEMKO, T. H., HUCHISON, R. A. & SCHEIWE, T. D. 1993: Log-grounds and the Ichnofossil *Teredolites* in Transgressive Deposit of the Clayton Formation (Lower Paleocene), Western Alabama. – *Palaios* **8**: 311-324.
- VALLON, L. H., JAGT, J. W. M., MILÁN, J. & BROMLEY, R. G. 2024: Marvellous Maastrichtian miners – bioerosional trace fossils as natural casts from the type area of the Maastrichtian Stage, the Netherlands. – *Netherlands Journal of Geosciences* **103**, e20. <https://doi.org/10.1017/njg.2024.19>

# A bükki karbon őskörnyezeti elemzése nyomfossziliák alapján

Fodor Rozália<sup>1</sup>, Dr. Dávid Árpád<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Magyar Nemzeti Múzeum Közgyűjteményi Központ MTM Máttra Múzeuma; 3200 Gyöngyös, Kossuth Lajos utca 40.; [fodor.rozalia@nhmus.hu](mailto:fodor.rozalia@nhmus.hu)

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem Ásványtani és Földtani Tanszék; 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.; [coralga@yahoo.com](mailto:coralga@yahoo.com)

## 1. Bevezetés

### 1.1. Földtani képződmények

A Bükk hegység északi részén, Nagyvisnyó és Nekézseny között késő-karbon kőzeteket tárnak fel az Egert Putnokkal összekötő vasúti menti bevágások. A képződmény nagyon kis mértékben metamorfizálódott sötétszürke, fekete homok, aleurit, agyag, mészkőbetelepülésekkel. A kőzetek a Mályinkai Formációba tartoznak. Típuszelvénye a 422. vasúti szelvény közelében található feltárás. A korábbi irodalmak a palában, illetve a mészkőben található ősmaradványok alapján az üledékképződési környezetet normál sótartalmú, meleg tenger partközeli részében határozták meg, ahol az üledékképződés oxigénhiányos körülmények között mehetett végbe (FÜLÖP 1994, KOVÁCS & HIPS 1998, PELIKÁN & BUDAI 2005, BABINSZKI ET AL. 2023).

A mészkőbetelepülésekkel tarkított agygapala gazdag fosszíliaegyüttesét Legányi Ferenc, a neves autodidakta kövületvadász évtizedeken keresztül gyűjtötte. Munkásságának köszönhetően többek között a MNMKK-MTM Máttra Múzeuma Őslénytani és Földtani gyűjteménye is bővelkedik innen származó ősmaradványokban. A tanatocönózis zömét Brachiopodák, Crinoidea nyéltagtöredékek, Bryozoa telepek adják. Kisebb arányban Rugosa korallak, puhatestűek és Trilobiták is jelen vannak az ősmaradványegyüttesben. Az utóbbi évtizedben, a magánygyűjtők aktivitásának köszönhetően növénymaradványok is előkerültek az agygapalából: *Calamites* töredékek, *Stigmaria*-k, *Neuropteris* levélkék gazdagítják a múzeum gyűjteményét.

### 1.2. Az életnyomokról

Az agygapalában fellelhető testfossziliák, valamint az eredetileg sziliciklasztos üledékbe ágyazódott zátonytestek (Berenási Mészkőlencsék) valóban sekélytengeri környezetet valószínűsítene. Az egyes élőlények vázmaradványai azonban az élőlény pusztulása után könnyen áthalozódhatnak, így gyakran nem olyan üledékképződési környezet üledékében találjuk őket, mint ahonnan elszállítottak. Éppen ezért, őskörnyezeti analízisre csak fenntartásokkal alkalmazhatók.

Az egykori életközösség epibentosz és főként inbentosz tagjai által hátrahagyott életnyomok jóval pontosabb őskörnyezeti elemzést tesznek lehetővé. Az életnyomok speciális tulajdonságai, – melyek egyértelműen elkülönítik a testfossziliáktól – alkotják az ichnológiai kutatások elvi keretrendszerét. Az ichnológia jelentősége a paleoökológiai, szedimentológiai, rétegtani és makroevolúciós kutatásokban ezen tulajdonságokból ered, melyeket tíz alapelvben foglalhatunk össze:

- az életnyomok a létrehozó szervezet viselkedését tükrözik;
- ugyanaz az élőlény többféle életnyomot is létrehozhat;
- ugyanazt az életnyomtaxont több különböző rendszertani kategóriába tartozó élőlény is kialakíthatja;
- különböző fajok képviselői közösen hozhatnak létre egyszerű bioturbációs szerkezeteket;
- a létrehozó szervezetek gyakran szilárd vázzal nem rendelkező élőlények, melyek fosszilizálódási potenciálja alacsony;

- nyomfossziliák olyan üledékekben is gyakoriak, melyek testfossziliákat nem tartalmaznak;
- ugyanaz a biogén szerkezet eltérően őrződhet meg különböző aljzatokban;
- az őseletnyomok hosszú fajöltőjük lehetnek;
- az őseletnyomok megjelenése általában meghatározott környezeti feltételekhez kötött;
- az életnyomok ritkán halmozódnak át (SEILACHER 1964, FREY 1975, EKDALE *ET AL.* 1984, BROMLEY 1990, 1996, PEMBERTON *ET AL.* 2001, BUATOIS & MÁNGANO 2011, KNAUST & BROMLEY 2012).

## 2. Módszerek

A Mályinkai Formáció agyagpalájának életnyomai szórványos gyűjtésekből részben már ismertek (DÁVID *ET AL.* 2015). Részletes, paleoichnológiai célú szelvény menti feltárás azonban először 2023-ban készült. Nagyvisnyótól északkeletre, a 422. vasúti szelvénynél található típusfeltárással szemben 1,5 m magas falat mintáztunk meg, 10 cm-es mintaközökkel. A mintázás a palásság síkjával párhuzamosan történt. A gyűjtött mintákban felületi csiszolással tártuk fel a nyomfossziliákat két, szükség esetén három sík felület mentén. Így képet kaptunk az életnyomok kiterjedéséről, sűrűségéről és orientációjáról az eredeti üledékszerkezethez képest. A nyomfossziliákat PEMBERTON *ET AL.* (2001), BUATOIS & MÁNGANO (2011), valamint KNAUST & BROMLEY (2012) munkái alapján határoztuk meg.

## 3. A mefigyelt életnyomok bemutatása

A szelvény mentén gyűjtött tizenöt mintában hat életnyomnem képviselőit azonosítottunk:

*Chondrites* életnyomnem – Egy központi csőből kiinduló, elágazó járatrendszer, mely nagy mélységig (dm – m) hatol be az üledékbe. Féregszerű, üledékfaló inbentosz szervezetek táplálkozásnyomai. A kambrium óta ismertek tengeri, szerves anyagban gazdag üledékekből. Monospecifikus előfordulásuk anoxikus környezetet jelez. A vizsgált mintákban *Chondrites*

*targionii* (BRONGNIART, 1828) és *Chondrites* isp. ichnotaxonokat különítettük el.

*Helminthopsis* életnyomnem – Szabálytalanul kanyargó járat, mely az üledék felszínével párhuzamosan helyezkedik el. Féregszerű inbentosz élőlények táplálkozásnyoma, mely az Ediacaraitól napjainkig ismert. Jelenléte az üledék magas szervesanyag tartalmára utal. A felületi csiszolás ichnogenus szintű határozást tett csak lehetővé.

*Phycosiphon* életnyomnem – Az üledék-szerkezettel párhuzamosan elhelyezkedő, szabálytalanul kanyargó életnyomnem. A kanyarulatok konkáv oldalán jellegzetes, ívesen görbült lemezes szerkezet figyelhető meg. Féregszerű inbentosz szervezet táplálkozásnyoma. Kizárólag tengeri környezetben jellemző. A felületi csiszolatok alapján *Phycosiphon incertum* FISHER & OOSTER (1858) életnyomfajt határoztunk meg. Jelenléte egyértelműen magas szervesanyagtartalmú, oxigénben szegény üledéket jelez.

*Nereites* életnyomnem – Meanderező életnyom, melyet különböző üledékfaló szervezetek hoznak létre, az üledék felszínén. A járat két oldalán jellemzően az élőlény által átmozgatott üledékből álló sánc található, mely metszetben is jól azonosítható. A kontinentális lejtő és az abisszikus síkság üledékeinek jellegzetes életnyoma. A felületi csiszolatokon *Nereites missouriensis* WELLER 1899 életnyomfajt azonosítottunk.

*Taenidium* életnyomnem – Szabálytalanul kanyargó, az üledék felszínével párhuzamosan elhelyezkedő életnyom jellegzetes belső szerkezettel. A járat kitöltése egyforma méretű, fekális eredetű üledékhalmozások sora. Ez hosszmetsetben jellegzetes mintázatot ad az életnyomnak. A *Taenidium*-ot féregszerű, üledékfaló élőlények hozzák létre. Az Ediacaraitól napjainkig ismert. A felületi csiszolás ichnogenus szintű határozást tett csak lehetővé.

*Zoophycos* életnyomnem – Üledékfaló élőlény összetett táplálkozásnyoma. A létrehozó szervezet táplálkozás közben U-alakú lebenyeket alakít ki, melyek spirális elrendezésben vesznek körbe egy központi csatornát. A lebenyek ívesen görbült lemezes szerkezetet mutatnak. Tengeri,



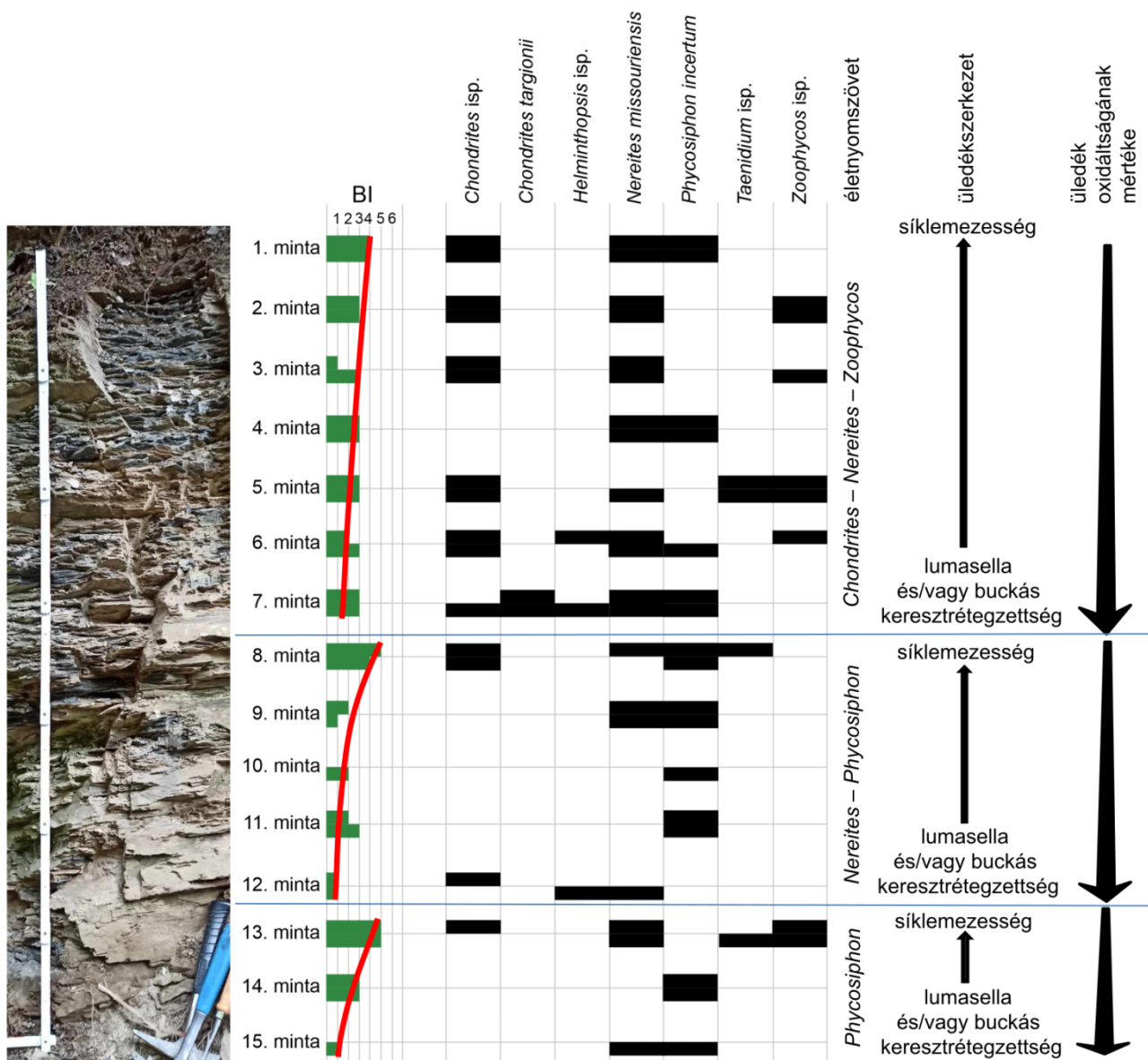
parttávoli környezet jellegzetes életnyoma. A felületi csiszolás ichnogenus szintű határozást tett csak lehetővé.

#### 4. Eredmények

A megfigyelt életnyomközösség összetételének változásai alapján a szelvényben vertikálisan három jól elkülöníthető életnyomszövet (ichnofabric) azonosítható:

1. *Phycosiphon* életnyomszövet,
2. *Nereites* – *Phycosiphon* életnyomszövet,
3. *Chondrites* – *Nereites* – *Zoophycos* életnyomszövet.

Az életnyomok sűrűsége (BI = Bioturbációs Index) mindhárom életnyom-szövet esetében alulról felfelé haladva jelentős növekedést mutat. Ez összhangban van a kőzetanyag szelvényen belüli változásaival: az egyes életnyomszintek minden esetben barna színű, oxidált, finomszemű homokban kezdődnek, melyre buckás kereszttrétegzés és/vagy a testfossziliák lumasellaszerű felhalmozódása jellemző. Az életnyomszinteken belül felfelé haladva az üledék finomodik, oxidáltságának mértéke csökken, síklemezesség válik jellemzővé (1. ábra).



1. ábra: A vizsgált szelvény üledékföldtani és őseletnyomtani jellemzői

A megfigyelt életnyomok a Cruziana ichnofácies disztális részét képviselik. Ez az ichnofácies egyértelműen a parttávoli környezet hullámbázis és viharbázis közötti részét azonosítja üledékképződési környezetként. Az egymást követő életnyomszövetek sajátosságaiban megfigyelt ciklicitás rendszeresen visszatérő viharesemények által zavart üledékképződést jelez.

Mindezek alapján felvetődik a kérdés, hogy a Mályinkai Formációra jellemző, sekélytengeri környezetet jelző fossziliákban gazdag mészkőtestek (Berenási, Mártuskői és Nagyvisnyói Mészkőlelencsék) milyen kapcsolatban lehetnek az azokat körbeölelő kőzettel?

## Irodalom

- BABINSZKI, E., PIROS, O., BUDAI, T., GYALOG, L., HALÁSZ, A., KIRÁLY, E., KOROKNAI, B., LUKÁCS, R. & M. TÓTH, T. 2023: *Magyarország litosztratifiai egységeinek leírása I., Prekainozoos képződmények.* – Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága, Budapest, 96 pp.
- BROMLEY, R. G. 1990: *Trace Fossil Biology and Taphonomy.* – Unwin Hyman, London, 280 pp.
- BROMLEY, R. G. 1996. *Trace Fossils. Biology, Taphonomy and Applications.* – London: Chapman & Hall, 361 pp.
- BUATOIS, L. A. & MÁNGANO, M. G. 2011: *Ichnology. Organism-substrate interactions in space and time.* – Cambridge University Press, 358 pp.
- EKDALE, A. A., BROMLEY, R. G. & PEMBERTON, S. G. 1984: *The Use of Trace Fossils in Sedimentology and Stratigraphy.* – Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, Oklahoma, pp. 108-141.
- DÁVID, Á., UCHMAN, A. & FODOR, R. 2015: Ichnology of Middle Carboniferous anchimetamorphic rocks the Bükk Mountains (Hungary) – a preliminary study. – *31<sup>st</sup> IAS Meeting of Sedimentology Abstract Volume*, pp. 42.
- FREY, R. W. 1975: The realm of ichnology, its strengths and limitations. – In: FREY, R.W. (ed.). *The Study of Trace Fossils. A Synthesis of Principles, Problems and Procedures in Ichnology.* Springer-Verlag, pp. 13-38.
- FÜLÖP, J. 1994: *Magyarország geológiája, Paleozoikum II.* – Akadémiai Kiadó, Budapest, 447 pp.
- KNAUST, D. & BROMLEY, R. G. 2012: *Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments.* – Elsevier, Oxford, 64(1): 960 pp.
- KOVÁCS, S. & HIPPS, K. 1998: A Bükk- és az Aggtelek-Rudabányai hegység újpaleozóos képződményeinek rétegtana. - In: BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. (szerk.): *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana.* – MOL Rt. és MÁFI kiadvány, Budapest, pp. 149-154.
- PELIKÁN P., BUDAI T. 2005: *A Bükk hegység földtana. Magyarázó a Bükk hegység földtani térképéhez (1:50 000).* – Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Magyarország Tájégségi Térkép-sorozata, 284 pp.
- PEMBERTON, S. G., SPILA, M., PULHAM, A. J., SAUNDERS, T., MACEACHERN, J. A., ROBBINS, D. & SINCLAIR, I. K. 2001: *Ichnology & Sedimentology of Shallow to Marginal Marine Systems: Ben Nevis & Avalon Reservoirs, Jeanne D'Arc Basin.* – Geological Association of Canada Short Course Volume 15, 343 pp.
- SEILACHER, A. 1964. Sedimentological classification and nomenclature of trace fossils. – *Sedimentology*, **3**: 253-256.

# Hogyan befolyásolta az egykori klíma és vegetáció a rovarok táplálkozási szokásait a késő-oligocénben?

Gyökeres Imre<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, Ásványtani és Földtani Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér;  
[gyokeres.imre@science.unideb.hu](mailto:gyokeres.imre@science.unideb.hu);

## 1. Bevezetés

A szárazföldi növények és rovarok alkotják a földi biodiverzitás döntő többségét, és a rovarfajok közel fele növényekkel táplálkozik (STORK, 1988; SCHOONHOVEN *ET AL.* 1998; WILF & LABANDEIRA, 1999; SCHOONHOVEN *ET AL.* 2005). A földtörténeti múlt környezeti változásaiból következtethetünk a mai ökoszisztémák a globális klímaváltozásra adott reakcióira a jövőben (MEEHL *ET AL.* 2007). A rovarok és növények közötti kölcsönhatásokból fontos paleoökológiai és paleoklimatológiai következtetések vonhatók le (WILF & LABANDEIRA 1999; WILF *ET AL.* 2001; CURRANO *ET AL.* 2010, 2021; WAPPLER 2010; WAPPLER *ET AL.* 2012; LABANDEIRA & CURRANO 2013; PINHEIRO *ET AL.* 2016; WAPPLER & GRÍMSSON 2016; ADROIT *ET AL.* 2021).

A hazai késő-oligocénben a zonális vegetációt egy melegígyenes szubtrópusi erdő alkotta, melyben keveredtek a babérlevelű örökzöld elemek és a lombhullató, illetve keménylevelű fajok (HABLY 1991, 1993). ERDEI & BRUCH 2004 alapján az évi középhőmérséklet 15,6-18,8 °C körül lehetett, míg az évi átlagos csapadékmennyiség 1096-1260 mm között alakult.

## 2. Anyag és módszer

A volt Wind-féle téglagyár agyagbányájának rétegsora a Középső-Paratethys egri emeletének sztratotípusa. A lelőhelyről három különböző szintből kerültek elő növénymaradványok. Az „alsó flóra” növénymaradványai meleg-mérsékelt – szubtrópusi vegyes mezofil erdőt képviselnek (KVAČEK & HABLY 1991). Efölött a „középső flóra” növényanyaga található, mely egy meleg-mérsékelt, szubtrópusi partmenti vegetációra utal (KVAČEK & HABLY 1991). A „felső flóra” növényegyüttesét

főként ártéri és mocsári elemek alkotják, de fellelhetők benne paleotrópusi fajok is (KVAČEK & HABLY 1991).

A növény-rovar kölcsönhatások meghatározását LABANDEIRA *ET AL.* (2007) alapján végeztem el (GYÖKERES *ET AL.* 2022). Az életnyomok funkcionális táplálkozási és szaporodási stratégiáknaként (Functional feeding groups, a továbbiakban FFG) vannak csoportosítva. SCHACHAT *ET AL.* (2018) ajánlása szerint csak a legalább 50 %-ban teljes levélmaradványokat vettem számításba. A ritkítási vizsgálatokat GOTELLI & COLWELL (2001) és GUNKEL & WAPPLER (2015) alapján végeztem el.

A vizsgálatba bevont taxonokat HABLY & ERDEI (2023) fajleírásai alapján két kategóriába soroltam (zonális, azonális) attól függően, hogy az adott faj része volt-e a zonális vegetációnak vagy sem.

A vizsgált feltárás fosszilis növénymaradványai a MNMKK-MTM Mátra Múzeuma Őslénytani és földtani gyűjtemény paleobotanikai gyűjteményrészében található.

## 3. Eredmények

Összesen 1310 levelet vizsgáltam, melyek 11 %-án fordulnak elő rovarok táplálkozási és szaporodási nyomai. A vizsgált levelek mindössze 2 %-án látható specializált DT. Húsztaxonon mintegy harminchárom különböző életnyomtípus (Damage Type, továbbiakban DT) figyelhető meg. A leggyakoribb tápnövény a „*Rhamnus*” *warthae* Heer és az *Acer hungaricum* Andreánszky voltak. A megfigyelt kilenc főtípus (FFG) közül az átlukasztás a leggyakoribb.

Annak ellenére, hogy a három fosszilis növényegyüttes taxongazdagsága hasonló, az „alsó- és „középső flóra” kisebb arányban

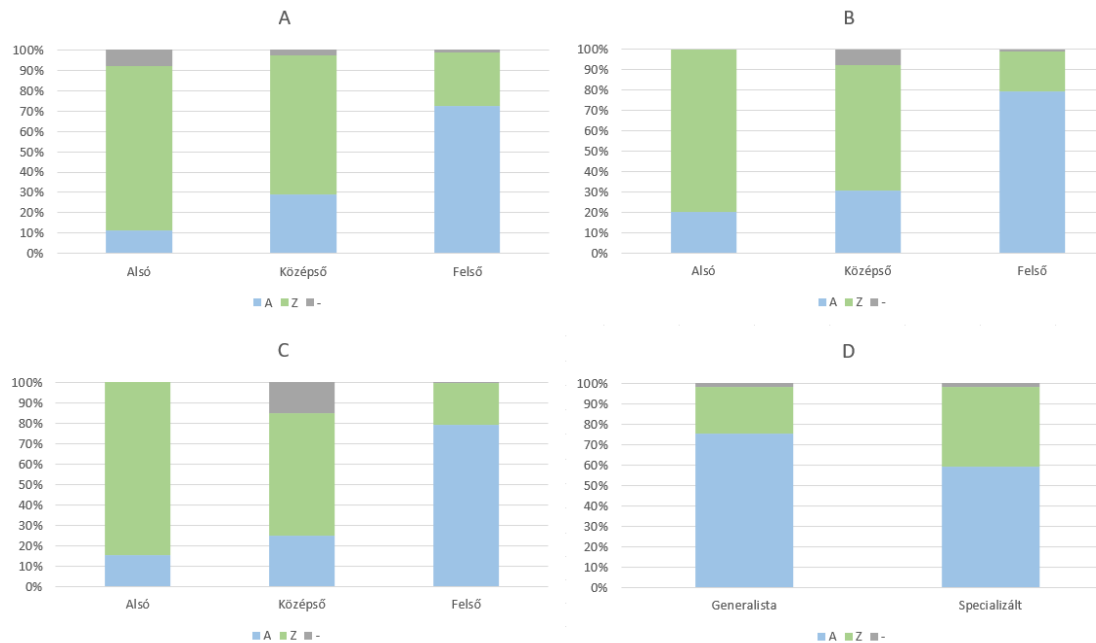


tartalmaz életnyomokat (4-6 %), míg a „felső flórában” több mint kétszeresére nő (13 %) az életnyomos levelek hányada (1. táblázat). A DT gazdagság is a „felső flórában” a legmagasabb, 33 DT-ből 30 db előfordul (1. táblázat). Specializált életnyomok 85 %-a szintén a „felső flórából” származó növénymaradványokon található.

Az 1A. ábrán megfigyelhető, hogy az „alsó és „középső flórában” a vegetációt főként zonális elemek alkotják. Azonban a „felső flórában az azonális elemek kerülnek túlsúlyba. Az életnyomot tartalmazó leveleken hasonló tendencia figyelhető meg (1B. ábra).

1. táblázat: Az egyes flóraszintek növény-rovar kölcsönhatásainak abszolút és relatív gyakoriságai

Flóraszint	Levelek száma	Fajszám	Életnyomos levelek aránya	DT diverzitás	Specializált életnyomok aránya	Életnyom előfordulások száma
Alsó flóra	216	16	4.63%	6	0.46%	13
Középső flóra	205	18	6.34%	7	1.46%	20
Felső flóra	878	26	13.78%	30	2.51%	204
<b>Teljes Wind</b>	<b>1310</b>	<b>36</b>	<b>10.99%</b>	<b>33</b>	<b>1.98%</b>	<b>237</b>



1. ábra: Relatív gyakoriság zonalitás alapján. A zöld szín a zonális, a kék az azonális, a szürke a bizonytalan kategóriákat jelöli. (A) A vizsgált levelek flóraszintenkénti relatív gyakorisága; (B) Az életnyomot tartalmazó levelek flóraszintenkénti relatív gyakorisága; (C) Az életnyom előfordulások flóraszintenkénti relatív gyakorisága; (D) Az életnyomok specializáltság szerinti relatív gyakorisága.

#### 4. Következtetések

ERDEI & BRUCH 2004 alapján a „felső flórában” volt a legalacsonyabb az évi átlaghőmérséklet. Itt a legmagasabb a vízhez kötődő azonális elemek aránya (1A ábra). A legnagyobb életnyom-gazdagság és -gyakoriság is ebben a szintben figyelhető meg (1B, 1C ábra).

A vízközeli ökoszisztémák tápanyagban gazdagok és a relative stabil vízellátás megbízható feltételeket teremt mind a tápnövények, mind az azokat fogyasztó rovarközösség számára. Ezek a vegetációk gyakran ökotonként is funkcionálnak, melyek a magasabb életnyom-gazdagságért lehetnek felelősek, mivel két társulás határán helyezkednek el, így mind a vízi, mind a

szárazföldi környezetekből vonzanak rovarfajokat.

A zonális elemeken megfigyelhető magasabb specializáltsági arány (1D ábra) okai a következők lehetnek: 1) A specialista életnyomokat létrehozó szervezeteknek stabil környezetre van szüksége, az ártéri vegetáció esetében fennálló váltakozó mértékű bolygatások (szezonális áradások) nem voltak ideálisak; 2) A zonális szubtrópusi vegetáció folytonos kiterjedésű lehetett, mely a specialista rovarok számára nagy, összefüggő, zavartalan menedéket nyújtott, míg az ártéri erdők sokszor fragmentáltak, a vízborítás miatt barrierként elszigetelve kevésbé teremtettek megfelelő körülményeket a specializált rovarok számára; 3) A mikroklimatikus tényezők (hőmérséklet, légnedvesség) a szubtrópusi erdőkben stabilabbak lehetettek, melyek a specialista rovarok fejlődési szakaszai szempontjából kedvezőbbek voltak.

A tafonómiai különbségek is befolyásolhatják a három szint közötti különbségeket. Az „alsó- és „középső-flóra” elemei nagyobb mértékű szállítódásnak voltak kitéve, mint a „felső-flóra” elemei (ANDREÁNSZKY 1966; KVAČEK & HABLY 1991), melyek így kevésbé őrződtek meg jó állapotban, beleértve az életnyomokat is.

## Irodalom

- ADROIT, B., TEODORIDIS, V., GÜNER, T. H. & DENK, T. 2021: Patterns of insect damage types reflect complex environmental signal in Miocene forest biomes of Central Europe and the Mediterranean. – *Global Planetary Change* **199**:103451.
- ANDREÁNSZKY, G. 1966: The Upper Oligocene flora of Hungary. Analysis of the site at the Wind brickyard, Eger. – *Stud. biol. hung.* **5**: 1-151.
- CURRANO, E. D., LABANDEIRA, C. & WILF, P., 2010: Fossil insect folivory tracks paleotemperature for six million years. *Ecol. Monogr.* **80**: 547–567.
- CURRANO, E. D., AZEVEDO-SCHMIDT, L. E., MACCRACKEN, S. A. & SWAIN, A. 2021: Scars on fossil leaves: an exploration of ecological patterns in plant–insect herbivore associations during the Age of Angiosperms. – *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* **582**: 110636.
- ERDEI, B. & BRUCH, A. A. 2004: A climate analysis of Late Oligocene (Egerian) macrofloras from Hungary – *Studia Botanica Hungarica* **34**: 5–23.
- HABLY L. 1991: Flóra és klímaváltozás a magyar oligocénben és alsómiocénben. – *Őslénytani viták /Discussiones Palaeontologicae/*, **36-37**: 141-147.
- HABLY L. 1993: Szárazföldi növénytársulások változásai a Kiscellien/Egerien határán. – *Őslénytani viták /Discussiones Palaeontologicae/*, **39**: 115-121.
- HABLY, L. & ERDEI, B. 2023: The Late Oligocene flora of Hungary. – *Acta Palaeobotanica*, **63(2)**: 162-227.
- GOTELLI N. J. & COLWELL R. K. 2001: Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. – *Ecology Letters* **4(4)**: 379–391.
- GUNKEL S. & WAPPLER T. 2015: Plant-insect interactions in the upper Oligocene of Enspel (Westerwald, Germany), including an extended mathematical framework for rarefaction. – *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* **95(1)**: 55–75.
- GYÖKERES I., DÁVID Á. & FODOR R. 2022: Rovarok életnyomai késő-oligocén (Egri) korú növénymaradványokon (Wind-féle téglagyár, Eger). In: BOSNAKOFF M.; VIRÁG A., SZIVES O. & FÖZY, I. (szerk.) 25. *Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Tótvázsony, Program, előadáskivonatok, kirándulásvezető*. Budapest, Magyarország: Magyarhoni Földtani Társulat, 15-16.
- KVAČEK Z. & HABLY L. 1991: Notes on the Egerian stratotype flora at Eger (Wind brickyard), Hungary, Upper Oligocene – *Annl. hist.-nat. Mus. natu. Hung.* **83**: 49-82.
- LABANDEIRA, C. C., WILF, P., JOHNSON, K. R. & MARSH, F., 2007: Guide to Insect (and Other) Damage Types on Compressed Plant Fossils. Version 3.0. – Smithsonian Institution, National Museum of Natural History, Department of Paleobiology, Washington, DC.
- LABANDEIRA, C. C. & CURRANO, E. D. 2013: The fossil record of plant-insect dynamics. – *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* **41**: 287–311.
- MEEHL, G. A., STOCKER, T. F., COLLINS, W. D., FRIEDLINGSTEIN, P., GAYE, A. T., GREGORY, J. M., KITOH, A., KNUTTI, R., MURPHY, J. M., NODA, A., RAPER, S. C. B., WATTERSON, I. G., WEAVER, A. J. & ZHAO, Z. C. 2007: *Global climate projections*. IN: SOLOMON, S., QIN, D., MANNING, M., CHEN, Z., MARQUIS, M., AVERYT, K. B., TIGNOR, M. & MILLER, H. L. (Eds.): *Climate Change. The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Meglitsch, P.A., 1972. *Invertebrate Zoology*. Oxford University Press, New York. 748-845.
- PINHEIRO, E. R. S., IANNUZZI, R. & DUARTE, L. D. S. 2016: Insect herbivory fluctuations through geological time. *Ecology* **97**: 2501–2510.
- SCHACHAT, S. R., LABANDEIRA, C. C. & MACCRACKEN, S. A. 2018: The importance of sampling standardization for comparisons of insect herbivory

- in deep time: a case study from the late Paleozoic. *R. Soc. Open Sci.* **5**: 171991.
- SCHOONHOVEN, L. M., JERMY, T. & VAN LOON, J. J. A. 1998: *Insect-plant biology: from physiology to evolution*. – Springer, US.
- SCHOONHOVEN, L. M., VAN LOON, J. J. A. & DICKE, M. 2005: *Insect-plant biology*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- STORK, N. E. 1988: Insect diversity: facts, fiction and speculation – *Biol. J. Linn. Soc.* **35**: 321p.
- WAPPLER, T. 2010: Insect herbivory close to the Oligocene–Miocene transition – a quantitative analysis. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* **292**, 540–555.
- WAPPLER, T., LABANDEIRA, C. C., RUST, J., FRANKENHÄUSER, H. & WILDE, V. 2012: Testing for the effects and consequences of mid paleogene climate change on insect herbivory – *PLoS One* **7**: e40744.
- WAPPLER, T. & GRÍMSSON, F. 2016: Before the ‘big Chill’: patterns of plant–insect associations from the Neogene of Iceland – *Global Planetary Change* **142**: 73–86.
- WILF, P. & LABANDEIRA, C. C. 1999: Response of plant–insect associations to Paleocene–Eocene warming. – *Science* **284**: 2153–2156.
- WILF, P., LABANDEIRA, C. C., COLEY, P. D. & CUTTER, A. D. 2001: Insect herbivory, plant defense, and early Cenozoic climate change. – *PNAS* **98**: 6221–6226.



## A Felsőtárkányi-medence neogén gerinces faunái

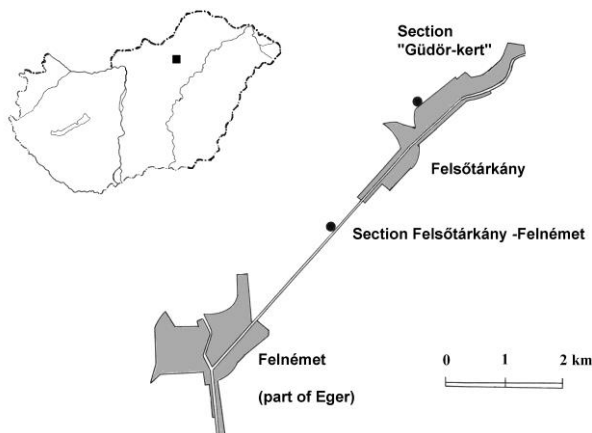
Dr. Hír János<sup>1</sup>, Dr. Venczel Márton<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pásztói Múzeum, 3060 Pásztó, Múzeum tér 5.; [hirjanos@hmail.com](mailto:hirjanos@hmail.com);

<sup>2</sup> Muzeu Țării Crișurilor, 3700 Oradea. B-dul Dacia 1-3.; [mvcnczel@gmail.com](mailto:mvcnczel@gmail.com)

### 1. Bevezetés

Felsőtárkány község környékén a miocén korú üledékek ősmaradványainak vizsgálata több, mint egy évszázadra nyúlik vissza. A "Güdör-kertben" feltároló képződményeket először SCHRÉTER (1913) említette. Az első világháborút követően SÜMEGHY (1923, 1924) írta le a puhatestűfaunát. A gerinces maradványokat a húszas, harmincas években Legányi Ferenc gyűjtötte. A leleteket ÉHIK (1926), BALOGH & RÓNAY (1965) és KRETZOI (1982) dolgozta fel. A második világháború után a Güdör-kert szelvényét Andreánszky Gábor és tanítványai tanulmányozták, akik gazdag makroflórát gyűjtöttek a lignitréteg felett települő lemezes agyagból (7. ábra) ANDREÁNSZKY & KOVÁCS (1955), ANDREÁNSZKY (1958). A flóra revízióját ERDEI (1999), ERDEI & HÍR (2002), később HABLY (2013) végezték el. Magam a terepi munkát 2000 és 2007 között folytattam és önkéntes diákmunkások segítségével két szelvényben 7 lelőhelyet intenzíven mintáztam. Az alábbiakban ismertetett lelőhelyek/faunák sorrendje egyben rétegtani-kronológiai sorrendjüket is tükrözi a legidősebbtől a legfiatalabb irányába.

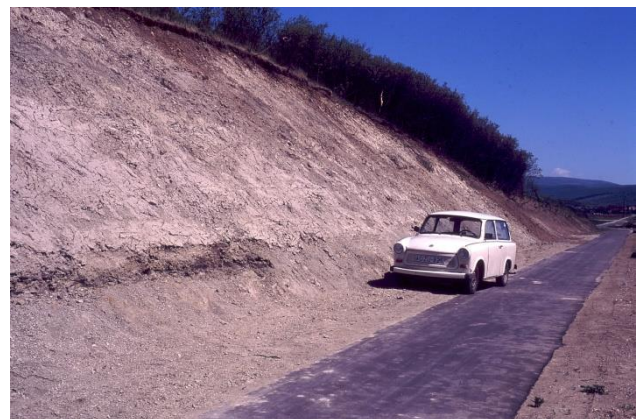


1. ábra: A tanulmányozott szelvények topográfiai helyzete.

### 2. A Felsőtárkány-Felnémet közötti szelvény lelőhelyei: Felsőtárkány-Felnémet 2/3, Felsőtárkány-Felnémet 2/7

GPS: N:47° 57,275' E: 20° 23,490'

2003 tavaszán kerékpárút épült Eger és Felsőtárkány között. Ennek során két domboldalt is megmetszettek. A Felsőtárkány községhez közelebb eső domb friss rézsűjén két faunartalmú szintet is sikerült kimutatni (2. ábra). Az ősmaradványok lehetséges előfordulására Dávid Árpád főiskolai tanár hívta fel a figyelmemet és ő bukkant rá egy *Democricetodon* sp. M1-re a Felsőtárkány-Felnémet 2/7 szintben. A Felsőtárkány-Felnémet 2/3 szint sötétszürke agyag (3. ábra), mely a feltárás teljes hosszában követhető volt. A terepen makroszkóposan csontmaradványok nem voltak benne láthatók, csupán meztelen csigák mészlemezei jelezték, hogy itt szárazulati-mocsári üledéssel van dolgunk. 2003 és 2004 folyamán öt tonna mintát iszapoltunk erről a lelőhelyről.



2. ábra: A Felsőtárkány-Felnémet közötti szelvény 2003 tavaszán.



3. ábra: A Felsőtárkány-Felnémet 2/3 lelőhely kőzetanyaga.

A Felsőtárkány-Felnémet 2/7 lelőhely nem folyamatos réteg, hanem egy mederkitöltés, mely a feltárás északi részére korlátozódott. Anyaga vörösen futtatott szürke színű silt, mely szabad szemmel rossz minőségű növénylenyomatokat, *Helix*, *Planorbis* csigák héjtöredékeit és kőbeleit, valamint csontmaradványokat tartalmazott (4. ábra). A lelőhelyről 1,5 tonna tömegű mintát gyűjtöttünk be és iszapoltunk. A lelőhely környezetében korábbi térképezők szárazulati szarmata üledékeket (BALOGH & RÓNAI 1965) írtak le, az újabb térképezők (PELIKÁN 2005) ezt a képződményt a szarmata Kozárdi Formációba helyezték. Mindkét csontos szint fajgazdag rágcsálófaunát eredményezett, melyek leírását HÍR (2006, 2007) publikálta.



4. ábra: A Felsőtárkány-Felnémet 2/7 lelőhely kőzetanyaga.

A biokronológiai besorolás szempontjából legfontosabb faunaelemek az alábbiak.

- *Anomalomys gaudryi*. A bádeni és korai szarmata faunákban még ritkaságnak számító *Anomalomys* gyakorisága itt jelentősen megnövekedik. A felső molárisokon eltűnik a szabadon

végződő mesoloph, ami arra utal, hogy a felsőtárkányi népszerűség evolúciósan fejlettebb, mint a faj La Grive –i típuspopulációja és a svájci Anwil-ból leírt anyag (ENGESSER 1972). Ugyanakkor az m1 mediolophid -jának morfológiája alapján az MN9 faunákra jellemző *Anomalomys rudabanyensis* kizárható.

- *Collimys doboosi*. A felsőtárkányi faunák domináns hörcsögféléje. A bajor molasszban Hillenloh lelőhelyen fordul elő, melynek korát 11,3 millió évre teszik (KIRSCHER ET AL. 2016).
- „*Cricetodon*” *klariankae*. Közepesen magas fogkoronájú cricetodontini, mely a tribus utolsó képviselője a Kárpát-medencében. A Felsőtárkányi-medence Güdör-kert szelvényének faunáiból már hiányzik, csakúgy, mint a pannóniai korú (Vallésien és a Turolien) leletegyüttesekben.

#### *A Felsőtárkány-Felnémet 2/3 lelőhely leletlistája*

Sporomorpha (SZUROMI-KORECZ & NAGY-BODOR 2004)

*Polypodiaceoisporites lusaticus*

*Bifacialisporites murensis*

*Polypodisporites alienus*

*Sciadopitys* sp.

*Tsugaepollenites igniculus*

*Cedripites* sp.

*Pinus* sp.

*Picea* sp.

*Slovakipollenites neogenicus*

*Oleoidearumpollenites reticulatus*

*Ilexpollenites margaritatus*

Amphibia et Reptilia, kétéltűek és hüllők (VENCZEL & HÍR 2013)

*Latonia gigantea* (LARTET, 1851)

*Palaeobatrachus* cf. *hiri* VENCZEL, 2004

*Pelobates* cf. *sanchizi* VENCZEL, 2004

*Hyla* cf. *arborea* (HOLMAN 1992)

*Pelophylax* sp.

*Lacerta* sp.

Lacertidae indet. sp. 1.

*Anguis* cf. *fragilis* LINNAEUS, 1758

*Ophisaurus* cf. *spinari* KLEMBARA, 1979

*Pseudopus* sp.

*Chalcides* cf. *ocellatus* LAURENTI, 1768

Scolecophidia indet.

*Hierophis* cf. *hungaricus* (BOLKAY, 1913)

*Vipera* sp. (*Vipera aspis* complex)

Viperidae indet.

Aves, madarak (KESSLER 2013, KESSLER & HÍR 2012a, 2012b)

Ardeidae gen. et sp. indet.

Ciconiidae gen. et sp. indet.

Strigidae gen. et sp. indet.

*Muscicapa leganyii* KESSLER & HÍR (2012)

*Lanius schreteri* KESSLER & HÍR (2012)

Aves indet.

Eulipotyphla, rovarévők (HÍR ET AL. 2016)

*Schizogalerix voesendorfensis* RABEDER, 1973

*Dinosorex* sp.

Soricidae gen et sp. indet.

*Proscapanus* sp.

*Desmanella* sp.

Talpidae indet.

*Plesiodimylus* sp.

Lagomorpha et Rodentia, nyúl alakúak és rágcsálók (HÍR 2006)

*Prolagus oeningensis* (KÖNIG, 1825)

*Trogontherium minutum* (VON MEYER, 1838)

*Spermophilinus bredai* (VON MEYER, 1848)

*Albanensia* sp.

*Blackia miocaenica* MEIN, 1970

*Muscardinus* sp.

*Myoglis meini* BAUDELLOT, 1966

*Miodyromys hamadryas* (FORSYTH-MAJOR, 1899)

*Keramidomys* sp.

*Eomyops oppligeri* ENGESSER, 1990

*Cricetodon klariankae* HÍR, 2007

*Megacricetodon minor* (LARTET, 1851)

*Democricetodon brevis* (SCHAUB, 1925)

*Collimys doboosi* HÍR, 2005

*Eumyarion medius* (LARTET, 1851)

*Anomalomys gaudryi* GAILLARD, 1900

Ruminantia, kérődzők (HÍR ET AL. 2017)

*Micromeryx* sp.

Bovidae indet.

Cervidae indet.

Ruminantia indet.

### *A Felsőtárkány-Felnémet 2/7 lelőhely leletlistája*

Sporomorpha (SZUROMI-KORECZ & NAGY-BODOR 2004)

*Myrica* sp.

*Spirogyra* sp.

*Sparganium* sp.

*Pinus* sp.

*Picea* sp.

*Sciadopitys* sp.

*Cedripites* sp.

*Tsugaepollenites igniculus* (R. POT. 1931)

*Pterocaryapollenites rotundiformis* NAGY 1969

*Platycarya miocaenica*

*Quercopollenites granulatus* NAGY 1969

Amphibia et Reptilia, kétéltűek és hüllők (VENCZEL & HÍR 2013)

*Latonia gigantea* (LARTET, 1851)

*Pelodytes* cf. *caucasicus*

Lacertidae indet. sp. 1.

*Natrix* cf. *rudabanyensis*

*Hierophis* cf. *hungaricus*

Aves, madarak (KESSLER 2013, KESSLER & HÍR 2012a, 2012b)

*Miogallus* cf. *altus* (MILNE-EDWARDS, 1869)

*Rallicrox litkensis* KESSLER & HÍR (2012)

Eulipotyphla, rovarévők (HÍR ET AL. 2016a)

*Schizogalerix voesendorfensis* RABEDER, 1973

*Dinosorex* sp.

*Paenelimnoecus* sp.

*Crusafontina* cf. *exulta* (FRANZEN ET AL. 2003)

*Proscapanus* sp.

*Talpa* sp.

*Desmanella* sp.

Lagomorpha et Rodentia, nyúl-alakúak és rágcsálók (HÍR 2006) javított

*Prolagus oeningensis* (KÖNIG, 1825)

*Trogontherium minutum* (VON MEYER, 1838)

*Spermophilinus bredai* (VON MEYER, 1848)

*Blackia miocaenica* MEIN, 1970

*Muscardinus* sp.

*Myoglis meini* BAUDELLOT, 1966

*Microdyromys complicatus* DE BRUIJN, 1966

*Keramidomys* sp.

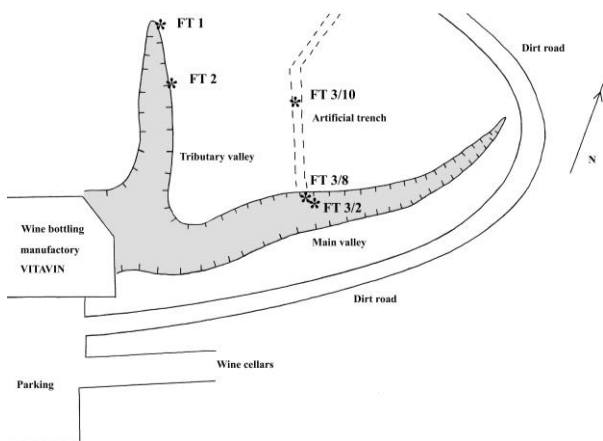


*Cricetodon klariankae* HÍR, 2007  
*Megacricetodon minor* (LARTET, 1851)  
*Megacricetodon germanicus* AGUILAR, 1980  
*Democricetodon* cf. *n. sp.*  
*Collimys doboosi* HÍR, 2005  
*Eumyarion medius* (LARTET, 1851)  
*Anomalomys gaudryi* GAILLARD, 1900

Ruminantia, kérődzők (HÍR ET AL. 2017)  
 Bovidae vel Cervidae indet.

### 3. A felsőtárkányi „Güdőrkert” lelőhelyei

A Felsőtárkányi-medence „historikus” lelőhelyei a falu északi határán, a Vitavin Kft. (újabbán Tárkánybor Kft.) n. borpalackozó üzem melletti eróziós árkokban találhatóak (5. ábra). A terület 2016 óta természetvédelmi oltalom alatt áll.



5. ábra: A felsőtárkányi Güdőrkert lelőhelyeinek vázlatja.

#### 3.1. A Felsőtárkány 1. lelőhely

GPS: N: 47° 58,540' E: 20° 24,676'

A „Güdőrkert” mellékvölgyének völgyfőjében található. A lelőhely szelvényében az ősmaradványokat tartalmazó üledék egy 20 cm vastag zöld agyagréteg, melynek alsó 10 cm vastag szintje gazdagon tartalmaz karbonát- és limonit konkréciókat (6. ábra). A terepen szabad szemmel puhatestű héjakat és teknőspáncél töredékeket gyűjthettünk belőle. A Felsőtárkány 1. lelőhelyről 2000-ben egy tonna mintát, majd 2006-ban újabb két tonna mintaanyagot iszapoltunk.



6. ábra: A Felsőtárkány 1. lelőhely feltárás közben.

A biokronológiai szempontból legfontosabb leletek a következők.

- A fajgazdag puhatestűfauna Kókay József szerint (in HÍR & KÓKAY 2009) szarmata korú.
- *Megacricetodon minutus*. A *Megacricetodon* leletek méretei inkább a *M. minutus* -hoz és nem a *M. minor*hoz állnak közelebb.
- *Democricetodon* sp. Közelebről nem meghatározható. Sem a *D. brevis*-szel, sem a svájci Nebelbergwegből leírt *Democricetodon* n. sp. -vel (KÄLIN & ENGESSER 2001) nem azonosítható.
- *Collimys doboosi*. A fauna domináns hörcsög-féléje.
- *Anomalomys gaudryi*. A Felsőtárkány-Felnémet közötti szelvény anyagától nem különbözik.

#### A Felsőtárkány 1.lelőhely leletlistája

Mollusca, puhatestűek (HÍR & KÓKAY 2009)  
*Bithynia glabra* (ZIETEN, 1830)  
*Dorsanum duplicatum* (SOWERBY, 1839)  
*Pomatias* cf. *schrammeni* (ANDREAE, 1902)  
*Pomatias* cf. *rivulare* EICHWALD, 1829  
*Pomatias* sp.  
*Carychium pachychilus* SANDBERGER, 1875  
*Pupilla* sp.  
*Strobilops* sp.  
*Vitraea* cf. *procrystallina* (ANDREAE, 1902)  
*Perpolita* sp.  
*Triptychia suturalis* (SANDBERGER, 1874)  
*Triptychia* sp.  
*Serrulina* sp.  
*Serrulastra* sp.  
*Nordsieckia pontica* LUEGER, 1978

*Nordsieckia* sp.  
*Pseudydila (Canaliciella)* sp.  
*Canariella bakonyensis* KÓKAY, 2006  
*Perforatella (Monachoides) punctigera*  
(THOMAE, 1845)  
*Tropidomphalus zelli* (KURR, 1856)  
*Klikia cf. coarctata* (KLEIN, 1853)  
*Klikia* sp.  
*Cepaea* sp.

Amphibia et Reptilia, kétéltűek és hüllők  
(VENCZEL & HÍR 2013)  
*Salamandrina* sp.  
*Lissotriton cf. rohysi* HERRE, 1955  
*Latonia gigantea* (LARTET, 1851)  
*Pelobates cf. sanchizi* VENCZEL, 2004  
*Hyla cf. arborea* LAURENTI, 1768  
Geckonidae indet.  
*Lacerta* sp.  
Lacertidae indet. sp. 2.  
*Anguis cf. fragilis*  
*Ophisaurus cf. spinari* KLEMBARA, 1979  
*Chalcides* sp.  
Scoleophidia indet.  
*Natrix* sp.  
*Zamenis* sp.  
Colubrinae indet. sp. 2.  
*Vipera* sp. (*Vipera berus* complex)  
Viperidae indet.

Eulipotyphla, rovarvők (HÍR ET AL. 2016)  
*Schizogalerix voesendorfensis* RABEDER, 1973  
*Dinosorex* sp.  
*Proscapanus* sp.  
*Plesiodimylus* sp.

Rodentia, rágcsálók (HÍR & KÓKAY 2009)  
*Spermophilinus bredai* (VON MEYER, 1848)  
*Microdyromys complicatus* DE BRUIJN, 1966  
*Myoglis meini* BAUDELLOT, 1965  
*Paragilirulus wrenfelsi* ENGESSER, 1972  
*Keramidomys cf. mohleri* ENGESSER, 1972  
*Eomyops oppligeri* ENGESSER, 1990  
*Megacricetodon minutus* DAXNER, 1967  
*Democricetodon* sp.  
*Collimys doboosi* HÍR, 2005  
*Anomalomys gaudryi* GAILLARD, 1900  
Ruminantia, kérődzők (HÍR ET AL. 2017)  
*Micromeryx* sp.

Cervidae indet.

### 3.2. A Felsőtárkány 2. lelőhely

GPS: N: 47° 58,522' E: 20° 24,708'

A Güdör-kert mellékvölgyének bal oldalán található a Felsőtárkány 1. lelőhely közelében (7. ábra). Az ősmaradványokat itt is egy 15 cm vastagságú zöld agyagréteg tartalmazza, melynek alsó 5 cm vastag szintjében ugyancsak találhatóak karbonát és limonit konkréciók. Makroszkóposan itt is előfordulnak szárazföldi puhatestűhéjak és teknőspáncél töredékek. A lelőhelyet 2006 nyarán teszteltük, majd 2007-ben két tonna üledéket gyűjtöttünk belőle.



7. ábra: A Güdör-kert szelvénye 2005 nyarán.

Biokronológiai szempontból legfontosabb leletek a következők.

- Fajgazdag puhatestűfauna, mely Kókay József meghatározása szerint szarmata korú (HÍR & KÓKAY, 2009).
- *Collimys doboosi*, *Megacricetodon minutus*, *Democricetodon* sp. hörcsög asszociáció, mely véleményünk szerint (HÍR & KÓKAY 2009) az MN7+8 zónára jellemző.

### A Felsőtárkány 2. lelőhely faunalistája

Mollusca, puhatestűek (HÍR & KÓKAY, 2009)  
*Pomatias cf. schrammeni* (ANDREAE, 1902)  
*Carychium pachychilus* SANDBERGER, 1875  
*Strobilops subconoidea* (JOSS, 1912)  
*Mastus pupa sarmatica* PAPP, 1974  
*Ena* sp.  
*Succinea minima* KLEIN, 1853  
*Vitrea procrystallina steinheimensis*  
GOTTSCHICK, 1920

*Oxychilus procellarius* (JOOSS, 1918)  
*Limax* sp.  
*Milax* sp.  
*Triptychia* cf. *leobersdorfensis sarmatica*  
 KÓKAY, 2006  
*Triptychia* sp.  
*Serrulastra (Serruplica) ptycholarynx galli*  
 NORDSIECK, 1981  
*Serrulastra (Serruplica) cf. trolli* NORDSIECK,  
 1981  
*Serrulella* cf. *multiplicata* NORDSIECK, 1981  
*Nordsieckia pontica* LUEGER, 1978  
*Cochlodina oppoliensis* cf. *hollabrunnensis*  
 NORDSIECK, 1981  
*Cochlodina (Miophaedusa) varpalotensis*  
 KÓKAY, 2006  
*Trolliella* ? sp.  
*Macrogastra* cf. *voesendorfensis* PAPP &  
 THENIUS, 1953  
*Clausilia* sp.  
*Pseudoleacina* sp.  
*Canariella bakonyensis* KÓKAY, 2006  
*Tropidomphalus (Pseudochloritis) gigas*  
 PFEFFER, 1929  
*Tropidomphalus (Pseudochloritis) zelli*  
*depressus* WENZ, 1927  
*Klikia (Apula) gonistoma* (SANDBERGER, 1874)

Amphibia et Reptilia, kétéltűek és hüllők  
 (VENCZEL & HÍR 2013)  
*Lissotriton* cf. *rohri* HERRE, 1955  
*Latonia gigantea* (LARTET, 1851)  
*Pelobates* cf. *sanchizi* VENCZEL, 2004  
*Bufo* cf. *viridis* (LAURENTI, 1768)  
*Hyla* cf. *arborea* (LINNAEUS, 1758)  
*Pelophylax* sp.  
 Lacertidae indet. sp. 1.  
*Anguis* cf. *fragilis* LINNAEUS, 1758  
*Ophisaurus* cf. *spinari* KLEMBARA, 1979  
 Scincidae indet.  
 Scolecophidia indet.  
*Albaneryx* cf. *volynicus* ZEROVA, 1989  
*Natryx* cf. *rudabanyensis* SZYNDLAR, 2005  
 Colubrinae indet. sp. 1.  
 Elapidae indet.  
*Vipera* sp. (*Vipera berus* complex)  
 Viperidae indet.

Eulipotyphla, rovarvők (HÍR ET AL. 2016)  
*Schizogalerix voesendorfensis* RABEDER, 1973  
 Soricidae gen et sp. indet.  
 Talpidae indet.

Lagomorpha et Rodentia, nyúl alakúak és  
 rágcsálók (HÍR & KÓKAY 2009)  
*Eurolagus fontannesii* (DEPERET, 1887)  
 Pteromyinae indet.  
*Glirulus lissiensis* (HUGUENEY & MEIN, 1965)  
*Megacricetodon minutus* DAXNER, 1967  
*Democricetodon* sp.  
*Collimys doboosi* HÍR, 2005

### 3.3. A Felsőtárkány 3/2. lelőhely

GPS: N:47° 58,526' E:20° 24,715'

A „Güdő-kert” fő völgyének szelvényében található (5., 7. ábrák). Valamennyi felsőtárkányi lelőhely közül a leggazdagabb leletanyagot szolgáltatta, és ANDREÁNSZKY & KOVÁCS (1955) szelvényleírására alapozva azonos lehet a 20. század elején dolgozó kutatók „histórikus” lelőhelyével. A szerző és egy diákbrigád 2000 nyarán azonosította a lelőhelyet és 2000-2005 között hat tonna üledéket iszapolt a lelőhelyről.

A biokronológiai szempontból legfontosabb leletek az alábbiak.

- Fajgazdag puhatestűfauna, mely Kókay József meghatározása szerint szarmata korú (HÍR ET AL. 2001).
- *Muscardinus* sp. Egy teljesen speciális morfológiával jellemezhető populáció, mely különbözik a késő Astaracien –korai Vallesien faunákra jellemző *Muscardinus hispanicus*-tól.
- *Albanensia grimmi*. A rudabányai populációtól méreteiben és finomabb morfológiai részletekben különbözik.
- *Megacricetodon minutus* jelenléte.
- *Collimys doboosi* (a faj típuspopulációja) dominanciája.
- *Anomalomys gaudry* jelenléte.



### A Felsőtárkány 3/2 lelőhely leletlistája

Sporomorpha (SZUROMI-KORECZ & NAGY-BODOR 2004)

*Leiotriletes microlepidoidites* W. KR. 1959

*Polypodiisporites megafavus* (W. KR. 1967)

NAGY 1973

*Oleoiderarumpollenites reticulatus* NAGY 1969

*Tricolporopollenites coyloides*

*Pinus* sp.

*Picea* sp.

*Botryococcus* sp.

*Cooksonella* sp.

*Sciasdopityospollenites* sp.

*Tsugaepollenites igniculus*

(POTONIE 1931) POTONIE & VEN., 1934

Makroflóra (HABLY 2013) javított lista

Az anyagot a „Gödör -kert” szelvény 3/6 szintjéből gyűjtötte ANDREÁNSZKY (1958)

*Pronophrium stiriacum* (UNGER) KNOBLOCH & KVAČEK

*Osmunda parslugiana* (UNGER) ANDREÁNSZKY

*Glyptostrobus europaeus* (BRONGNIART) HEER

*Magnolia* sp.

*Quercus* sp. fructus

*Quercus pontica miocenica* KUBÁT

*Alnus* sp. male catkins

*Alnus menzelii* RANIECKA-BOBROWSKA

*Ulmus braunii* HEER

*Cercidiphyllum crenatum* (UNGER) BROWN

*Cercidiphyllum* sp. fructus

*Acer tricuspidatum* BRONN

*Acer* sp. fructus

*Salix varians* GÖPPERT

*Byttneriophyllum tiliifolium* (AL. BRAUN)

KNOBLOCH & KVAČEK

*Musophyllum tarkanyense* BUBIK

Monocotyledonae gen. et sp.

Ostracoda, kagylós rákok (SZUROMI-KORECZ & NAGY-BODOR 2004)

*Candona luminosa*

*Candona/Pseudocandona/ polystigma*

*Candona/Candona* sp.

*Ilyocypris* sp.

Mollusca, puhatestűek (HÍR ET AL. 2001)

*Pomatias rivulare* (EICHWALD, 1829)

*Bithynia* cf. *glabra* (ZIETEN, 1830)

*Carychium pachychilus* SANDBERGER, 1875

*Radix* cf. *dilatata* (NOULET, 1854)

*Aplexa subhypnorum* GOTTSCHICK, 1920

*Gyraulus nedici* (BRUSINA, 1902)

*Planorbarius cornu mantelli* (DUNKER, 1848)

*Negulus suturalis gracilis* GOTTSCHICK & WENZ, 1919

*Vertigo ovatula trolli* WENZ, 1914

*Acanthinula trochulus* (SANDBERGER, 1874)

*Strobilops costata* (CLESSIN, 1885)

*Strobilops subconoidea* (JOOSS, 1912)

*Discus pleuradrus* BOURGUIGNAT, 1881

*Cecilioides aciculella* (SANDBERGER, 1874)

*Succinea minima* KLEIN, 1853

*Limax crassus* CLESSIN, 1894

*Triptychia grandis* (KLEIN, 1847)

*Triptychia* cf. *obliqueplicata* (SANDBERGER)

*Triptychia* cf. *leobersdorfensis* (TROLL, 1907) ssp.

*Serrurella multiplicata* NORDSIECK, 1881

*Cochlodina* (M.) ex. gr. *oppoliensis* Nords.

*Nordsieckia fischeri* (MICHAUD, 1862) var.

*Canariella bakonyensis* KÓKAY, 2006

*Leucochroopsis kleini* KLEIN 1847

*Tropidomphalus* cf. *zelli depressus* WENZ, 1927

*Klikia giengensis* (KLEIN, 1847)

*Unio blumrichi* MODELL, 1940 var.

Amphibia et Reptilia, kétéltűek és hüllők (VENCZEL & HÍR 2013)

*Lissotriton* cf. *rohrsi* HERRE, 1955

*Latonia gigantea* (LARTET, 1851)

*Pelobates* cf. *sanchizi* VENCZEL, 2004

*Pelophylax* sp.

*Lacerta* sp.

Lacertidae indet. sp. 1

*Anguis* cf. *fragilis*

*Ophisaurus* cf. *spinari* KLEMBARA, 1979

*Pseudopus* sp.

*Natrix* cf. *rudabanyensis* SZYNDLAR, 2005

“*Coluber*” *pouchetii* (DE ROCHEBRUNE, 1880)

Elapidae indet.

Viperidae indet.

Aves, madarak (KESSLER 2013, KESSLER & HÍR 2012a, 2012b)

*Miophasianus* sp.

*Turdus* sp.

*Praealauda hevesensis* KESSLER & HÍR, 2012b  
*Anthus antecedens* KESSLER & HÍR, 2012b  
*Phylloscopus miocaenicus* KESSLER & HÍR,  
 2012b  
*Bombycilla hamori* KESSLER & HÍR, 2012b  
 Passeriformes indet.

Eulipotyphla, rovarévők (HÍR *ET AL.* 2016)  
*Schizogalerix voesendorfensis* (RABEDER, 1973)  
*Dinosorex* sp.  
*Crusafontina* cf. *exulta* (FRANZEN et al 2003)  
 Soricidae gen. et sp. indet.  
*Proscapanus* sp.  
*Talpa* sp.  
*Desmanella* sp.  
 Talpidae indet.

Lagomorpha et Rodentia, nyúl alakúak és  
 rágcsálók (HÍR & KÓKAY 2010) javított  
*Eurolagus fontannesii* (DEPERÉT, 1887)  
*Trogontherium minutum* (VON MEYER, 1838)  
*Spermophilinus bredai* (VON MEYER, 1848)  
*Miopetaurista* sp.  
*Albanensia grimmi* (BLACK, 1966)  
*Neopetes* sp.  
*Blackia miocaenica* MEIN, 1970  
*Muscardinus* sp.  
*Paraglrulus werenfelsi* ENGESSER, 1972  
*Myoglis meini* BAUDELLOT, 1965  
*Keramidomys mohleri* ENGESSER, 1972  
*Megacricetodon minutus* DAXNER, 1967  
*Eumyarion medius* (LARTET, 1851)  
*Collimys doboši* HÍR, 2005\*  
*Anomalomys gaudryi* GAILLARD, 1900

Ruminantia, kérődzők (HÍR *ET AL.* 2017)  
*Micromeryx* sp.  
 Cervidae indet.  
 Bovidae indet. vel Cervidae indet.

### 3.4. A Felsőtárkány 3/8 lelőhely

GPS: N:47° 58,526' E:20° 24,715'

A „Güdő-kert” szelvényében a lignitréteg felett található 70 cm vastag zöld agyagréteg (5., 7. ábra). HUTCHINSON & BEGUN (2006, 2008) munkáiban „upper green clay” néven említik. 2004-ben és 2006-ban összesen két tonna mintát iszapoltunk ebből a szintből.

Gerinces anyaga csekély, mindössze 21 intakt fogból áll, ugyanakkor itt fordul elő először a *Microtocricetus* prizmatikus fogú hörcsögnemzetség, melyet már a korai pannon és az MN9 zóna (korai Vallesien) szintjelzőjének tartanak (DE BRUIJN *ET AL.* 1992). Biokronológiai szempontból lényeges még az *Anomalomys gaudryi* és az *Eomyops oppligeri* előfordulása. Utóbbi döntő részben késői Astaracien (MN 7+8) korú faunákra jellemző, de korai Vallesien (MN9) előfordulását is ismerjük: Bełchatow A (GARAPICH 2002).

### A Felsőtárkány 3/8 lelőhely faunalistája

Amphibia et Reptilia, kétéltűek és hüllők (VENCZEL & HÍR 2013)  
*Latonia gigantea* (LARTET, 1851)  
*Ophisaurus* cf. *spinari* KLEMBARA, 1979  
 Colubrinae indet. sp. 1

Eulipotyphla, rovarévők (HÍR *ET AL.* 2016)  
*Schizogalerix voesendorfensis* RABEDER, 1973  
*Proscapanus* sp.  
*Talpa* sp.  
 Talpidae indet.

Lagomorpha et Rodentia, nyúl alakúak és  
 rágcsálók (HÍR & KÓKAY 2010)  
*Eurolagus fontannesii* (DEPERÉT, 1887)  
*Glirulus* cf. *lissiensis* (HUGUENEY & MEIN,  
 1965)  
*Paraglrulus werenfelsi* ENGESSER, 1972  
*Eomyops oppligeri* ENGESSER, 1972  
*Eumyarion medius* (LARTET, 1851)  
*Microtocricetus molassicus* FAHLBUSCH &  
 MAYR, 1975  
*Anomalomys gaudryi* GAILLARD, 1900

### 3.5. A Felsőtárkány 3/10 lelőhely

GPS: N:47° 58.539' E:20° 24.700'

Ezt a lelőhelyet 2004-ben találtuk, amikor David Begun, a Torontói Egyetem professzorának támogatásával földmunkagépet igénybe véve egy mesterséges árokkal egészítettük ki a „Güdő-kert” szelvényét. 29 m távolságra a szelvénytől az árok falában egy

barna agyaglencsére és egy azt átszelő homokrétegre figyeltünk fel, mely szabad szemmel is igen gazdagon tartalmazott puhatestűhéjakat (5. ábra). 2005 és 2006 folyamán összesen négy tonna tömegű mintát gyűjtöttünk. Ezzel az agyaglencsét teljes egészében kitermeltük és iszapoltuk. Ennek eredménye egy rendkívül fajgazdag puhatestű- és gerinces fauna lett, melyet HÍR & KÓKAY (2010) publikált. Litosztratigráfiai szempontból Felsőtárkány 3/10 a Felsőtárkányi-medence legmagasabb helyzetű lelőhelye.

A fauna biokronológiai besorolás szempontjából legfontosabb leletei.

- Egy 44 taxonból álló puhatestű leletanyag, - ezen belül is különösen a *Granulolabium picta nympa* (EICHWALD, 1853) jelenléte alapján-Kókay József szerint szarmata korú (in HÍR & KÓKAY 2010).
- A rágcsálók közül *Glis vallesiensis*. Közép- és Kelet- Európában eddig korai Vallesien (MN9) faunákból került elő: Bełchatow A (KOWALSKI 1997), Grytsev (NESIN & KOWALSKI 1997).
- *Microtocrictus molassicus*. DE BRUIJN ET AL. (1992), FEJFAR (1999), MEIN (1999) szerint megjelenése az MN9 zóna alsó határához köthető. Ugyanakkor pontosan Felsőtárkány 3/10 anyaga alapján -ahol a *Microtocrictus* szarmata puhatestűfaunával együtt fordul elő- vethető fel annak lehetősége, hogy a prizmatikus fogú hörcsög már a szarmata korszak végén, a *Hippotheriumok* európai felbukkanása előtt, megjelent. Ez a tény a *Microtocrictus molassicus* típuslelőhelyének, Hammerschmiede-nek a legutóbbi részletes vizsgálata is igazolta (KIRSCHER ET AL. 2016).
- *Collimys doboosi*. A Felsőtárkány 3/2 és a Felsőtárkány 3/10 lelőhelyek *Collimys* populációi között lényeges morfológiai különbséget nem lehetett kimutatni. *Collimys* a Bécsi -medence korai Vallesien faunáiban (Vösendorf, Inzersdorf, Hennersdorf, Götzendorf, Richardhof-Golfplatz, Richardhof-Wald) már hiányzik (DAXNER-HÖCK & HÖCK 2015).

### *A Felsőtárkány 3/10 lelőhely faunalistája*

- Mollusca, puhatestűek (HÍR & KÓKAY 2010)
- Granulolabium picta nympa* (EICHWALD, 1853)
- Palaina martensi* (ANDREAE, 1902)
- Pyramidula* sp.
- Valvata moguntiana* (BOETGER, 1884)
- Bithynia glabra* (ZIETEN, 1830)
- Carychium sandbergeri* HANDMAN, 1887
- Carychium pachychilus* SANDBERGER, 1875
- Galba dupuyana* (NOULET, 1854)
- Stagnicola praebouilleti* SCHLICKUM, 1970
- Stagnicola* sp.
- Radix dilatata* (NOULET, 1854)
- Radix socialis* cf. *praelongata* (GOTTSCHICK & WENZ, 1916)
- Lymnaea turrita* KLEIN, 1855
- Aplexa subhypnorum physaeformis* GOTTSCHICK, 1920
- Gyrorbis hilgendorfi* (FRAAS, 1868)
- Gyrorbis hilgendorfi subcarinata* (GOTTSCHICK, 1920)
- Anisus dupuyanus omalus* (BOURGUIGNAT, 1881)
- Gyraulus nedici* (BRUSINA, 1902)
- Hippeutis fasciatus* GOTTSCHICK, 1920
- Segmentina larteti* (NOULET, 1854)
- Planorbarius cornu mantelli* (DUNKER, 1848)
- Planorbarius sansaniensis* (NOULET, 1854)
- Vertigo callosa* (REUSS, 1860)
- Gastrocopta acuminata* (KLEIN, 1846)
- Gastrocopta suevica* (BOETTGER, 1889)
- Pupilla submuscorum* (GOTTSCHICK & WENZ, 1919)
- Vallonia lepida* (REUSS, 1852)
- Strobilops uniplicata plana* (CLESSIN, 1885)
- Succinea minima* KLEIN, 1853
- Limax* sp.
- Triptychia* sp.
- Serrulastra brandti* SCHÜTT, 1967
- Serrulastra ptycholarinx* (BOETTGER, 1877)
- Serrulella michelotti* (MICHAUD, 1862)
- Serrulella clessini* (BOETTGER, 1877)
- Cochlodina oppolinensis* NORDSIECK, 1981
- Nordsieckia pontica* LUEGER, 1981
- Nordsieckia fischeri* (MICHAUD, 1862)
- Laminifera* sp.
- Pseudoleacina kleiniana* (PILSBRY, 1909)



*Perforatella punctigera* (THOMAE, 1845)  
*Tropidomphalus (Pseudochloritis) zelli* (KURR, 1856)  
*Klikia coarctata* (KLEIN, 1853)  
*Cepaea* sp.

Amphibia et Reptilia, kétéltűek és hüllők  
 (VENCZEL & HÍR 2013)

Albanerpetontidae indet.

*Parahynobius* sp.

*Mertensiella* cf. *caucasica* (SANCHIZ & MLYNARSKI 1979)

*Salamandra* cf. *salamandra* (ESTES & HOFFSTETTER 1976)

*Lissotriton* cf. *rohersi* HERRE, 1955

*Triturus* cf. *marmoratus* RAFINESQUE, 1815

*Latonia gigantea* (LARTET, 1851)

*Palaeobatrachus* cf. *hiri* VENCZEL, 2004

*Pelobates* cf. *sanchizi* VENCZEL, 2004

*Bufo* cf. *viridis* LAURENTI, 1768

*Hyla* cf. *arborea* LAURENTI, 1768

Lacertidae indet. sp. 1

*Ophisaurus* cf. *spinari* KLEMBARA, 1979

*Pseudopus* sp.

*Chalcides* cf. *ocellatus* LAURENTI, 1768

Scincidae indet.

Scolecophidia indet.

“*Coluber*” *pouchetii* (DE ROCHEBRUNE, 1880)

Colubrinae indet. sp. 2

Colubrinae indet. sp. 3

*Vipera* sp. (*Vipera aspis* complex)

Eulipotyphla, rovarévők HÍR ET AL. (2016)

*Schizogalerix voesendorfensis* RABEDER, 1973

*Crusafontina* cf. *exulta* (FRANZEN et al 2003)

Soricidae gen.et sp. indet.

*Proscapanus* sp.

*Talpa* sp.

*Desmanella* sp.

Lagomorpha et Rodentia, nyúl alakúak és rágcsálók (HÍR & KÓKAY 2010) javított

*Eurolagus fontannesii* (DÉPÉRET, 1887)

*Trogontherium minutum* (VON MEYER, 1838)

*Neopetes* sp.

*Muscardinus* sp.

*Paraglitirulus werenfelsi* ENGESSER, 1972

*Myoglis meini* BAUDELLOT, 1965

*Glis vallesiensis* AGUSTI, 1981

*Eomyops oppligeri* ENGESSER, 1972

*Keramidomys mohleri* ENGESSER, 1972

*Megacricetodon minutus* DAXNER, 1967

*Eumyarion medius* (LARTET, 1851)

*Collimys dobosi* HÍR, 2005

*Microtocricetus molassicus* FAHLBUSCH & MAYR, 1975

*Anomalomys gaudryi* GAILLARD, 1900

#### 4. Összefoglalás

A Felsőtárkányi-medencében 2000 és 2007 között végzett őslénytani gyűjtőmunka számos részlettel gazdagította ismereteinket a Pannon-medencében a késői szarmata korszak során lezajlott faunisztikai és ökoszisztémái változásokról.

A Felsőtárkányi-medence faunáinak a késői szarmatába sorolása mellett több alkalommal is érveltem HÍR (2003, 2006), HÍR & KÓKAY (2010), HÍR ET AL. (2016, 2017). Álláspontomat PRIETO ET AL. (2010, 2014) is átvették. A *Hippotherium* megjelenését közvetlenül megelőző -késői MN 7+8 időszak-leletegyütteseit AGUSTI ET AL. (2005) „pre-vallesian” faunáknak nevezik, mivel egyes felső miocén faunaelemek itt már megjelennek, pl. a sokáig az MN9 zónára jellemző faunaelemnek tartott *Microtocricetus molassicus*. A *Collimys* és a *Microtocricetus* együttes előfordulása időben megelőzte a *Hippotherium* dátumot. Ezt KIRSCHER ET AL. (2016) igazolták a Hammerschmiede-i lelőhely részletes vizsgálatával.

A tanulmányozott leletegyüttesek egyértelműen a klíma fokozatos humidabbá válását jelzik. A Felsőtárkány-Felnémet 2/3 faunában még jelentős az arid klímát jelző „*Cricetodon*”-ok részaránya. A „Gödör-kert” faunáiból ez a genus teljesen hiányzik és megnövekedik a humid, erdei környezetet kedvelő taxonok (eomyidák, pelék, repülő mókusok, valaminta hörcsögfélék közül az *Eumyarion* és a *Collimys*) részaránya. Ugyanezt a tendenciát írta le BÖHME & VASILYAN (2014) a Felsőtárkányi-medence herpetofaunái alapján (felhasználva VENCZEL & HÍR 2013 adatait). A felsőtárkányi makroflóra ugyancsak kifejezetten humid éghajlatot tükröz (ÉRDEI 1999).

## Irodalom

- AGUSTÍ, J., CASANOVAS-VILAR, I. & FURIÓ, M. 2005: Rodents, insectivores and chiropterans (Mammalia) from the Late Aragonian of Can Missert (Middle Miocene, Vallès-Penedès Basin, Spain).– *Geobios*, **38**: 575-583. DOI: 10.1016/j.geobios.2003.11.011
- ANDREÁNSZKY, G. 1958: *Die Flora der Sarmatischen Stufe in Ungarn*. – Akadémiai Kiadó, p. 5-360.
- ANDREÁNSZKY, G. & KOVÁCS, É. 1955: Gliederung und Ökologie der jüngeren Tertiärfloren Ungarns.– *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve. [Annals of the Hungarian Geological Institute]* **44**(1): 42-55.
- BALOGH, K. & RÓNAI, A. 1965: *Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L-34-III. Eger. [Explanations for the geological maps of Hungary]*. Magyar Állami Földtani Intézet, [Hungarian Geological Institute], p. 62.
- BÖHME, M. & VASILYAN, D. 2014: Ectothermic vertebrates from the late Middle Miocene of Gratkorn (Austria, Styria). – *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, **94**: 21-40. DOI: 10.1007/s12549-013-0143-7
- DAXNER-HÖCK, G. & HÖCK, É. 2015: *Rodentia neogenica. Catalogus Fossilium Austriae*.– Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, p. 1-158.
- DE BRUIJN, H., DAAMS, R., DAXNER-HÖCK, G., FAHLBUSCH, V., GINSBURG, L., MEIN, P. & MORALES, J: with the contribution of HEINZMANN, E., MAYHEW, D., VAN DER MEULEN, A., SCHMIDT-KITTLER, N. & TELLES ANTUNES, M. 1992: Report of the RCMNS working group on fossil mammals, Reisenburg 1990.– *Newsletters Stratigraphy*, **26** (2-3): 65 -118.
- ÉHÍK, GY. 1926: The right interpretation of the cheekteeth tubercles of Titanomys. – *Annales Musei Nationalis Hungarici*, **23**: 178-186.
- ENGESSER, B. 1972: *Die obermiozäne Säugetierfauna von Anwil (Baselland)*. – Inauguraldissertation zur Erlangung der Würde eines Doktors der Philosophie vorgelegt der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel. P. 1- 363.
- ERDEI, B. 1999: *Magyarországi szarmata flórák paleoökológiai és paleoklimatológiai vizsgálata. [Palaeoecological and palaeoclimatological investigation of Hungarian Sarmatian floras]*.– Thesis, p. 1-148. In Hungarian.
- ERDEI, B. & HÍR, J. 2002: Vegetation and climate reconstruction of Sarmatian (Middle Miocene) sites from NE and W Hungary.– *Acta Universitatis Carolinae – Geologica*, **46** (4): 75-84.
- FEJFAR, O. 1999: Microtoid Cricetids. In: RÖSSNER, G. & HEISSIG, K. (eds). *The Miocene land Mammals of Europe*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munich, 365-372.
- GARAPICH, A. 2002: An overview of Miocene rodents from Belchatow (Poland).– *Folia Zoologica*, **51** (suppl. 1): 59-66.
- HABLY, L. 2013: The Late Miocene Flora of Hungary.– *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica*, **56**: 1-104.
- HÍR, J. 2001: New Middle Miocene rodent faunas from Northern Hungary.– *Lynx (Praha)* n. s.**32**: 107-122.
- HÍR, J. 2003: The Middle Miocene (Late Astaracian, MN7/8) Rodent Fauna of Felsőtárkány 3/2 (Hungary).– *Acta Palaeontologica Romaniaae*, **V.4**:125-136.
- HÍR, J. 2006: Late Astaracian (Late Sarmatian) Lagomorphs and Rodents from Felsőtárkány – Felnémet (Northern Hungary).– *Beiträge zur Paläontologie*, **30**: 155-173.
- HÍR, J. 2007: *Cricetodon klariankae* n. sp. (Cricetodontini, Rodentia) from Felsőtárkány Felnémet (Northern Hungary). *Fragmenta Palaeontologica Hungarica*, **24-25**: 15-24.
- HÍR, J. & KÓKAY, J. 2009: Middle Miocene molluscs, lagomorphs and rodents from Felsőtárkány 1 and 2.– *Fragmenta Palaeontologica Hungarica*, **27**: 81-92.
- HÍR, J. & KÓKAY, J. 2010: A systematic study of the middle –late Miocene rodents and lagomorphs (Mammalia) of Felsőtárkány 3/8 and 3/10 (Northern Hungary) with stratigraphical relations.– *Geodiversitas*, **32** (2): 307 -329
- HÍR, J., VENCZEL, M., CODREA, V., ANGELONE, CH., VAN DEN HOEK OSTENDE, L., KIRSCHER, U. & PRIETO, J. 2016: Badenian and Sarmatian s. str. from Carpathian area: Overview and ongoing research on Hungarian and Romanian small vertebrate evolution.– *Comptes Rendus Palevol*, **15**: 863-875. DOI: 10.1016/j.crpv.2016.08.001
- HÍR, J., VENCZEL, M., CODREA, V., RÖSSNER, G., ANGELONE, CH., VAN DEN HOEK OSTEND, L., ROSINA, V., KIRSCHER, U. & PRIETO J. 2017: Badenian and Sarmatian s.str. from the Carpathian area: Taxonomic notes concerning the Hungarian and Romanian small vertebrates and report on the Ruminants from the primate bearing Felsőtárkány Basin. – *Comptes Rendus Palevol*, **16**: 312-332. DOI: 10.1016/j.crpv.2016.11.006
- HUTCHINSON, M. & BEGUN, D. 2006: A sedimentological review of the Pannonian Basin late middle Miocene fossil primate locality at Felsőtárkány, Hungary.– *Geophysical Research Abstract*, **8**: 04406.
- HUTCHINSON, M. & BEGUN, D. 2008: *A palaeoenvironmental Reconstruction of the late middle Miocene Fossil Primate Locality of Felsőtárkány, Hungary*.– Manuscript, University of Toronto, Department of Anthropology, p. 1-43.
- KÁLIN, D. & ENGESSER, B. 2001: Die jungmiozäne Säugetierfauna vom Nebelbergweg bei Nunningen (Kt. Solothurn, Schweiz).– *Schweizerische Paläontologische Abhandlungen* **121**: 1-61.
- KESSLER, E. 2013: *A Kárpát-medence madárvilágának őslénytani kézikönyve. [Palaeornithological handbook of the Carpathian Basin]*.– Könyvműhely, Miskolc, p. 1-458. In Hungarian.

- KESSLER, J. & HÍR, J. 2012a: Észak-Magyarország madárvilága a miocénben I. rész. [The avifauna in North Hungary during the Miocene. Part I.] – *Földtani Közlöny [Bulletin of the Hungarian Geological Society]*, **142** (1): 67-78.
- KESSLER, J. & HÍR, J. 2012b: Észak-Magyarország madárvilága a miocénben II. rész. [The avifauna in North Hungary during the Miocene Part II.] – *Földtani Közlöny [Bulletin of the Hungarian Geological Society]*, **142** (2): 149-168.
- KIRSCHER, V., PRIETO, J., BACHTADSE, V., ABDUL-AZIZ, H., DOPPLER, G., HAGMAIER, M. & BÖHME, M. 2016: A biochronologic tie-point for the base of the Tortonian stage in European terrestrial settings: Magnetostratigraphy of the topmost Upper Freshwater Molasse sediments of the North Alpine Foreland Basin in Bavaria (Germany). – *Newsletters on Stratigraphy*, **49**(3): 445-467. DOI: 10.1127/nos/2016/0288
- KOWALSKI, K. 1997: Gliridae (Mammalia, Rodentia) from the Miocene of Belchatow in Poland. – *Acta zoologica cracoviensia*, **40** (2): 173-198.
- KRETZOI, M. 1982: *Fontosabb szörványleletek a MÁFI gerinces gyűjteményében. 7. Közlemény.* [Wichtigere Streufunde aus der wirbeltierpaläontologischen sammlung der Ungarischen Geologischen Anstalt.] – A Magyar Állami Földtani intézet Jelentése az 1980. évről [Annual Report of the Hungarian Geological Institute on 1980], p. 385-394. In Hungarian with German abstract.
- MEIN, P. 1999: *European Miocene Mammal Biochronology.* – In: RÖSSNER G. & HEISSIG K. (eds): *The Miocene Land Mammals of Europe.* Verlag Dr. Friedrich Pfeil, p. 25-38.
- NESIN, V. & KOWALSKI, K. 1997: Miocene Gliridae (Mammalia: Rodentia) from Grytsiv (Ukraine). – *Acta zoologica cracoviensia*, **41**(2), 209-222.
- PELIKÁN, P. (editor) 2005: *A Bükk hegység földtana [Geology of the Bükk Mountains].* – Magyar Állami Földtani Intézet [Hungarian Geological Institute], p. 1- 249.
- PRIETO, J., BÖHME, M. & GROSS, M. 2010: The cricetid rodents from Gratkorn (Austria, Styria): a benchmark locality for the continental Sarmatian sensu stricto (late Middle Miocene) in the Central Paratethys. – *Geologica Carpathica*, **61**(5): 419-436. DOI: 10.2478/v10096-010-0025-0
- PRIETO, J., ANGELONE, CH., CASANOVAS-VILAR, I., GROSS, M., HÍR, J., VAN DEN HOEK OSTENDE, L., MAUL, L. & VASILYAN, D. 2014: The small mammals from Gratkorn: an overview. – *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironment*, **94**(1): 135-162. DOI: 10.1007/s12549-013-0147-3
- SCHRÉTER, Z. 1913: *Eger környékének földtani viszonyai.* [The geology of the surroundings of Eger]. – A Magyar Királyi földtani Intézet Jelentése az 1912. évről. [Annual Report of the Hungarian Royal Geological Institute on 1912]: 130-149. In Hungarian.
- SÜMEGHY, J. 1923: Felsőtárkány környékének hamadkori faunája. [Über die tertiäre Fauna der Umgebung von Felsőtárkány] – *Földtani Közlöny [Bulletin of the Hungarian Geological Society]*, **53**: 97-99 Hun., 156-158. Ger.
- SÜMEGHY, J. 1924: Szarmatakorú csigafaunák a Máttra meg a Bükk aljából. [Sarmatische Schneckenfaunen am Fusse d. Máttra und Bükk Gebirges]. – *Földtani Közlöny [Bulletin of the Hungarian Geological Society]*, **54**: 59-64. Hun., 177-181. Ger.
- SZUROMI-KÖRECS, A. & NAGY-BODOR, E. 2004: *Új adatok a Felsőtárkány-Felnémet környéki miocén öskörnyezeti rekonstrukciójához Sporomorpha és Ostracoda vizsgálatok alapján.* – 7. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés, Beremend [7<sup>th</sup> Annual Meeting of Hungarian Palaeontologists]. 2004 május 6-8. Előadáskivonatok. 25. In Hungarian.
- VENCZEL, M. & HÍR, J. 2013: Amphibians and Squamates from the Miocene of Felsőtárkány Basin, N-Hungary. – *Palaeontographica*, Abt. A: **300** (1-6): 117-158.



# Kivételes megtartású mikrofossziliák Csővár triász végi rétegeiből

Karádi Viktor<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Őslénytani Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c; [karadi.viktor@ttk.elte.hu](mailto:karadi.viktor@ttk.elte.hu)

## 1. Bevezetés

A triász időszak nyílttengeri képződményeinek biosztratigráfiai alapú korhatározására a conodonták mellett a radiolariák képviselik a legalkalmasabb mikrofosszília csoportot. A mikropaleontológia fejlődésével az 1980-as évektől kezdve a radiolariák vizsgálata és a radiolaria biozonációs sémák kialakítása is egyre nagyobb hangsúlyt kapott, bár elsősorban a jura és a kréta időszakok faunái kerültek a kutatások fókuszába (pl. BAUMGARTNER *ET AL.* 1995). A triász radiolariák tanulmányozása ekkor még némiképp visszafogottabb ütemben zajlott, elsősorban talán azért, mert a kőzetekből egyszerűbb volt kinyerni a triászban még előforduló, a diagenetikus hatásokkal szemben jóval ellenállóbb conodontákat. A kovavázu radiolariák nagyon gyakran átkalcitosodnak a kőzetté válás folyamata során, így ilyen esetben a karbonátos kőzetekből lehetetlen izolált példányokat kinyerni. A triász kutatások tehát eleinte zömében a radiolariák tömeges felhalmozódásából kialakult kőzeteket, a radiolaritokat vették górcső alá. Radiolaritok a triászban széleskörben képződtek a késő anisusi–kora ladin időintervallumban, míg a karni középső szakaszán és a rhaetiben földrajzilag sokkal szűkebb területre korlátozódtak (GAWLICK *ET AL.* 2014). A radiolarit képződési események között bizonyos szinteken kovás mészkövek tartalmazhatnak kiváló megtartású, esetenként sosem látott diverzitású radiolaria együtteseket (pl. OZSVÁRT *ET AL.* 2019). Ezek a nagy jelentőségű előfordulások pontszerűnek tekinthetők és megtalálásuk leginkább a szerencse függvénye, precíz kalibrálásukhoz pedig szükség van egy másik fosszília csoportra.

Jelen kutatás egy nemrégiben indult projekt keretében valósul meg, melynek témaválasztását

a következő megállapítások indokolták. 1) A legutóbbi, Neotethysre vonatkozó, részletes diszkussziót tartalmazó ammonitesz-conodontaradiolaria integrált zonációs tanulmány több, mint 20 évvel ezelőtt jelent meg (KOZUR 2003). A legújabb kutatások adataival ezt a zonációs sémát szükségszerű kiegészíteni, pontosítani. 2) A disztális, óceáni régióban lerakódott triász képződményekben a conodonták igen ritkák, gyakran csak pontos korhatározásra alkalmatlan töredékes vagy juvenilis példányok fordulnak elő. Ott a biosztratigráfiai munkák alapját mindenképpen a gazdag radiolaria faunák adják, melyek használata azonban kalibrálás nélkül bizonytalanságokkal terhelt. 3) A Veszprémi-fennsík és a Duna-balparti rögök területén a közelmúltban sikerült olyan kovás mészkőrétegeket találni, melyekben együtt fordul elő kivételes megtartású radiolaria és conodonta fauna. Ez lehetőséget biztosít a két fosszília csoport együttes vizsgálatára és a radiolaria fauna korának conodontákkal történő kalibrálására.

Az alábbiakban a csővári rög területéről előkerült kivételes megtartású mikrofosszília együttes előzetes eredményeit mutatom be.

## 2. Anyag és módszer

A minták a Csővár Csv-1 jelű fúrásból, valamint a Pokol-völgyben, a csővári nagy köfjítő közelében található felszíni kibúváskövekből származnak. A kőzeteket alapvetően conodonta biosztratigráfiai céllal gyűjtöttem. Feltárásuk az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Őslénytani Tanszékének preparáló laboratóriumában történt. Az oldáshoz 10%-os forró ecetsavat használtam. Az oldási maradékot 63 µm lyukátmérőjű szitán gyűjtöttem össze, majd nehézfolyadékos leválasztás nélkül, mikroszkóp alatt néztem át.

A fossziliákat manuálisan, ecsettel válogattam. A példányokról a pásztázó elektronmikroszkópos felvételek a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárában készültek.

### 3. Eredmények

A fúrás conodontára vizsgált, 622 m hosszú szakasza a késő karni–késő rhaeti időintervallumot reprezentálja (KARÁDI & KORTE 2023), de kitűnő megtartású radiolariák mind a fúrás, mind pedig a felszíni kibúvások esetén csak a felső rhaeti mintákból kerültek elő. A conodonta faunát a *Misikella hernsteini*, *M. posthernsteini*, *M. kolarae*, *M. rhaetica*, *M. koessenensis*, *M. kovacsi*, *M. ultima*, *Oncodella paucidentata* és *Zieglericonus rhaeticus* fajok képviselik. Ez az együttes a *Misikella ultima* Zónát jelzi.

A radiolaria fauna fajszintű határozása még folyamatban van, de első ránézésre is látszik, hogy az együttest zömében a Spumellaria rendbe tartozó formák dominálják a Nassellaria rend képviselőivel szemben. A pontosabb határozás után érdemes lesz összevetni az eredményeket más szelvényekből származó irodalmi adatokkal is, mert a conodonta zonációval meg támogatott radiolaria előfordulások talán segíthetnek pontosítani egyes taxonok időbeli elterjedését, így járulva hozzá az integrált zonációs séma fejlesztéséhez.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-24-4-II-ELTE-446 kódszámú Egyetemi Kiválósági Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával, valamint a Hantken Miksa Alapítvány támogatásával valósult meg.

### Irodalom

- BAUMGARTNER, P. O., O'DOHERTY, L., GORIČAN, Š., URQUHART, E., PILLEVUIT, A. & DE WEVER, P. 1995: Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, Systematics, Biochronology. – *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, **23**: 1172 pp.
- GAWLICK, H.-J., SUZUKI, H. & MISSONI, S. 2014: Triassic-Jurassic radiolarite events in the western Neotethyan realm. – *19th International Sedimentological Congress, Abstracts Book*, p. 238.
- KARÁDI, V. & KORTE, C. 2023: Upper Carnian to Rhaetian (Upper Triassic) conodont and carbon-isotope stratigraphy of the Csővár borehole succession, Hungary. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **630**: 111792.
- KOZUR, H. W. 2003: Integrated ammonoid-, conodont and radiolarian zonation of the Triassic. – *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften*, **B25**: 49–79.
- OZSVÁRT, P., DUMITRICA, P. & MOIX, P. 2019: New early Late Carnian (Upper Triassic) radiolarians from the Pindos-Huğlu succession of the South-Taurides ophiolite belt. – *Swiss Journal of Geosciences*, **112**: 251–266.

# A Paleogén-medence kaolinites homokköveinek ásvány- kőzettani és geokémiai vizsgálata Sárísáp és Bajna környékén

Kónya P.<sup>1</sup>, Kericsmár Zs.<sup>1</sup>, Cseresznyés D.<sup>1</sup>, Besnyi A.<sup>1</sup>, Kocsisné Bodnár N.<sup>1</sup>, Miklós D. G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága, Földtani Szolgálat, 1143 Budapest, Stefánia út 14.  
[peter.konya@sztfh.hu](mailto:peter.konya@sztfh.hu)

<sup>2</sup> Magyar Nemzeti Múzeum Közgyűjteményi Központ, Nemzeti Régészeti Intézet, 1113 Budapest, Daróczi út 3.

## 1. Bevezetés

A Sárísáp és Bajna környéki kaolinites homokkövek a 19. sz. végi és a 20. sz. eleji szénkutató fúrások és térképezések során kerültek a figyelem középpontjába. A néhány évtizedes bányászat Bajnán az 1980-as években teljesen megszűnt, Sárísápon pedig időszakos művelésre álltak át.

Az utóbbi évek gazdasági változásának eredményeként indítottuk el 2022-ben a Dunántúli-középhegység ÉK-i részén található kaolinites homokkő részletes újvizsgálatát.

Az utolsó, MUNTYÁN *ET AL.* (1985) által készített kaolinprognózis a teljes 1100 km<sup>2</sup>-es területről (Esztergomtól Oroszlányig) csupán 20 db fúrást és két feltárást jelölt ki részletesebb elemzésekre, azonban ezek kevés adattal szolgáltak. A jelenlegi kutatásunkban pontosítjuk a homokkő összlet kiterjedését, vastagságát, minőségét, ösföldrajzi- és genetikai kapcsolatait. Újra áttekintjük a területre eső fúrási naplókat, mintákat veszünk fázisanalitikai és kémiai elemzésekre a magmintaraktárakban elérhető fúrások maganyagából. A kutatásokkal egy időben zajlik a Dorogi-medence földtani térképezése, mely során pontosítjuk a terület eocén-oligocén rétegsorának genetikáját és rétegtani helyzetét is.

## 2. Földtani háttér

A kaolinites homokkövek fekvésében települő mezozoos alaphegység a kréta végén kiemelkedett, rögökre szakadt szét, az eocén elején lepusztult, karsztosodott. A középső eocén transzgressziót megelőzően szárazföldi, folyóvízi és tavi durva-, és finomszemcsés törmelékes sorozatok (Dorogi F., Bajnai T.) képződtek, köztük nagyobb vastagságú kaoli-

nites agyag és homok, amelyek a Gerecse DNy-i és a Vértes ÉNy-i térségében a szételepek fekvését jelentik.

A bartoni végén sziliciklasztos törmelék áramlott a medencékbe (agyagmárga, márga, meszes homokkő, homok szén és szenes agyag rétegsorokat hozott létre - Tokodi F.) (KERCSMÁR 2018). A homokkő földpáttartalma elmállott, így jött létre a kaolinites homokkő. A Bajna település északi részén található kaolinites homokkövek egy része valószínűleg eocén korú, és a Dorogi F-ba sorolható.

Az késő eocén – kora oligocén időszakban a mezozoos rétegsorok ismét denudációs felszínre váltak. A kora oligocénben újból megindult a felszínre került triász karbonátok karsztosodása. Ennek következtében az eocén rétegsor kaolinites rétegei (főként a Dorogi F.) újból lepusztulnak és áthalmozódnak. A kaolinites homok a Dachsteini Mész-kő hasadékaiban, paleokarsztosodott járatrendsze-rében és töbreiben szárazföldi környezetben, majd ismételt süllyedéssel folyóvízi környezetben halmozódott fel (sárísápi bánya rétegsorai, Sárísáp környéki fúrások, Bajna környéki fúrások nagy része). Az újabb paleogén üledékciklus bázisrétegeként meghatározott, szárazföldi karsztkitöltésként jelentkező kaolinites, bauxitos és kavicsos homokkővet KERCSMÁR *ET AL.* (2022) a környező fúrások rétegsorait is figyelembe véve, valamint megtalálva a képződmény Törökbálinti Homokkő Mányi Tagozatába tartozó szenes agyagos fedőjét, a Csatkai Kavics F-ba sorolta. Korábban az oligocén korú homokkőves képződményeket a „nem típusos” Hárshgyi Homokkő F-hoz sorolták (KORPÁS 1981, BÁLDI 1983 és MUNTYÁN *ET AL.* 1985). Később fúrások



és rétegtani megfontolások alapján BERNHARDT & INCE (1989), valamint a Gerecse földtani térképezésének eredményeként SELMECZI (2018) ezeknek a rétegsoroknak a kaolinites részét a Csatkai Formáció Sárísápi Tagozataként különítette el. Aktuális rétegtani vitát jelent, hogy az új litosztratigráfiai kötetben az MTA Magyar Rétegtani Bizottságának Paleogén Munkacsoportja a kaolinites homokkő és tűzálló agyag rétegekként definiált Sárísápi Tagozatot továbbra is a Hárshegyi Homokkő Formáció alsó részére helyezi (NAGYMAROSY & SZTANÓ 2023).

### 3. Módszertan

A *röntgendiffrakciós* felvételeket Bruker D2 Phaser diffraktométerrel végeztük (CuK $\alpha$ , 30 kV, 10 mA, LynxEye detektor, Bragg-Brentano geometria, Theta/Theta mód).

A *termoanalitikai* vizsgálatokat Netzsch STA 449 F5 Jupiter automata mintaváltós műszeren készülték (TG, DSC), korund tégelyben, 1100 °C-ig 10 °C/perc felfűtési sebességgel készülték, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> inert anyaggal 50 mg minta bemérésével.

Az *infravörös spektroszkópiai* vizsgálatok (ATR-FTIR) során gyengített totálreflexiós infravörös spektrometriai módszert (egyreflexiós Bruker Platinum ATR feltétellel felszerelt Bruker Vertex 70 infravörös spektrométer) használtunk.

Az *iszapolás* során kapott szuszpenziót 63  $\mu$ m-es szitán mostuk át Atterberghengerekbe 2  $\mu$ m alatti, 2-30  $\mu$ m és 30-63  $\mu$ m közötti leválasztás céljából.

A *szemcseméret* eloszlás meghatározására a 2-63  $\mu$ m szemcsetartományban a Köhn-féle módszert, a 63  $\mu$ m fölötti szemcsék elkülönítésére szitasort alkalmaztunk.

A *fő- és nyomelemek* meghatározása LiBO<sub>2</sub> feltárással Jobin Yvon ULTIMA 2C ICP-OES és Perkin-Elmer NexION 1000 ICP-MS készüléken történt.

*Nehézásvány* vizsgálatokhoz 5 db sárísápi és 5 db Bnt-6 fúrásmintát használtunk. A 63–125  $\mu$ m frakció nehézásvány leválasztást gravitációs úton, leválasztó tölcserben, nátrium polivolfurát felhasználásával végeztük (MANGE & WRIGHT 2007).

## 4. Eredmények

### 4.1. Sárísápi kaolinbánya és fúrások

*Kaolinbánya:* A bánya északi és déli részéről vett kaolinites homokkő fehér, fehéres-szürke színű, tömött, durva- és finomszemcsés, apró kavicsos, melyben elszórtan kevésbé kavicsos részek találhatók. Cementáló anyaguk: hófehér, porszerű megjelenésű kaolinit.

A déli bányafal homokkővében élénkzöld, tömött, könnyen törhető, morzsalékos, nedvesen plasztikus repedéskitöltő agyag, valamint elszórtan pirit/markazitkonkréciók figyelhetők meg.

A déli bányafal K-i részén tárul fel a kaolinites homokkő felszínen eddig ismeretlen közvetlen fedő rétegsora. A kaolinites homokkő felső szakasza ezen a részen egyre jobban rétegzett, szürke, barnásszürke színű.

A kaolinites homokkő uralkodó ásványa a kvarc, mellette csökkenő sorrendben kaolinit, majd csillám, sziderit, pirit, anatóz és rutil jelennek meg. Karbonátásványt csupán egy minta tartalmazott nyomnyi mennyiségben.

*Fúrások:* Az S-26 és az S-27 fúrások a kaolinprognózis szerint (MUNTYÁN ET AL. 1985) nem tartalmaznak kaolinites homokkövet. Mintákat a fúrások azon rétegeiből vettünk, melyek leírása közel áll a kaolinites homokkővek megjelenéséhez. A fúrásokból korábban semmilyen elemzés nem történt. Mindkét fúrás eocén rétegeiben (szürke homokos márga – S-26, fehéres-, világosszürke, csillámos, agyagos homok – S-27) sikerült kimutatni kaolinit tartalmú rétegeket.

Az S-49 sz. fúrásban az előbbieket ellentétben MUNTYÁN ET AL. (1985) szerint 300-400 m mélységek között körülbelül 30 m vastag kaolinites homokkő települ. A 265,0-414,8 m közötti magszakaszból 25 db elsősorban fehér, világosszürke, szürke színű homok, kisebb részben homokkő és kavicsmintákat gyűjtöttünk. A röntgendiffrakciós vizsgálatok szerint kaolinit csupán néhány rétegben jelenik meg, maximálisan 3,2% mennyiségben.

#### 4.2. Bajna környéki fúrások

Részletesen a Bnt-1a, Bnt-6, Bn-160, Bn-161 és Bn-171 fúrásokat vizsgáltuk. A kaolinites homokkő fehér, fehéresszürke, világosszürke, ritkán vörös foltokkal vagy lilásvörös árnyalattal (Bnt-6 134,4-135,0 m). Rétegzetlen, egyenetlen törésű, általában finomszemcsés, ritkábban közpszemű, elvértve durvaszemcsés kvarc-, kisebb mennyiségben kvarcit szemcsékből épül fel. Rendszerint tömött, de könnyen törhető. Általában mészmentes, elvértve azonban karbonátosan cementált, kemény (Bnt-1a: 296,4-296,6, 300,9-301,1 és 314,4-314,6 m). A Bnt-6 és Bn-161 fúrásban az alapanyagban elszórtan általában 2-6, ritkábban 6-8 mm-es, a Bn-171 fúrásban akár 10 mm-es kavicsok is találhatóak.

A kaolinites homokkő uralkodó ásványa a kvarc, mellette csökkenő sorrendben kaolinit, csillám, sziderit, anatóz és rutil jelenik meg. Kalcit, kálföldpát és pirit néhány mintában, hematit és gothit csak a vörösgyagyas magmintában volt kimutatható (Bnt-1a 292,0-292,2 m és Bn-171 80,5-83,5 m).

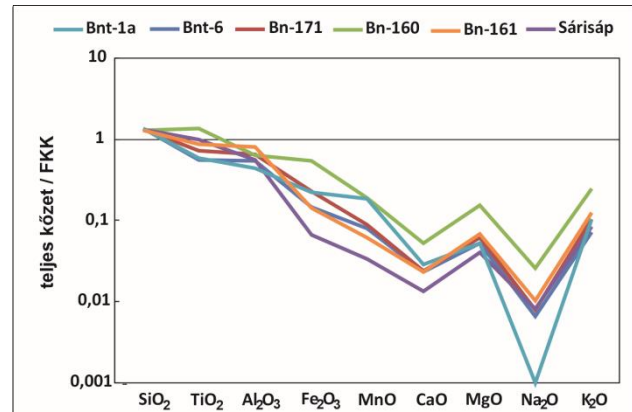
#### 4.3. Geokémia

A korábbi irodalmak (pl. BIHARI & DRAZSDIK 1987) a kaolinites homokkő kémiai összetételét a Bnt-1a és a Bnt-6 fúrásokban a 0,06 mm alatti és feletti frakción is vizsgálták (összesen kb. 100 db minta), de csak néhány főelem mennyiségét határozták meg.

2022-2024 évek között a sárisápi bányából, a Bnt-1a, a Bnt-6 és a Bn-161 fúrásokból végeztünk teljes (fő- és nyomelemek) kémiai elemzéseket. A Bn-160 és a Bn-171 fúrásokból még csak főelemzések készültek.

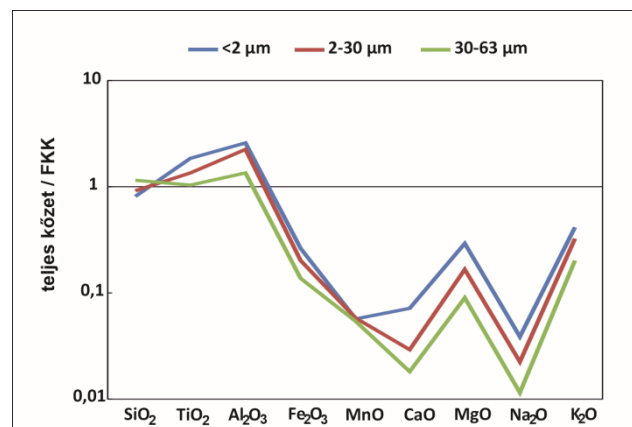
A nyers kaolinites homokkövekben a SiO<sub>2</sub> dúsulást mutat a felső kontinentális kéreg (FKK) átlagértékhez képest (1. ábra), a TiO<sub>2</sub> általában kismértékben dúsul. Negatív anomália a CaO-nál és a Na<sub>2</sub>O-nál látható, mely a plagioklászok és a karbonátok hiányával hozható összefüggésbe. A MgO és a K<sub>2</sub>O pozitív anomáliáját a csillámtartalom okozza. A Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>t, CaO, MgO, MnO mennyiségi változása jól korrelál a sziderittartalommal, tehát ezen elemek az ásvány kristályszerkezetébe épülnek be. Ezt támasztják alá a röntgendiffrakciós

felvételeken a sziderit legnagyobb intenzitású csúcsának eltolódásai.



1. ábra: A kaolinites homokkövek felső kontinentális kéreg (FKK – MCLENNAN 2001) átlagos összetételére normált főelem eloszlása (átlagos összetétel).

Az iszapolt minták (<2, 2-30 és 30-63 μm) illómentes összetételét az FKK átlagos összetételéhez viszonyítva (2. ábra) általánosan megállapítható, hogy a szemcsenagyság növekedésével – az SiO<sub>2</sub> kivételével – az egyes főelemek koncentrációjában csökkenő tendencia figyelhető meg.



2. ábra: A Bnt-6 fúrás iszapolt kaolinites homokköveinek felső kontinentális kéreg (FKK – MCLENNAN 2001) átlagos összetételére normált főelem eloszlása (minták átlaga).

A SiO<sub>2</sub>, a szemcsenagyság növekedésével, kismértékű dúsulást mutat. A TiO<sub>2</sub> és az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, a különböző frakciók esetében dúsulással jellemezhetőek, ugyanakkor a szemcsenagyság növekedésével, ezáltal pedig a kaolinitartalom csökkenésével a dúsulás egyre kisebb mértékű. A Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>t, MnO, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O és Na<sub>2</sub>O az FKK átlagos összetételéhez képest szegényedést mutat. Mindhárom szemcsefrakciónál a CaO és a Na<sub>2</sub>O esetében nagy negatív anomália

figyelhető meg (plagioklász és karbonátok hiánya). Erős pozitív anomáliát a  $K_2O$  és a  $MgO$  mutat a mintákban megjelenő csillámok miatt.

A homokkövek főelemösszetételét felhasználva mállási indexeket (CIA, CIW és ICV) számoltunk. Néhány fő- ( $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ ), valamint nyomelem (pl. Ni, Zr, Th, Co, La, Sc, V és Y) abszolút vagy relatív mennyiségével pedig a forrásterület kőzeteinek kémiai összetételét jellemeztük.

#### 4.4. Nehézasvány vizsgálatok

A kaolinites homokkövek hasonló könnyű- és nehézasvány összetételekkel rendelkeznek. A könnyűasványok között a monokristályos kvarc, ritkábban pedig a polikristályos kvarc, a kvarcit és a földpát jelennek meg a mintákban. A nehézasványok között az opak ásványok dominálnak, mellettük kisebb mennyiséget képviselnek az áttetsző nehézasványok. Ez utóbbiak között elsősorban a ZTR fázisok és a titanit dominálnak.

### 5. Összefoglalás

A kaolinit eredetileg a földpátok átalakulásával keletkezett, a fedőben megjelenő kőszéntelegek szerves maradványainak bomlása miatt savassá vált környezetben. A lehordási terület intenzív kémiai mállását a földpátok jelentős és/vagy teljes átalakulása, a kaolinit, mint uralkodó agyagásvány mennyisége, a magas CIA és CIW értékek jelzik. A sziderit és a pirit megjelenése redukzív képződési feltételeket jelez.

A homokkövek döntő része trópusi, szubhumid éghajlatú területen keletkezett. Az  $Al_2O_3/TiO_2$  arány, a Ni- $TiO_2$ , a  $TiO_2-Zr$ , a Th/Co-La/Sc diagramok alapján a homokkövek forráskőzete savanyú (felzikus) összetételű. A La-Th-Sc, Co/V-Y/Ni, Co/Th-La/Sc diagramok szerint a forráskőzet gránit és/vagy granodiorit lehetett, melyhez csak kis mennyiségben keveredtek intermedier vulkáni anyagok (pl. Sárísáp). A lehordási területnek a Veporikum déli előterében található, mára eltemetett kristályos alaphegység tekinthető.

A vizsgálatok, valamint a földtani megfigyelések szerint a kaolinites homokkő sziliciklasztos törmeléke és a képződésben

található kaolinit is másodlagosan, feltehetően a középső eocén Dorogi F.-ből halmozódhatott át. Az áthalmozódás előtti autigén képződést mutatja a vermikuláris kaolinitkötegek megjelenése, valamint a kaolinit jó kristályossága. A kötegek feldarabolódása, valamint a kaolinitlemezek élének csipkészsége későbbi, rövid távú áthalmozódást jelez. A sajátalakú, ép szélű kaolinitlemezek kismértékű, hidrotermális hatás jelenlétére is utalhatnak.

### Irodalom

- BÁLDI T. 1983: *Oligocén és alsó-miocén formációk.* – Akadémiai Kiadó, Budapest, 291 pp.
- BERNHARDT B. & INCE SZ. 1998: *Az Északkelet-Dunántúl oligocén képződésének litosztratigráfiai tagolása.* –Kézirat, MÁFI Adattár, Geokomplex Kft., Miskolc, 50 p.
- BIHARI GY. & DRAZSDIK L. 1987: *Sárísápi kaolinos homokkő előfordulás összefoglaló földtani jelentése és készleteinek átértékelése.* – Kézirat, SZTFH Adattár, 33 p.
- GYALOG L. (szerk.) 2005: *Magyarország fedett földtani térképéhez (az egységek rövid leírása).* –MÁFI, Budapest, 189 pp.
- KERC SMÁR ZS., BUDAI T., HÉJA G., KÓNIA P. 2022: Sárísáp, Kaolinbánya – infraoligocén denudáció, karsztosodás és kaolinites homokkő képződés a Dorogi-medence Ny-i peremvidékén. — In: PIROS O. & KERC SMÁR, Zs. (szerk.): *A jövő ösvényein.* — előadás-kivonatok, kirándulásvezető, Földtani és Geofizikai Vándorgyűlés, Budapest, 2022.október 14-16., Magyarhoni Földtani Társulat és Magyar Geofizikusok Egyesülete kiadványa. 77–81.
- KERC SMÁR ZS. 2018: Eocén. In: BUDAI T. (szerk.): *A Gerecse hegység földtana. Magyarországi a Gerecse hegység földtani térképéhez (1:50 000).* – MBFSZ kiadványa, Budapest, 57–106.
- KORPÁS L. 1981: *A Dunántúli - középhegység oligocén, alsó-miocén képződései.* — MÁFI Évkönyv 64.
- MANGE, M. A. & WRIGHT, D. T. 2007: *Heavy Minerals in use.* –Elsevier. 1283 pp.
- MCLENNAN, S. M. 2001: *Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust.* — *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 2, 24 pp.
- MUNTYÁN I., MUNTYÁN I.-NÉ, MUNTYÁN CS. 1985: *A Dunántúli-középhegység ÉK-i részének kaolinos homokkő prognózisa.* — Kézirat, SZTFH Adattár, Budapest, 167 pp.
- NAGYMAROSY A. & SZTANÓ O. 2023: Hárshegyi Homokkő Formáció. In: LESS GY., SZTANÓ O., KERC SMÁR ZS., FODOR L., LUKÁCS R. (szerk.) *Paleogén.* In: BABINSZKI E., PIROS O., CSILLAG G., FODOR L., GYALOG L., KERC SMÁR ZS., LESS GY., LUKÁCS R., SEBE K., SELMECZI I., SZEPESI J.,



SZTANÓ O. (szerk.) Magyarország litosztratigráfiai egységeinek rövid leírása II., Kainozoos képződmények, SZTFH, Budapest, p. 38. [https://sztfh.hu/downloads/foldtan/kainozoos\\_online.pdf](https://sztfh.hu/downloads/foldtan/kainozoos_online.pdf)

SELMECZI I. 2018: Oligocén. — In: BUDAI, T. (szerk.) *A Gerecse hegység földtana. Magyarázó a Gerecse hegység földtani térképéhez (1:50 000)*. — MBFSZ kiadványa, Budapest, 106–114.

# Ásványok Háza, természettudományi értékmentés a Mátrában

Magyar József Balázs<sup>1</sup>, Nagy Mária Eszter<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ásványok Háza Magángyűjtemény, 3211 Gyöngyösoroszi, Károlytáró Hrsz.: 703/14.  
[balazs.magyar@biocentrum.eu](mailto:balazs.magyar@biocentrum.eu)

## 1. Kincsek a Mátra szívében

A Mátra egyik legikonikusabb helyszínén, az egykori gyöngyösoroszi ércbánya mellett található az Ásványok Háza magángyűjtemény (1. ábra), amely egyedülálló módon őrzi és mutatja be a környék gazdag bányász múltját és ásványkincseit.



1. ábra: Az Ásványok Háza mai, felújított épülete  
 (fotó: Nagy Mária Eszter)

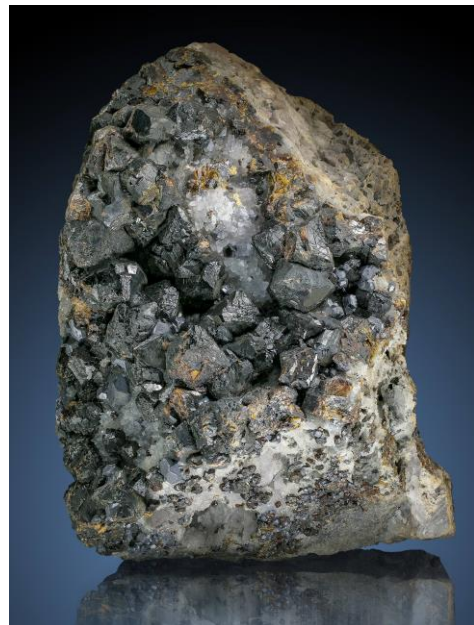
A kiállítás több, mint 4000 ásványpéldányt vonultat fel, ám célunk ennél sokkal több: szeretnénk átadni a geológia és bányászat iránti szenvedélyünket, megőrizni a múlt értékeit és új élményekkel gazdagítani a látogatókat.

Az Ásványok Háza így nem csupán egy statikus bemutatóhely, hanem a múlt értékeinek őrzője és továbbadója is.

## 2. Ércbányászat a területen

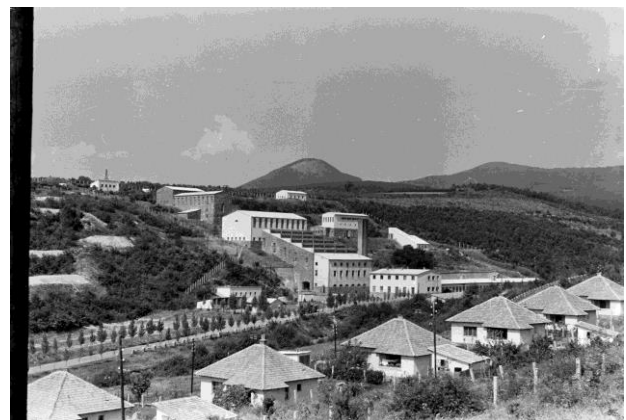
Gyöngyösorosziban főként ólom- és cinkércet bányásztak (2. ábra), amelyekben gyakran arany és ezüst is előfordult. Az itt bányászott ólomércet (galenit) főként az iparban, például akkumulátorok gyártásához használták fel. A cinkérc, más néven szfalerit, az egyik legfontosabb cinkforrás volt, amelyet számos

ipari alkalmazásban – például a rozsdamentes acél előállításában – hasznosítottak.



2. ábra: Galenit, szfalerit a gyöngyösoroszi ércbányából (fotó: Kupi László)

Gyöngyösoroszi ércbányászata a 20. század közepére ért el nagyüzemi méreteket. 1949-ben indult meg a modern bányászat az Ércbányászati Nemzeti Vállalat létrehozásával.



3. ábra: Az Ércelőkészítő üzem korabeli fotója  
 (forrás: Fortepan.hu)

Az ércdúsító üzem (3. ábra) 1952-ben készült el, és lehetővé tette az itt kitermelt érc feldolgozását. Itt az ércet aprítás és őrlés után különböző eljárásokkal – például gravitációs és flotációs dúsítással választották el a meddőtől. A korszerű szállító- és szellőztető berendezések, valamint a robbantásos fejtési technikák szintén hozzájárultak a hatékonyabb bányászathoz. Az üzem nagyban hozzájárult a bánya hatékony működéséhez egészen a 1980-as évekig.

Az ércelőkészítő működéséhez stabil vízellátásra volt szükség, amiért a víztározó megépítése elengedhetlenné vált. A tározó (4. ábra) biztosította a dúsítási folyamatokhoz szükséges vizet, amelyet a gravitációs és flotációs eljárások során használtak. A tározó emellett lehetővé tette a vízgazdálkodás kontrollálását, csökkentve az ércfeldolgozás környezeti terhelését. A víztározó létrehozása egyúttal a bánya infrastruktúrájának szerves része volt, hozzájárulva a bányászati műveletek hatékonyságához.



4. ábra: Gyöngyösesi víztározó mai formájában, 2022 (fotó: Nagy László)

Az 1980-as évek második felében a világpiaci színesfémárak drasztikus csökkenése miatt a bányászat veszteségesé vált. 1986-ban végleg bezárták a bányát, és azóta rekultivációs munkák folynak a területen.

Az egykori ércbányából számos gyönyörű ásvány került a felszínre, melyek közül sok megtekinthető a kiállításunkban (5. ábra).

Az Ásványok Háza ezért nem csak a természet kincseit mutatja be, hanem egyben tiszteleg a gyöngyösesi ércbányászat története előtt is.



5. ábra: Ametiszt, „Téli Mátra”, a gyöngyösesi ércbányából (fotó: Kupi László)

### 3. Az akkumulátorfeldolgozó

Az Ásványok Házának épülete eredetileg egy használt akkumulátorfeldolgozó üzemnek készült, amelynek terveit 1981-ben kezdte kidolgozni az Ipari Minisztérium.

Az építkezés az 1980-as évek második felében indult, de a gyöngyösesi ércbánya bezárása, valamint a helyi lakosság környezetvédelmi aggályai és a tiltakozások miatt félbemaradt. A környék ekkor már komoly környezeti terhelésnek volt kitéve, ezért az emberek attól tartottak, hogy egy újabb ipari üzem további károkat okozhat.

Pedig a feldolgozóüzemet korszerű, csúcstechnológiát alkalmazó osztrák és nyugatnémet cégek építették volna, komoly környezetvédelmi garanciákkal. Az építkezés azonban 1988-ban leállt, az épület pedig hosszú ideig üresen állt.



6. ábra: A használt akkumulátorfeldolgozó felújítás alatt, 2010 (fotó: Magyar Balázs)



A 2000-es évek elején sikerült megvásárolni a félkész épületet (6. ábra). Családi és baráti segítséggel, elkötelezettséggel láttunk neki a felújításnak, EU-s pályázatok segítségével modernizáltuk az épületet. Így született meg 2014-ben az Ásványok Háza, amely mára Magyarország egyik legnagyobb és legkülönlegesebb ásványgyűjteményének ad otthont (7. ábra).



7. ábra: A „HAF” és a kiállítás jelenlegi formájában, 2022 (fotó: Nagy László)

#### 4. A Szabó József Geológiai Technikum emlékezete

A kiállítás látványos eleme az előtérben elhelyezett 22 darab iskolai tábló, amelyek az egykori Szabó József Geológiai Technikum emlékét őrzik (8. ábra).

Az 1950-es években, amikor Magyarország nehéziparának és kohászatának fellendítése elengedhetetlenné vált, szükségessé vált a geológusok és bányamérnökök nagyobb létszámú képzése. Így indult el a középfokú geológiai oktatás, amelynek a Szabó József Geológiai

Technikum vált az egyik legfontosabb központjává (9. ábra). Az intézmény évtizedeken át formálta a magyar geológus szakma képviselőit, biztosítva az ipar fejlődéséhez szükséges szakembereket.



8. ábra: Tablók a Szabó József Geológiai Technikumból (fotó: Magyar Balázs)



9. ábra: A Szabó József Geológiai Technikum épülete, 1955 (fotó: Mozaikok a 60 éve alapított Szabó József Geológiai Technikumból)

Az iskola az 1990-es években megszűnt, épületei nem maradtak fent. A kiállítás előtérben megtekinthetők a technikum néhány relikviája, tablók, ballagási zászlók és szakkönyvek, amelyek az egykori diákok és tanárok emlékét őrzik (10. ábra). Az intézmény emlékének megőrzése számunkra különösen fontos, hiszen Magyar Balázs, az Ásványok Háza tulajdonosa maga is az 1960-as években a technikum hallgatója volt. A kiállításon keresztül lehetőséget nyújtunk a látogatóknak, hogy megismerjék a geológusképzés és a magyar ásványtudomány történetét, valamint az iskola hozzájárulását a szakma fejlődéséhez.



10. ábra: A Szabó József Geológiai Technikum emlékei  
(fotó: Magyar Balázs)

## 5. Az Ásványok Háza

Az Ásványok Háza összesen ötven év gyűjtőmunkájának gyümölcsét mutatja be: a teljes gyűjtemény nagyjából 12 000 darab ásványt tartalmaz, ebből a kiállításban jelenleg 4000 tekinthető meg, melyek nemcsak Magyarországról, hanem a Kárpát-medencéből és a világ számos különböző tájáról származnak. Ez a legnagyobb hazai ásványkiállítás (11. ábra).



11. ábra: Óvodások látogatása (fotó: Nagy Mária Eszter)

Az Ásványok Háza 2014. augusztus 19-én nyílt meg a nagyközönség részére, idén ünnepeltük a fennállásunk tizedik évfordulóját. A kezdetek óta folyamatosan alakult, bővült a gyűjtemény. 2018-ban került kialakításra az ásványrendszertani tárlat (12. ábra), akkor még csak körülbelül 300 ásványfajjal, melyek száma 2023-ra 750-re bővült. A 600 négyzetméteren elterülő állandó kiállítás célja, hogy szórakoztató és egyben oktató élményt nyújtson minden korosztály számára.



12. ábra: Ásványrendszertani összeállítás  
(fotó: Nagy Mária Eszter)

Kiállításunk több tematikus részre oszlik, bepillantást engedve a Mátra és Magyarország különböző tájegységeinek ásványkincs-gazdaságába. 2019-ben történt egy átrendezés, amikor az addigi inkább esztétikai alapú elrendezés átállt a lelőhelyek szerinti tematikára (13. ábra), ezzel egyidőben egy, a Mátra ásványait ismert és kevésbé ismert lelőhelyekről bemutató tárlat került berendezésre. 2021-ben egy Tokaji-hegység ásványait bemutató vitrinnel bővült a gyűjtemény, mellyel a ma is megtekinthető állapotát érte el a kiállítás. A kiállítóterem 600 m<sup>2</sup>-es területű, az ásványok 38 nagy és 8 db kisebb vitrinben (ásvány-rendszertani kiállítás), valamint az ezek közötti asztalokon, illetve a méretesebb példányok mellettük a padlón helyezkednek el. A kiállítás egyedisége, hogy több mint 100 kiállított példány kézzel is megtekinthető.



13. ábra: Átrendezett kiállítás (fotó: Nagy Mária Eszter)

A gyöngyöSOROSZI ércbányából származó ásványok bemutatása kiemelt helyet kapott.



Ezek között található a „Máttra Csillaga” névre keresztelt manganokalcit (14. ábra), amely 2015-ben Mátrafüreden elnyerte „Az ország legszebb ásványa” címet.



14. ábra: Manganokalcit, „Máttra Csillaga”, a gyöngyösoroszi ércbányából (fotó: Kupi László)

Az Ásványok Háza emellett nem csak egy statikus bemutató hely: interaktív játékokkal, tudásteszteléssel, megtapintható ásványokkal (15. ábra) ásványok vizsgálatával és tematikus foglalkozásokkal tesszük élményszerűvé az ismeretterjesztést. Különösen fontos számunkra az ismeretterjesztő tevékenység: kiállításunkban színes tájékoztatókkal, kiadványokkal, kvízekkel egyszerre tanulhatnak a hozzánk látogatók és tesztelhetik nálunk a tudásukat is. Minden alkalommal törekszünk arra, hogy kiállított anyagunk mennyiségben és minőségben is fejlődjön, és folyamatosan új élményeket kínáljunk a visszatérő vendégeknek.



15. ábra: Megtapintható ásványok (fotó: Nagy Mária Eszter)

Az elmúlt tíz év alatt számos saját rendezvénnyel, meghirdetett versennyel, egyedi ötlettel igyekeztük emelni a kiállítás színvonalát. Rajzversenyeket (16. ábra) és fotópályázatokat hirdettünk, részt vettünk külsős eseményeken (17. ábra), évente elkészítjük saját – a kiállítás ásványait bemutató – ásványnaptárunkat is.



16. ábra: Rajzverseny 2018-ban (fotó: Nagy Mária Eszter)



17. ábra: Földtudományos Forгатag 2022-ben (fotó: Nagy Mária Eszter)

A környékbeli közösséggel, iskolákkal igyekszünk jó kapcsolatot ápolni, hogy a régió geológiai és bányászati örökségét ne csak megőrizzük, hanem át is adjuk a fiatalabb generációknak. Az Ásványok Háza így egyszerre a természet, a tudomány és a Máttra múltjának őrzője és közvetítője.

## 6. Záró gondolatok

Az Ásványok Háza számunkra nem csupán egy kiállítás, hanem a múlt és a jelen közötti kapocs. Családi és baráti segítséggel, elkötelezettséggel építettük fel ezt a kincset a Máttra szívében, hogy bemutathassuk a



természet szépségét és a bányászmult örökségét. Büszkék vagyunk arra, hogy kiállításunk egyszerre tiszteleg a gyöngyösesorosi ércbányászat előtt és ad át ismereteket a geológia iránt érdeklődőknek. Célunk, hogy a következő generációk is megismerjék és továbbvigyék a földtudományok iránti szeretetet és tiszteletet.

Mindig arra törekszünk, hogy a kiállításunkat folyamatosan fejlesszük és bővítsük, új élményeket és ismereteket kínálva a látogatóknak. Reméljük, hogy az Ásványok Háza továbbra is a természet és a tudomány népszerűsítésének központja lesz, és minél több embert vonz a Mátra varázslatos vidékére (18. ábra).

### Irodalom

DR. IFJ. GAGYI PÁLFFY A. & PÁRKÁNYI I. 1971: A gyöngyösesorosi ércdúsítás gazdaságosságának fokozása, *Bányászati és Kohászati Lapok*, **104**: 28-29.



18. ábra: A gyöngyösesorosi ásványok előtt  
(fotó: Nagy Mária Eszter)

NAGY L. 2016: Gyöngyösesorosi ércbányászat története – *Geoda*, **2**: 4-20.

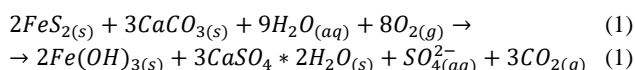
# Közetsavasodás intenzív folyamata semleges pH-n – Paradox jelenség a geokémiai egyensúlyban?

Móricz Ferenc<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nyersanyagkutató Földtudományi Intézet, Miskolci Egyetem, Miskolc-Egyetemváros, [ferenc.moricz@uni-miskolc.hu](mailto:ferenc.moricz@uni-miskolc.hu)

## 1. BEVEZETÉS

Az elmúlt két évtizedben a kőzet savasodása (Acid Rock Drainage – ARD) vált a szulfidos ércbányászat egyik legjelentősebb problémájává. A szulfid ásványok oxidációja, amely oxigénnel és vízzel érintkezve savas környezetet teremt és fokozott elem mobilizációt idéz elő, komoly kihívás elé állítja az iparágat. A cikk célja annak bizonyítása, hogy az ARD jelensége és annak kiváltója, a pirit oxidációja, pH-semleges környezetben is jelentős mértékben fennállhat. A tanulmány az alábbi egyenlet (1) segítségével kívánja igazolni, hogy a pirit oxidációja még akkor is jelen lehet, ha a környezet és a csurgalékvíz nem savasodik el, amennyiben megfelelő körülmények és semlegesítő ásványok is jelen vannak.

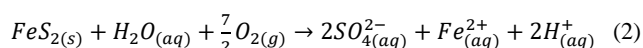


Az egyenlet alapján a bizonyítás akkor tekinthető megalapozottnak, ha sikerül kimutatni másodlagosan kiváló vas- és gipszfázisok jelenlétét, valamint mérhetővé válik a csurgalékvíz oldott szulfáttartalma. További kritériumok közé tartozik a gázanalízis során a karbonát bontódásából adódó széndioxid szintjének emelkedése, illetve a pirit oxidációjakor felhasznált oxigénkoncentráció csökkenése.

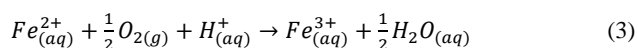
## 2. ELMÉLETI HÁTTÉR

Az oldott vas önmagában nem tekinthető toxikusnak, azonban a savas mikrokörnyezet veszélyes nehézfémek mobilizációját idézheti elő, különösen olyan szulfidásványok jelenléte esetén, mint a gyakori szfalerit (ZnS), kalkopirit (CuFeS<sub>2</sub>), galenit (PbS) és arzenopirit (FeAsS) (BLOWES ET AL. 2003). A szulfidok oxidációs folyamataival kapcsolatos kutatások csak az

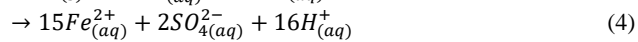
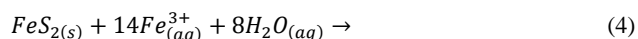
elmúlt néhány évtizedben kerültek előtérbe. Nordstrom szerint az oxidáció abiotikus rendszerekben (2) zajlik, ahol az O<sub>2</sub> az oxidálószer (NORDSTROM, 1972).



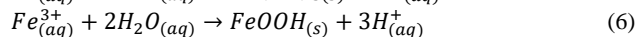
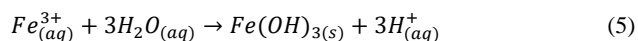
A pirit oxidációja során keletkező Fe<sup>2+</sup> ion tovább oxidálódhat Fe<sup>3+</sup> ionná az alábbi egyenlet (3) szerint, mely reakciót biotikus körülmények talaizálnak.



A keletkező Fe<sup>3+</sup> ion egy nagyságrenddel erősebb oxidálószer, mint az oxigén, így oxigénmentes környezetben is képes intenzív oxidációs folyamatokat (4) elindítani. Míg az oxigén szállítását lassú diffúzió jellemzi, addig az oldott Fe<sup>3+</sup> gyorsan és könnyen mozog a fluidum áramlása során.

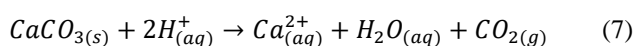


A pirit oxidációja mind abiotikus (2), mind biotikus (4) környezetben előfordulhat. Míg az Fe<sup>2+</sup>-Fe<sup>3+</sup> átalakulás (3) lassú folyamat, amely bakteriális katalizátorokat (például *Acidobacillus ferrooxidans* baktériumtörzsek) igényel, addig a biotikus pirit oxidáció (4) gyorsan végbemegy. Amennyiben a savasság pH 4 fölé emelkedik, az Fe<sup>3+</sup> hidrolizálódhat és vas-hidroxid formájában kicsapódhat (5), ezzel csökkentve az oxidálószer koncentrációját az oldatban. Bár a vas-hidroxid gyakori fázis a szulfidos meddőhányókon, a goethit gyakrabban és nagyobb mennyiségben fordul elő, amely vagy az Fe<sup>3+</sup> ionok közvetlen kiválásából (6), vagy a vas-hidroxid fázis vízvesztéséből származik (JAMBOR, 1994).



A két másodlagos vasfázis, a vas-hidroxid és a goethit kiválása (5 és 6) reverzibilis reakcióknak tekinthető, mivel, ha a pH értéke körülbelül 3,5 alá csökken, a két szilárd fázis visszaoldódik. Ez azt jelenti, hogy a domináns oxidálószer – legyen az  $O_2$  vagy  $Fe^{3+}$  – jelentősen függ a pH értéktől. Singer és Stumm kutatásai is megerősítik, hogy alacsony pH értéken a  $Fe^{3+}$  dominál (SINGER & STUMM, 1970)

Ha a rendszerben savat semlegesítő ásvány is jelen van, az lassíthatja a pirit oxidációs folyamatait, mivel a keletkezett savat a savbázis típusú oldódás (7) révén semlegesíti.



### 3. ELEMZÉSEK ÉS EREDMÉNYEK

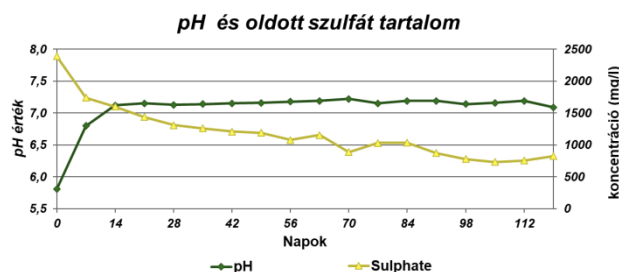
A minta a recski -900-as mélysztű réz porfíros ércesedés szulfidos meddőanyagából származik. Pontosabban, a „Nyugati 3-as” érckutató vágat szulfidos anyagának felszíni tárolójából gyűjtötték. A gyűjtött darabok mechanikus tisztítás után 2 mm alatti szemcseméretű frakcióra lettek törve pofás törő segítségével, az 1 mm alatti frakciót pedig kiszelektáltam, így a minta 1-2 mm közötti szemcseméretből állt. A friss törési felület biztosította a minta reprezentatív megfelelőségét a kinetikus teszt során.

Az ásványtani összetétel szerint a minta 40 % kvarcból ( $SiO_2$ ), 40 % piritből ( $FeS_2$ ), 12 % kalcitból ( $CaCO_3$ ), 3 % kalkopiritből ( $CuFeS_2$ ), valamint kisebb mennyiségben galenitből ( $PbS$ ), szfaleritből ( $ZnS$ ) és dolomitból ( $CaMg(CO_3)_2$ ) állt.

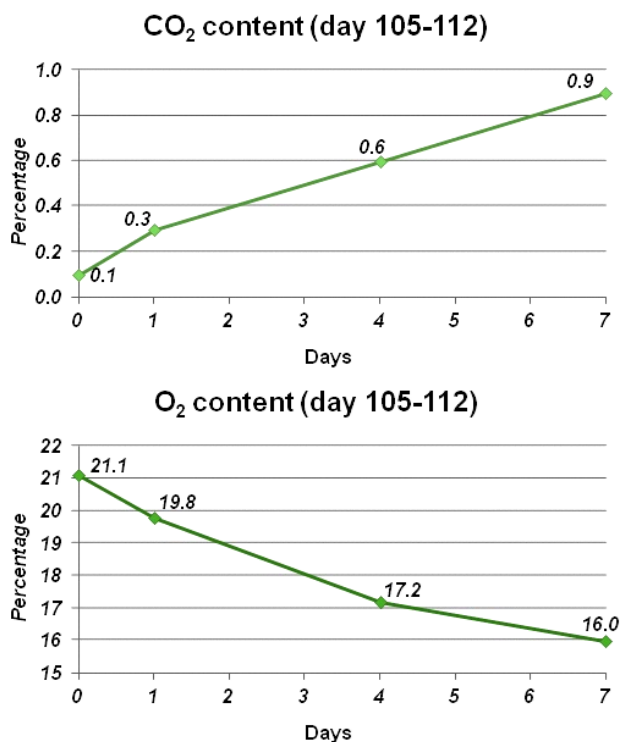
A kinetikus teszt oszlopába 3,00 kg frissen törött mintát töltek be, amely lehetővé teszi a szulfidos meddőanyagok hosszú távú geokémiai viselkedésének szimulálását. A tesztet a Norvégiában található Kjeøy Research and Education Centre-ben végezték. A teszt során folyamatosan nedves levegőt áramoltattak át a mintán, biztosítva ezzel az oxidációhoz szükséges víz és oxigén bőséges mennyiségét, nagyságrendekkel többet, mint amennyit a rendszer a pirit oxidációja során felhasznál. Ez a túlbiztosítás lehetővé tette a maximális oxidációs sebesség elérését, ami a legrosszabb esetet (worst case scenario) imitálja. A

rendszeres, 7 napos intervallumokban  $1000\text{ cm}^3$  desztillált víz átöblítést végeztek, és a kémiai paraméterekeket mérték.

A pH grafikon (1. ábra) azt mutatja, hogy a rendszer már két hét után stabilizálódott. A semleges pH (körülbelül 7,2) jól tükrözi a kalcit hatékony semlegesítő képességét, amely puffer hatásával stabilan tartja a rendszert. Az első két hét instabilitása a "first flushes" jelenségnek köszönhető, mivel a frissen törött mintában lévő mikroszkopikus pirit szemcsék gyorsabban reagálnak. Ez magyarázza a szulfát koncentrációjának grafikonján (1. ábra) megjelenő kezdeti magasabb értéket, amely idővel  $1000\text{ mg/l}$  körüli értékre normalizálódik.



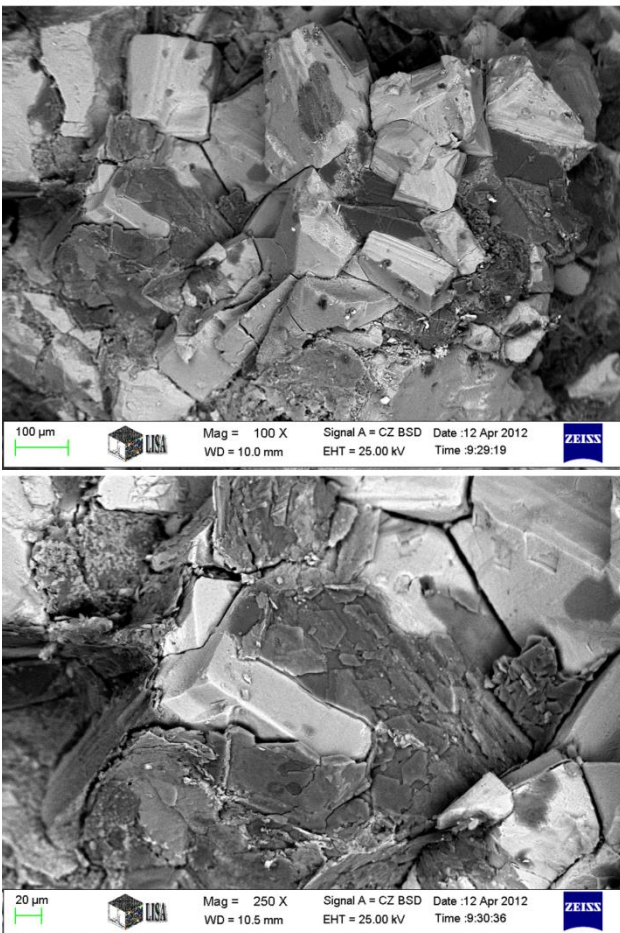
1. ábra: A pH érték és a szulfát koncentráció a csurgalékvizben.



2. ábra: CO<sub>2</sub> és O<sub>2</sub> tartalom változása a vizsgált periódusban



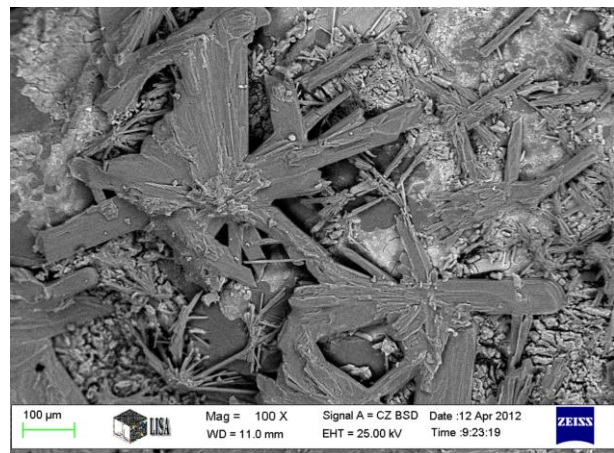
A teszt periódusának végén (105-112. nap) az oszlopot hermetikusan lezárták, és az 1., 4. és 7. napon mértek levegő  $O_2$  és  $CO_2$  tartalmát. Ennek célja az volt, hogy detektálják az oxigén mennyiségének csökkenését és a szén-dioxid koncentrációjának növekedését, amely a kezdeti elméleti egyenletben (2) szereplő reakciók következményeként várható. A 2. ábrán jól látható, hogy a szén-dioxid tartalma folyamatosan növekedett, és közel 1%-ra emelkedett, míg az oxigén tartalma több mint 5%-kal csökkent.



3. ábra: Pirit szemcsén (világosabb) megjelenő másodlagos vas ásványi fázis (sötétebb) [A. ábra felbontása 100x; B. ábra felbontása 250x]

A pirit oxidációjának egyenlete (1) alapján, a mérsékelt pH érték következtében a pirit szemcsék felületén másodlagos vas ásványi bevonatnak, valamint a kalcit felszínén gipsznek kellene megjelennie, mivel a szabad kalciumion és a pirit oxidációja során képződő szulfácion egyesül. Az elektronmikroszkópos felvételek megerősítik mindkét másodlagos ásvány megjelenésének feltételezését. A 3.A és B ábrán

a pirit (világosabb színű) szemcséinek felületén sötétebb színnel megjelenő vas fázis látható, amely ként nem, de oxigént tartalmaz, alátámasztva a kiindulási egyenlet (1) másodlagos vas fázisra vonatkozó állítását. Ezen kívül a kalcit (világosabb színű) felszínén jól fejlett gipsz tűk is láthatóak (4. ábra). Azonban a felvétel további fontos információkat is nyújt: a kalcit szemcsék bezáródása, kapszulázódása megkezdődött, miközben a gipsz fázis borítja be őket. Ez arra utal, hogy a jövőben a kalcit semlegesítési potenciálja csökkenni fog, mivel a reaktív felszíne is csökken.



4. ábra: Kalcit szemcse felületén (világosabb) megjelenő gipsz tűk (sötétebb)

#### 4. ÖSSZEFOGLALÁS

A pirit oxidációjával okozott kőzet savasodás bizonyítást nyert olyan környezetben, ahol a pH érték (1. ábra) semleges volt. A bizonyítékok az oldott szulfát koncentráción (1. ábra), a hermetikusan lezárt oszlopban mért  $O_2$  koncentráció csökkenésén és  $CO_2$  tartalom növekedésén (2. ábra), valamint a piriten megjelenő másodlagos vas (3. ábra) és a kalciton megjelenő gipsz fázison (4. ábra) alapultak.

Fontos megjegyezni, hogy a pirit mennyisége több mint háromszorosa a kalciténak, ami arra utal, hogy egy idő után a semlegesítési reakció (7) megszűnik. Ez a pirit extrém mértékű savasodást és a hozzá kapcsolódó megnövekedett elem mobilitást fog eredményezni. Mivel az ércesedés polimetallikus jellegű, a környezetet nemcsak savasodás, hanem toxikus nehézfémek, például ólom, cink, réz és arzén terhelése is fogja érinteni.

## IRODALOM

- BLOWES, D. W., PTACEK, C. J. & JURJOVEC, J. 2003: Mill tailings: hydrogeology and geochemistry. In: BLOWES, D.W., JAMBOR, J.L., RITCHIE, A.I.M. (ed.): *The Environmental Geochemistry of Sulfide Mine-Wastes*. Short Course Handbook, Volume 31, pp. 95-116.
- NORDSTROM, D. K. 1982: Aqueous pyrite oxidation and the consequent formation of secondary iron minerals. In: KITTRICK, J. A., FANNING, D. S. & HOSSNER, L. R. (ed.): *Acid Sulfate Weathering*. Soil Sci. Soc. Am., pp. 37-56.
- JAMBOR, J. L. 1994: Mineralogy of sulfide-rich tailings and their oxidation products. In: *Environmental Geochemistry of Sulfide Mine-Wastes*. Mineralogical Association of Canada, Short Course Handbook, Volume 22, pp. 59-102.
- SINGER, P. C. & STUMM, W. 1970: *Acid mine drainage: The rate determining step*. Science, Volume 167, pp. 1121-1123.

## The geoscientific value of our letters, or the world's first mineral illustrations on stamps from seven continents

Róbert Oláh

Educational District Centre of Cegléd<sup>1</sup> – Kolping Catholic Primary School and Secondary School of Nagykőrös<sup>2</sup>

<sup>1</sup>2700 Cegléd, 3. Malom square

<sup>2</sup>2750 Nagykőrös, 2. Mentovich street

[olahr88@gmail.com](mailto:olahr88@gmail.com)

### Stamp history “in a nutshell”

A postage stamp, in common parlance, simply a stamp (independent of, but similar to, dozens of other types), is usually a small, colour-drawn stamp used for postage clearance purposes when affixed to postal items (GAZDA 2015, GROSS & GRYZEWSKI 1984, SURÁNYI *ET AL.* 1988). Of course, this definition has changed a great deal since the first postage stamp, the so-called 'Black Penny' (Fig. 1), which was available in Britain on 1 May 1840 but did not officially enter into circulation until the 6th, and which bore the portrait of Queen Victoria (1819–1901). Among other things, the sizes, paper stocks, colours and production techniques have all changed, not forgetting the de facto merger, renaming or de facto disappearance of the issuing countries into other empires.



Figure 1: The world's first postage stamp, the "Black Penny" (MACKAY, 2005, p. 12)

Eventually, seeing the reform of the British postal system, stamps went on their “world tour”, with other countries beginning to issue their first postage stamps within a decade, including Switzerland and Brazil (1848); Russia and Finland (1845); the USA (1847); France, Belgium and Bavaria (1849); and Austria, Spain and Saxony (1850). In our country, as part of the Habsburg Empire, the first postage stamps were issued on 1 June 1850 under the Austrian

Postal Administration following the turbulent historical events of 1848–1849, but the first Hungarian stamp, strictly speaking, was issued after the Reunification on 1 June 1867, and the first printed Hungarian stamp was issued on 1 May 1871 (NIKODÉM & SZABÓ 2010, DOBÓ *ET AL.* 2011).

For the first hundred years of the stamps' history, they almost always featured images of reigning monarchs, political appointees or military leaders, as well as national symbols. This 'tradition' changed by the time of the Second World War, as stamps became an increasingly popular tool in everyday life, reaching a wider audience and thus influencing all actors in society.

Of course, stamp collecting is still one of the most popular hobbies in the third millennium, as there is such a wide variety of these small paper prints that it is a passion and a pleasure for many to collect them. In addition, stamps are the smallest pieces of paper in the world, known to everyone and everywhere, and, despite their size, they carry a huge amount of information. With these issues, a country can also promote its geoscientific diversity in a powerful and far-reaching way. I have undertaken an unconventional attempt to provide a complete survey of their geological and, in particular, mineralogical illustrations, which has not been published elsewhere. As GLOVER (2010) pointed out eloquently: “*Most people would agree that minerals represent some of the most beautiful natural objects known to mankind, especially in the form of precious and semi-precious gemstones. It is hardly surprising, therefore, that they are often illustrated on stamps.*” My work is based on



volumes 1–6 of the Scott 2009 Standard Postage Stamp Catalogue (KLOETZEL ED. 2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2008e, 2008f). In my writing I have included all real mineral illustrations, but I have ignored gemstones, relics, mining, jewellery and any other stamps not closely related. My aim was to present the first relevant editions of all continents in this paper.

### First among the first – “Mineral stamps of the old continent”

The first stamps in the world to depict minerals were issued in Switzerland, which is not surprising given the country's particular topography, the history of its people and their connection with mining and, through it, the world of earth sciences (GLOVER 1996).

The Swiss Pro Patria stamp series was launched on 31 May 1958 and continued to be issued until 1961, with additional images and denominations (Fig. 2). On the first series, the denominations 10+10, 30+10 and 40+10 centime, fluorite, garnet and rock crystal are shown without indication of the place of origin.



Figure 2: The Pro Patria stamp series (1958–1961) (<https://www.paleophilatelie.eu/>)

The Swiss stamp series was followed very late, in the German Democratic Republic, by the 20 and 25 pfennig denominations of the series put into circulation on 11 November 1965. The stamps depicting proustite and sulphur crystals were issued to mark the bicentenary of the Mining Academy in Freiberg (Fig. 3).



Figure 3: The first stamps of the German Democratic Republic depicting minerals (1965) (<https://mineralstamps.rbnet.net/>)

Although not yet a mineralogical stamp series in its own right, the 5 (erythrine – Schneeberg), 10 (fluorite – Halsbrücke), 15 (galena – Neudorf), 20 (smoky quartz – Lichtenberg), 25 (calcite – Niederrabenstein) and 50 pfennig (silver – Freiberg) issues, which were issued on 21 May 1969, illustrated with minerals from German deposits, were (Fig. 4). These, unlike the Swiss ones, already show the names of the minerals and the places where they were found.



Figure 4: The first series of stamps of the German Democratic Republic showing minerals (1969) (<https://www.stampcircuit.com/>)

In Hungary, too, it was very early, in 1969. On 21 September 1969, a series of stamps was issued on the occasion of the centenary of the foundation of the Hungarian State Institute of Geology, featuring Hungarian minerals alongside Hungarian fossils on the 60-farthing (greenockite, calcite, sphalerite – Nagylápafő), the 1 forint 20-farthing (quartz – Gyöngyösoroszi), the 3 forint (copper – Rudabánya) and the 5 forint (cuprite – Rudabánya) denominations (RADÓCZ 1969) (Fig. 5). The minerals on all these stamps are still on display in the collection of the successor to the institution.



Figure 5: The first series of Hungarian geological stamps showing minerals (1969) (<https://www.mbfisz.gov.hu/>)

Of the European Union countries, the first relevant stamps to be issued on the continent were issued in France on 13 September 1986. These denominations show the following minerals (Fig. 6): 2 (marcassite), 3 (quartz), 4 (calcite) and 5 francs (fluorite).



Figure 6: The first series of EU mineral stamps (1986) (<http://mineralstamps.com/>)

As a member of the EU, the first relevant overseas stamp was issued in the Danish Faroe Islands on 9 June 1992. These stamps featured local stilbite and mesolite minerals in denominations of 370 and 650 øre (Fig. 7).



Figure 7: First EU mineral stamp issue, but overseas (1992) (<http://mineralstamps.com/>)

### Across the Atlantic, the two Americas

The countries of the “new continent” certainly outstripped the southern continent in the issuing of mineral stamps. In Canada, a series of stamps featuring the portrait of Queen Elizabeth II (1926–2022) was issued from 1962, with the first stamps being issued on 4 February 1963, with a total of nearly half a billion pieces. The 1 cent issue is of interest to us, as it shows the crystal form of a mineral in the upper left-hand corner (Fig. 8).



Figure 8: First North American crystalline representation on a stamp (1963) (<https://postagestampguide.com/>)

In North America (and if we do not divide it into Central America), Nicaragua, on 22 September 1969, as part of a series, the 5 centavo was illustrated with a miner and a mineral in the background.

The first real North American mineralogical stamp was issued in the United States of America on 13 June 1974 as part of a series called the Mineral Heritage Issue (Fig. 9). These stamps, with a face value of 10 cents, show



tourmaline, amethyst and rhodochrosite minerals alongside petrified wood. An interesting feature of these lithographed stamps is that they are made using a so-called engraved technique, their square rotation making them somewhat different from the usual, and their arrangement and serration showing the spatial structure of diamonds.



Figure 9: North America's first stamp depicting a real mineral (1974) (<https://www.paleophilatelie.eu/>)

In South America, Brazil issued the first relevant stamp in 1977. This commemorates PORTUCALE '77, which consists of three stamps of 1.30 cruzeiro denomination each. They show emerald, topaz and aquamarine (Fig. 10).



Figure 10: South America's first mineralogical stamp as part of a block (1977) (<http://mineralstamps.com/>)

## From “the cradle of mankind to the continent of legends” – The first mineral stamps of Africa, Asia and Australia

Stamp issues from African countries are highly sought after by collectors, as postage stamp issues generate substantial revenues for these nations, which therefore regularly issue a wide variety of series. The first African mineral stamps were issued between 1961 and 1963 in South West Africa (from 1968 Namibia). The denominations show the minerals 10 (diamond), 20 (topaz) and 50 cents (tourmaline), and the 1 franc (heliodor) (Fig. 11).



Figure 11: First African mineral stamps from South West Africa (1961–1963) (<https://www.stamps-for-sale.com/>)

It should be noted that, prior to the above Congo stamp, the Republic of South Africa also issued a stamp showing a mineral crystal, similar to the Canadian issue of 1963, with a circulation date of 31 May 1966. This shows a schematic representation of a diamond in 1 cent denomination.





Figure 12: The first series of mineral stamps of the first independent African state from Botswana (1974) (<https://www.zeboose.com/>)

The first independent African state still in existence today to issue a relevant stamp was Botswana on 1 July 1974. The complete series shows minerals in the following denominations (Fig. 12): 1 (amethyst), 2 (agate), 3 (quartz), 4 (nocolite), 5 (moss agate), 7 (agate), 10 (stilbite), 15 (moshaneng banded marble), 20 (gem diamonds), 25 (chrysotile), 35 (jasper), and 50 cents (moss quartz), as well as 1 (citrine) and 2 rand (chalcopyrite).

The first stamps in Asia were issued by the Soviet Union on 30 May 1968 on the occasion of the 8th International Congress on Mineral Processing, then held in Leningrad, now St Petersburg. The first stamp in the series depicts a diamond on a 6-kopeck face value (Fig. 13). It is interesting to note that the series of stamps entitled The Gems of the Urals, issued on 26 December 1963, shows the specimens in natural mineral images and not processed, so if this were entitled The Minerals of the Urals, it would have preceded the 1968 Congress stamp!



Figure 13: First relevant stamps of the Soviet Union and thus of Asia (1968) (<https://commons.wikimedia.org/>)

Australia and the Oceania continent's first issue of stamps with a strict mineralogical focus

was issued in Australia following the series of 6 June 1973. The small denominations featured the following local minerals (Fig. 14): 6 (chrysoprase), 7 (agate), 8 (opal) and 9 cent (rhodonite).



Figure 14: Australia's first relevant mineral stamps (1973) (<http://mineralstamps.com/>)

### From the world of almost uninhabited perpetual frost to the summary

The administration of the last continent to be “conquered”, and thus its stamp cannot be compared with the practices of the “familiar” countries of other continents. Nevertheless, a series of stamps was issued on 1 January 1989 as the sovereignty of the southern and Antarctic territories of France. The 5.10 franc face value mesotype, even the 7.30 franc value shows analcime (Fig. 15). This series was later extended after the turn of the millennium to include images of other minerals.



Figure 15: First Antarctic mineral stamps (1989) (<http://mineralstamps.com/>)

In the first issue of the world's first strict mineral stamps, the first five countries in order

are Switzerland, the People's Republic of the Congo, the German Democratic Republic, the Soviet Union and Hungary. It should be noted that these rankings are based on the first issues of these countries, even with intermediate releases in the case of Switzerland, for example.

With further research in the future, I would like to collect all other geographic depictions issued on stamps.

I am indebted to my wife, **Évi Oláhné Gulácsi**, for her help in this research, and to **Csilla Csontos** for her contribution in the translation.

## Bibliography

- DOBÓ, A., VISNYOVSKÍ, G. & VOLONCS, G. 2011: *Magyar posta- és illetékbélyeg katalógus 2011.* – Philatelia Hungarica Kft., Budapest, 544 pp.
- GAZDA, I. 2015: *A bélyeg világtörténetéből. Utazás a filatélia klasszikusai között.* – Magyar Tudománytörténeti Intézet, Budapest, 263 pp.
- GLOVER, P. W. J. 1996: Minerals on stamps. – *Geology Today*, **12(6)**: 223–229.
- GLOVER, P. W. J. 2010: Minerals on postage stamps: A mix of art, history, economics and geography. – *Geophysical Research Abstract*, **12**: 15149.
- GROSS, O. & GRYZEWSKI, K. 1984: *A bélyegek világa.* – Móra Ferenc Ifjúsági Könyvkiadó, Budapest, 358 pp.
- KLOETZEL, J. E. (ED.) 2008a: *Scott 2009 Standard Postage Stamp Catalogue Volume I. – United States and Affiliated Territories United Nations Countries of the World A–B.* – Scott Publishing Company, Sidney, 1294 pp.
- KLOETZEL, J. E. (ED.) 2008b: *Scott 2009 Standard Postage Stamp Catalogue Volume II. – United States and Affiliated Territories United Nations Countries of the World C–F.* – Scott Publishing Company, Sidney, 1390 pp.
- KLOETZEL, J. E. (ED.) 2008c: *Scott 2009 Standard Postage Stamp Catalogue Volume III. – Countries of the World G–I.* – Scott Publishing Company, Sidney, 1312 pp.
- KLOETZEL, J. E. (ED.) 2008d: *Scott 2009 Standard Postage Stamp Catalogue Volume IV. – Countries of the World J–O.* – Scott Publishing Company, Sidney, 1606 pp.
- KLOETZEL, J. E. (ED.) 2008e: *Scott 2009 Standard Postage Stamp Catalogue Volume V. – Countries of the World P–Sl.* – Scott Publishing Company, Sidney, 1224 pp.
- KLOETZEL, J. E. (ED.) 2008f: *Scott 2009 Standard Postage Stamp Catalogue Volume VI. – Countries of the World So–Z.* – Scott Publishing Company, Sidney, 1222 pp.
- MACKAY, J. 2005: *World Encyclopedia of Stamps and Stamp Collecting.* – Lorenz Book, London, 256 pp.
- NIKODÉM, G. & SZABÓ, J. 2010: *A magyar bélyeg története.* – Kossuth Kiadó, Budapest, 244 pp.
- RADÓCZ, GY. 1969: Mi van a bélyegeken? – „Száz éves a Magyar Állami Földtani Intézet” bélyegsorozat. – *Filatéliai Szemle*, **10**: 24.
- SURÁNYI, L., BÉR, A., FOGARASI, A. & GAZDA, I. 1988: *Bélyeglexikon.* – Gondolat Kiadó, Budapest, 668 pp.

# Diverzitás és különbözőség az európai LEADER vidékfejlesztési helyi akciócsoportokban

Patkós Csaba<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Földrajz és Környezettudományi intézet, 3300 Eger, Eszterházy tér 1.; [patkos.csaba@uni-eszterhazy.hu](mailto:patkos.csaba@uni-eszterhazy.hu);

## 1. Bevezetés

A természetföldrajz mellett a társadalomföldrajz is nagy figyelmet fordít a diverzitás tanulmányozására, a sokszínűség okainak feltárására, illetve az ezekből származó pozitív és negatív következmények bemutatására.

A szocioökonómiai szemlélet alapján a globalizált világban a domináns környezet – ami a legnagyobb hatással van a természetre és a társadalomra – az urbanizált/ félig urbanizált tértípus. Ezek területi kiterjedése ugyan csekély, de az itt koncentrálódó népesség, a tőke, a munkahelyek, az infrastruktúra és a politikai-adminisztratív hatalom kellően dinamikussá és uralkodóvá tette őket. Emellett világszerte egyfajta uniformizálódás-egységesedés is jellemzi őket, így a szakirodalom általában globális városokként hivatkozik rájuk (CASTELLS 1989).

Az oikumené – a civilizáció által használt földterület – nagyobb része ugyanakkor ún. rurális térség, amelyek jellemzője a ritkább népesség- és tőkekonzentráció, a mesterséges infrastruktúra alacsonyabb fokú kidolgozottsága, éppen ezért a természetközelség magasabb foka. Ilyetén alárendeltségüknél fogva a vidéki területek gyakran a társadalmi-gazdasági folyamatok vesztesei (BENEDEK 2000).

A sokféle helyi specialitás helyi tudást és értékláncokat tarthat fenn, amelyek továbbadhatók generációk, de különböző földrajzi térségek, régiók között is. Ennek támogatására évtizedek óta működnek világszerte, így Európában és Magyarországon is olyan kezdeményezések, amelyek a helyi lakosság önszerveződésén alapulnak, valamint a helyi erőforrások mobilizálását célozzák.

A LEADER (Liaison Entre Actions pour le Développement de l'Economie Rurale; magyarul: Közöségi Kezdeményezés a Vidék Gazdasági Fejlesztése Érdekében) program alapegységei az

ún. helyi akciócsoportok, (HACS) olyan partnerségi alapon szerveződnek, amelyekben különböző szektorok (pl. közszféra, civil szféra, magánszféra) képviselői dolgoznak együtt. A LEADER programban a helyi akciócsoportok területi kijelölésével kapcsolatos főbb EU-szabályozások az alábbi jellemzőkre helyezik a hangsúlyt (LUKESCH 2003):

- Koherens és összefüggő terület: A HACS-ok által lefedett területeknek földrajzilag összefüggőknek kell lenniük, és megfelelő mértékű közös vonásokkal kell rendelkezniük, például közös történelmi, gazdasági vagy kulturális jellemzők alapján. Fontos, hogy a terület lakosai közös érdekeket, kihívásokat és lehetőségeket osszanak meg.

- Vidéki jelleg: A LEADER program főként vidéki területekre (általában a viszonylag alacsony népsűrűséggel meghatározott) koncentrál. Az EU meghatározása szerint a HACS-ok által lefedett terület lakossága általában 10 000 és 150 000 fő között mozog, bár ettől eltérő méret is előfordulhat bizonyos esetekben.

- Rugalmasság a terület nagyságában: Az EU szabályozása lehetőséget biztosít arra, hogy a tagállamok saját maguk határozzák meg, milyen kritériumok alapján alakítják ki a HACS-ok területeit. Ennek során figyelembe kell venniük a helyi adottságokat és szükségleteket, valamint azt, hogy a terület kellően nagy legyen ahhoz, hogy a helyi fejlesztési stratégia hatékonyan megvalósítható legyen.

- Határok átlépése: Bár a HACS-ok általában nemzeti határokon belül működnek, van lehetőség határokon átnyúló együttműködésre is, különösen akkor, ha egy adott vidék több ország területét is lefedi.

- Alsó- és felső népességhatár: Az EU meghatározott népességi határokat is figyelembe vesz a területek kijelölésénél, annak



érdekében, hogy biztosítsa a megfelelő méretű közösségek bevonását.

A diverzitás a LEADER helyi közösségek esetében sokféleképpen értelmezhető, úgymint:

- **Földrajzi sokszínűség:** A helyi akciócsoportok az EU-tagállamok különböző vidéki régióiban tevékenykednek, amelyeket változatos tájak, gazdasági feltételek és kulturális háttér jellemez. Minden egyes akciócsoport a saját területére szabott stratégiát dolgoz ki, amely Európa-szerte különféle megközelítésekhez vezet. Az akciócsoport területe és népességszáma ugyancsak sokféle konstellációt eredményezhet.

- **A HACS-ban érdekelt felek sokfélesége:** A helyi akciócsoportoknak különféle érdekelt feleket kell bevonniuk a különböző szektorokból, beleértve a hatóságokat, a magánvállalkozásokat, a civil társadalmat és a közösségi szervezeteket. Ez a kombináció biztosítja, hogy a vidékfejlesztési stratégiák a helyi igények és perspektívák széles skálájával foglalkozzanak.

- **Ágazati sokszínűség:** A helyi akciócsoportok által finanszírozott programok és projektek ágazatok széles skáláját ölelik fel, beleértve a mezőgazdaságot, a turizmust, az oktatást és a helyi infrastruktúrát. Ez tükrözi a vidéki közösségek eltérő prioritásait (BODNÁR 2014).

- **Nemek közötti egyenlőség és társadalmi befogadás:** Egyes akciócsoportok a nemek közötti egyenlőség előmozdítására helyezik a hangsúlyt, és bevonják a marginalizált csoportokat, például az etnikai kisebbségeket, a fiatalokat és a fogyatékkal élőket.

- **Kulturális sokszínűség:** Sok HACS a helyi kultúra, örökség és hagyományok előmozdítására összpontosít. Gyakran a helyi identitás megőrzésén és fejlesztésén dolgoznak, miközben integrálják a modern fejlesztési kezdeményezéseket.

Cikkünkben ezek közül a LEADER helyi akciócsoportok területére és népességére, illetve az érdekeltek sokféleségére, azaz az intézményi struktúrára fókuszálunk.

Az EU hivatalos jelentései és a szakirodalom is időről időre értékeli az egyes tagországokban folyó LEADER programok sikerét. Az utolsó lezárt költségvetési ciklus

akciócsoportjainak értékelése kapcsán megállapításra került, hogy a legsikeresebb LEADER megvalósító országok Írország, Hollandia, Észtország, Ausztria és Csehország. Magyarország kapcsán sajnos megállapításra kerültek a program hiányosságai, a késedelmes kifizetések és a szabálytalanságok (SYKALA 2015). Ennek tükrében megvizsgáljuk, hogy a diverzitás említett dimenziói hogyan alakulnak ezen országok helyi akciócsoportjainak esetében.

## 2. Adatok és módszertan

E sorok írója mintegy másfél évtizede foglalkozik az európai és hazai LEADER program működésével. Első lépésben összegyűjtöttük az uniós, nemzeti és helyi szabályozásokat és fejlesztési stratégiákat, és elemeztük azok tartalmát. A helyi akciócsoportokról részletes, hiánypótló adatbázis készült, amely földrajzi és intézményi adatokat tartalmaz. Az alapul szolgáló két – elviekben hivatalos – EU információs bázis ugyanakkor sok tekintetben megbízhatatlan. Pontatlan adatok, elütések, adathiányok, illetve esetenként nem létező akciócsoportok is találhatóak benne. A pontosítás és a hiteles információk keresése érdekében általában meg kellett keresni az adott ország nemzeti hatóságait, vagy esetleg az adott akciócsoportot. Mivel az esetek egy részében a vidékfejlesztés helyi szintjén dolgozók nem beszélték az angol nyelvet, így az ilyen típusú adatgyűjtés nagy nehézségek árán és lassan működött csak. A leginkább megbízható, kvázi hiteles adatokat általában a helyi vidékfejlesztési stratégiák tartalmazták, amelyek ugyanakkor általában csak a nemzeti nyelven voltak elérhetőek. A hosszadalmas munka után egy egyedülálló, részletességű adatbázis állt a rendelkezésünkre akciócsoportonként a következő főbb adatokkal:

- Név
- Kód
- Tartomány, székhely
- Terület
- Népeség
- Népsűrűség
- Kontakt
- Települések

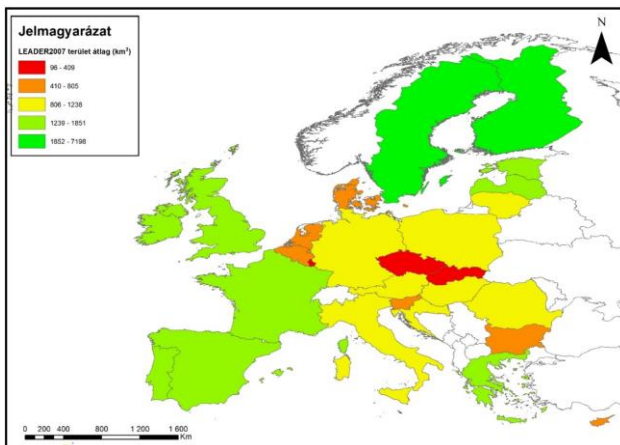
- Tagság összetétele és a munkaszervezet létszáma.

Az adatbázis felhasználásával alapvető statisztikai elemzések, ezek pontdiagramos ábrázolásai és tematikus térképek készültek. Emellett megvalósítottunk egy kérdőíves vizsgálatot is, amelyben a HACS-ok vezetőit kérdeztük tapasztalataikról. A 750 db kiküldött kérdőívből összesen 120 db válasz érkezett, legnagyobb részük a Visegrádi Négyek országaiból (66%).

Mivel a globális válsághelyzet miatt a 2014-2020-as LEADER ciklus még nem került lezárásra, ezért elemzéseinkben a 2007-2013 között működő akciócsoportokra koncentráltunk, esetenként összehasonlítva jellemzőiket az előző (2000-2006) szakasz helyi közösségeivel.

### 3. Eredmények

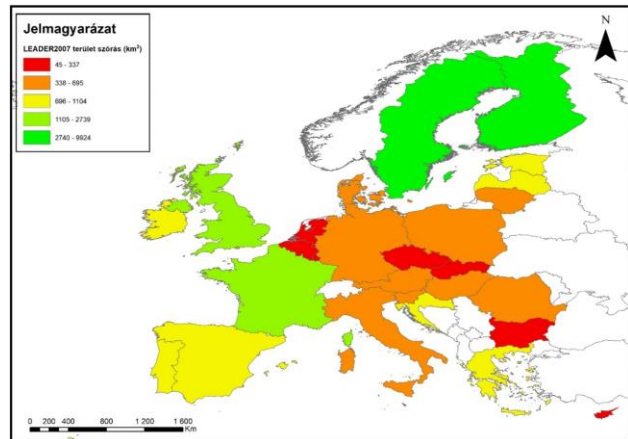
Az akciócsoportok területi kiterjedésére vonatkozóan megállapítható, hogy a legsikeresebb LEADER megvalósító országok akciócsoportjainak az átlagos területi kiterjedése a kisebb kategóriákba esik, ugyanakkor Írország és Észtország esetében ez az átlagnál magasabb értékeket mutat (1. és 2. ábra).



1. ábra: A LEADER 2007-2013-as ciklus akciócsoportjainak átlagos területi kiterjedése az egyes tagállamokban (Saját szerkesztés az EU hivatalos adatbázisa alapján).

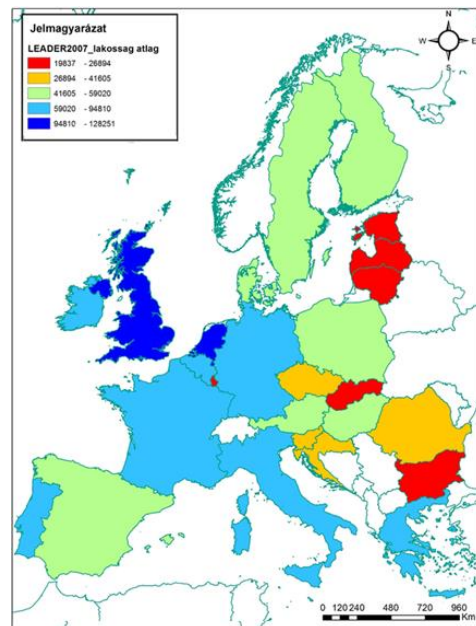
A szórás, véleményem szerint alkalmas statisztikai mutató a diverzitás érzékeltetésére. Látható (2. ábra), hogy a legsikeresebb megvalósító nemzetek arra törekedtek, hogy akciócsoportjaik területileg hasonló méretűek legyenek, hiszen így a regionális és központi

adminisztráció hatékonyabban tud segítséget nyújtani a program végrehajtásában.



2. ábra: A LEADER 2007-2013-as ciklus akciócsoportjainak területi kiterjedésének szórása az egyes tagállamokban (Saját szerkesztés az EU hivatalos adatbázisa alapján).

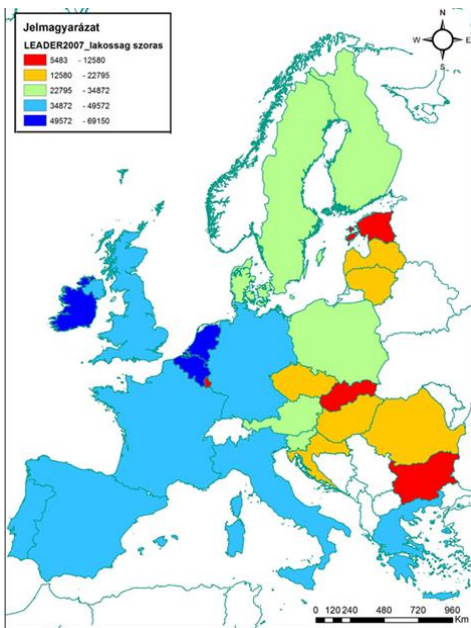
Ugyanakkor megállapítható, hogy (4. ábra) a népességszám szerinti szórás egyes, sikeres országok esetében magas (Hollandia, Írország), míg más esetekben (pld. Észtország) alacsony.



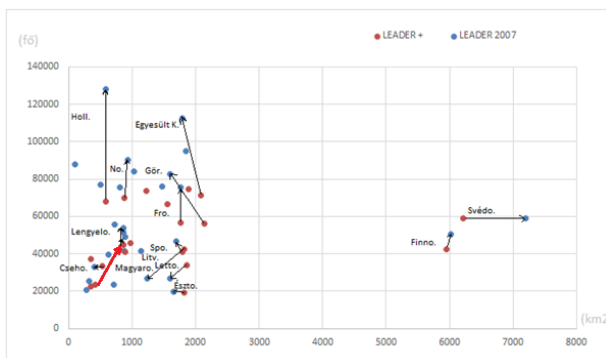
3. ábra: A LEADER 2007-2013-as ciklus akciócsoportjainak átlagos népességszáma az egyes tagállamokban (Saját szerkesztés az EU hivatalos adatbázisa alapján).

Az EU, LEADER akciócsoportokat célzó, korábbi egységesítési szándékai ellenére a 2007 után tagállamok illetékességébe helyezett LEADER program megvalósítás egyre sokszínűbb és diverzifikált népességszámú

akciócsoportot eredményezett a legtöbb országban.



4. ábra: A LEADER 2007-2013-as ciklusban létezett akciócsoportok népességének szórása az egyes tagállamokban (Saját szerkesztés az EU hivatalos adatbázisa alapján)

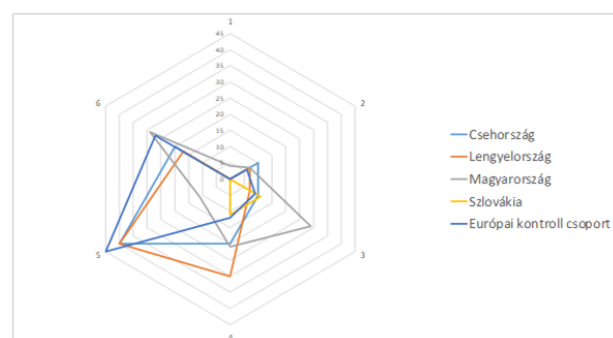


5. ábra: A két vizsgált LEADER ciklushoz tartozó akciócsoportok területi és népességi jellemzőinek változása tagállamonként, a piros nyíl a magyar HACS-okat jelöli (Saját szerkesztés a LEADER adatbázis alapján).

A 2007-2013-as és az azt megelőző LEADER ciklus akciócsoportjainak a területi és népességi dimenzióit ábrázoltuk egy pontdiagramon, így be tudjuk mutatni az egyes országok akciócsoportjainak evolúcióját. Ahogy láthatjuk (5. ábra), az EU tagállamainak többségében az akciócsoportok 2000 km<sup>2</sup>-nél kisebb területen 20.000 és 100.000 fő közötti népességet koncentrálnak. Néhány ország esetében kifejezetten nagymértékű népesség-növekedés figyelhető meg. Az ábrán kiemelt néhány ország (Hollandia, Németország, Egyesült Királyság,

Franciaország) esetében ez a korábbi, LEADER+ akciócsoportokhoz képest szinte azonos átlagos területű közösségeket jelent, ami arra utal, hogy a vidékfejlesztési akciócsoportokba kisebb méretű, de jelentősen nagyobb népességű (feltételezhetően városias) települések integrálódtak 2007 után. Görögországban ugyanez a jelenség együtt járt az akciócsoportok területének jelentős mértékű csökkenésével is. Észak-Európában Svédország akciócsoportjai speciális területi kondíciót mutatnak, hiszen az átlag népességszám alig változott, ugyanakkor a terület jelentősen megnőtt. Ez azzal magyarázható, hogy a programba 2007 után már a rendkívül ritkán lakott északi területeket is bevonták. A három balti ország esetében tovább aprózódó akciócsoport-struktúra látható, de leginkább Litvániában hoztak létre az új ciklusban az előzőénél kisebb HACS-okat.

A visegrádi országok nem mutatnak hasonló trendeket. Lengyelországban – hasonlóan a nyugat-európai országokhoz – területileg stagnált az akciócsoportok mérete, a népesség-számban ugyanakkor emelkedés volt tapasztalható. Csehországban a helyi közösségek csak kevésbé változtak, az átlagos méretük csekély mértékben még csökkent is. A magyarországi HACS-ok egy Európában páratlan trendet mutattak, hiszen területükben és népességükben is jelentősen gyarapodtak.



6. ábra: A HACS területi formájának optimalitása (1: nagyon rossz, 6: kiváló) (Saját szerkesztés a kérdőíves vizsgálat adatai alapján).

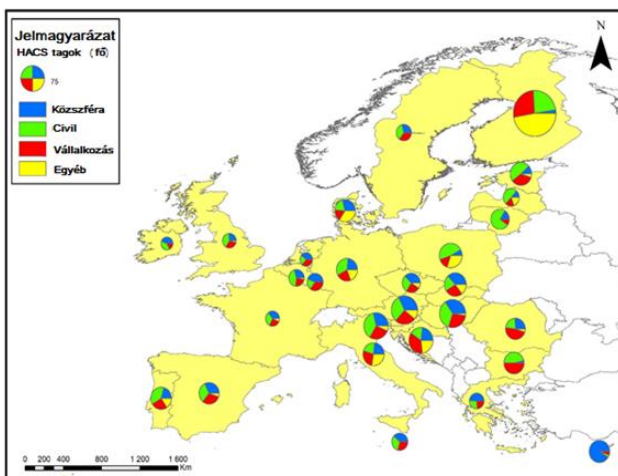
Kérdőíves felmérésünkben rákérdeztünk arra, hogy a csoportok vezetői mennyire tartják optimálisnak a HACS területi kereteit. A V4 országok és a kontroll csoport válaszai szerint is elégedettnek tűnnek az akciócsoportok (4-6-os értékek). Magyarországon ugyanakkor tapasztal-



talunk egy rosszabb maximumot is 3-as értékkel. (6. ábra) Ez arra utalhat, hogy a magyar LEADER program működése nem az optimális területi keretek között zajlik.

Érdekes lehet annak a kérdésnek a vizsgálata is, hogy a HACS határai milyen elvek alapján kerülnek kialakításra. Elvileg a természetföldrajzi, néprajzi és történeti földrajzi keretek a LEADER helyi közösségek kialakítása során legalább ugyanolyan mértékben kellene, hogy megjelenjenek, mint a közigazgatási-adminisztratív keretek. Tanulságos, hogy a válaszadók véleménye szerint ez a valóságban nem játszódik le, alapvetően a meglévő közigazgatási határokhöz igazodnak a HACS-ok.

Egy-egy helyi akciócsoporthoz működésének egyik legfontosabb intézményi jellemzője a tagság létszáma és összetétele. Az általunk összeállított adatbázisba bekerültek a HACS-ok ilyen adatai is. Meg kell ugyanakkor jegyezni, hogy az akciócsoporthoz egy részének ezt az adatát nem sikerült kideríteni. A taglétszáma vonatkozóan nem létezik központi nyilvántartás, a helyi vidékfejlesztési stratégiák sem mindig tartalmazzák ezeket az információkat. Mivel a létszám nagyon gyakran változik, így arra törekedtünk, hogy a 2013-as, átdolgozott stratégiákban szereplő adatokat vegyük figyelembe.



7. ábra: A helyi akciócsoporthoz átlagos mérete és összetétele a 2013-as integrált vidékfejlesztési stratégiák adatai alapján. (Saját szerkesztés a HACS-ok honlapjai és stratégiái alapján).

Az akciócsoporthoz összetétele kontinensszerte igen változó (7. ábra). Láthatóan az EU szabályozásnak megfelelően a három szféra tagjai mindenütt szerepelnek kisebb-nagyobb arányban. A negyedik kategória az „egyéb”, ebben eltérő típusú szereplők találhatók, úgymint magánszemélyek (nem minden tagállamban jogosultak a részvételre), köztestületek, államigazgatási szervek). Az értelmezéshez még tudni kell, hogy a nyugat- és észak-európai államok egy részében (Egyesült Királyság, Írország, Svédország) az akciócsoporthoz hivatalos stratégiái már csak az elnökség („inner LAG”) összetételét tartalmazzák – ez magyarázza, hogy a térkép szerint itt kicsi a HACS-ok mérete. A külső kör („outer LAG”) ennél lehet sokszorta szélesebb. A széles tagság soraiból kerülnek kiválasztásra az „inner LAG” tagjai demokratikusan, illetve figyelembe véve bizonyos kvótákat (civiliek, vállalkozások és önkormányzatok arányos képviselete) és személyes jellemzőket (projekt és/vagy pénzügyi tapasztalatok). Ilyen LEADER intézményesültség esetében a tényleges munkát a belső kör tagjai végzik (döntéshozatal, monitoring), a külső kör csak alkalmanként (pld. választások, közgyűlések, beszámolók elfogadása) aktivizálódik.

Ez a modell helyenként továbbfejlődött, így Dániában az akciócsoporthoz választott elnöksége kvázi vidéki térségi önkormányzatként működik, melynek elnökségét a tagok választják, akik közé bármely 15 évnél idősebb helyi lakos regisztrálhat (THUESEN & SORENSEN, 2009).

A LEADER végrehajtásában legsikeresebb országokban az akciócsoporthoz átlagos mérete a kisebb és a közepes kategóriákban mozog, ugyanakkor megfigyelhető, hogy a három szektor (önkormányzatok, civiliek, vállalkozások) általában arányosan képviseltetnek a HACS-ok tagságában, mellettük negyedikként a természetes személyek jelenléte is számottevő. Magyarország esetében láthatjuk, hogy az akciócsoporthoz nagy taglétszámmal rendelkeznek, ugyanakkor az egyéb kategória, a természetes személyek jelenléte elhanyagolható.

#### 4. Konklúziók

Az európai, közösség által vezérelt vidékfejlesztésre épülő LEADER program a különböző tagállamokban eltérő sikerrel került megvalósításra. Írásunkban arra kerestük a választ, hogy a diverzitás különböző dimenziói mennyire befolyásolhatják a sikert.

A helyi akciócsoportok mint társadalom-földrajzi-területi képződmények a térszerkezet ún. szoft elemei közé tartoznak. Területi kereteik általában ciklusról ciklusra változnak, bár a központi adminisztráció egyre inkább próbálja őket a meglévő közigazgatási (általában járási/kistérségi) határokhoz igazítani, így az az elvi kívánalom, hogy a természeti, táji határokhoz kapcsolódjanak, nem teljesül. Tagságuk folyamatosan fluktuál, ugyanakkor a három szektor arányos, kötelező részvétele megmarad (ALLMENDIGER ET AL. 2015).

A legsikeresebb LEADER végrehajtó országokra általában jellemző a kisebb területű akciócsoportok jelenléte, ugyanakkor a HACS-ok területi szórása változó, előfordul kisebb és nagyobb diverzitás is. Ez a sokszínűség láthatóan szembenáll az EU és egyes nemzetállamok sztenderdizáló törekvéseivel (MAUREL 2016). A népesség tekintetében ugyancsak jelentős a diverzitás az egyes tagállamok tekintetében, illetve a szórás is jelentős különbségeket mutat, de ez nem függ össze a program sikeres végrehajtásával.

A tagság nagysága és összetétele is jelentős sokszínűségről tesz tanúbizonyságot, a sikeres végrehajtáshoz ugyanakkor nagyobb esélyt

adnak a kisebb akciócsoportok, amelyekben a három szektor képviselői mellett a természetes személyek is gyarapítják a diverzitást.

#### Irodalom

- ALLMENDIGER, P., HAUGHTON, G., KNIELING, J. & OTHENGRAFEN, F., (EDS.) 2015: *Soft Spaces in Europe. Re-negotiating governance, boundaries and borders.* – ROUTLEDGE 248 P.
- BENEDEK, J. 2000: *A társadalom térbelisége és térszervezése.* Risoprint Kiadó, Kolozsvár
- BODNÁR, G. 2014: *A visegrádi négyek vidéktípusainak megjelenése a nemzetközi és a nemzeti fejlesztési koncepciókban.* – Tér és Társadalom, 28. 3. pp. 127-144.
- CASTELLS, M. 1989: *The Informational City: Information Technology, Economic Restructuring and the Urban-Regional Process.* Oxford; Basil Blackwell.
- LUKESCH, R. 2003: *Assessing the equilibrium between autonomy and accountability: the evaluation of LEADER II.* - Paper presented at the Fifth European Conference on Evaluation of the Structural Funds, Budapest, - [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docconf/budapeval/work/lukesch.doc](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docconf/budapeval/work/lukesch.doc)
- MAUREL, M. 2016: *Building local development on territorial identity: lessons from implementing the LEADER public action model in Central Europe.* In *Regions in Europe. Administrative structures and territorial identity issues* (not paged), Paris: L'Harmattan.
- SYKALA, L., DEJ, M. & WOLSKI, O. 2015: *The LEADER Method Transferring Experience of the Visegrad Group Countries to Georgia.* - Institute of Urban Development, Kraków 40 p.
- THUESEN, A. & SORENSEN, J. 2009: *Danish Local Action Groups in Rural and Fishing Areas 2008 composition, activities, and cooperation in the start-up phase.* - Danish Institute of Rural Research and Development 45 p.

# Negyedidőszak végi környezettörténet dél-alföldi lelőhelyek alapján

Sümegei Pál<sup>1</sup>

Földtani és Őslénytani Tanszék H-6722 Szeged Egyetem utca 2.

## 1. Bevezetés

A Szegedi Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszéke az 1930-as évek óta Miháلتz István, majd Molnár Béla tanszékvezető professzorok vezetésével foglalkozik az Alföld déli részén található felszínközeli negyedidőszaki geológiai képződmények földtani kialakulásával és fejlődéstörténetével, őslénytani (mindenek előtt pollenanalitikai, malakológiai) elemzésével. Majd 2000-től (Sümegei Pál professzor érkezésével) ezek a negyedidőszak végére koncentrált vizsgálatok kiegészültek sorozatban mért radiokarbon (AMS) (MOLNÁR *ET AL.* 2004, 2013), geokémiai, pollenanalitikai, makrobotanikai, antrakológiai, fitológiai elemzésekkel. A zavartalan magmintavételekkel fúrásokból, állványokon végzett faltisztítások után évtizedes, maximum évszázados felbontást lehetővé tevő, 4 cm-ként kiemelt mintákon végeztük el. Szeged-Öthalom, Katymár, Madaras, Császártöltés településeknél található löszfalak területén több száz mintát gyűjtöttünk így be. A löszfalakon vézett környezettörténeti elemzéseket hajósi és császártöltési medrek, az izsáki kolon-tavi lápi – tavi – mocsári rétegein végzett földtani, geokémiai, pollenanalitikai, makrobotanikai vizsgálatokkal egészítettük ki (PERSAITS & SÜMEGI 2011, TÖRŐCSIK *ET AL.* 2014, SÜMEGI 2019, SÜMEGI *ET AL.* 2012, 2015, 2019, 2020a, 2020b, 2021, 2022a, 2022b, VÁRI *ET AL.* 2023, 2024).

Ezekkel a munkákkal folytattuk Miháلتz István, Miháلتzné Faragó Mária, Mucsi Mihály, Molnár Béla, Szónoky Miklós, Geiger János, Krolopp Endre, Iványosi-Szabó András, Kuti László, Fényes József kutatók által megkezdett, régióra vonatkozó negyedidőszak végének környezet-történetét feltáró munkáikat (MIHÁLTZ 1953, MIHÁLTZ & MIHÁLTZNÉ FARAGÓ 1944, 1965, MUCSI 1963, MOLNÁR &

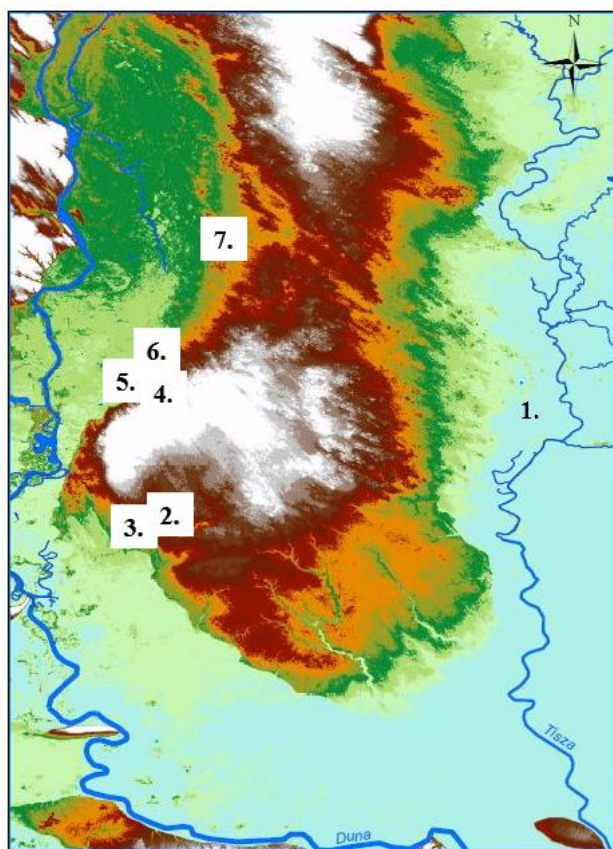
KUTI 1978a, 1978b, MOLNÁR & KROLOPP 1978, MOLNÁR *ET AL.* 1979, FÉNYES 1983, KROLOPP 1989, MOLNÁR & GEIGER 1995, KROLOPP *ET AL.* 1995, MOLNÁR 2015). A vizsgálatok nyomán az utolsó 30-50 ezer év környezettörténeti változásait, közte a jégkor végének hidegmaximumát (Last Glacial Maximum = LGM) rekonstruálhattuk, amelyet legjobban a madarasi téglavető szelvénye fog át. Így itt ezt a szelvényt mutatjuk be kitekintésekkel a feljebb említett löszszelvényekre. A löszszelvényből származó malakológiai, antrakológiai, fitológiai eredmények kontrolljához, és az utolsó 11 600/11 700 év (jelenkor = holocén) környezettörténetének, mindenek előtt növényzeti fejlődését átfogó változásait a császártöltési Vörös-mocsár, a hajósi Kaszálók, az izsáki Kolon-tó pollen és makrobotanikai, malakológiai elemzésén keresztül mutatjuk be.

## 2. Módszerek

A madarasi téglavetőt, 10 méteres löszfal mentén felállványoztuk és a fal tisztítása után gyűjtöttük be 2 és 4 centiméterenként a mintákat. A 2 cm-ként kiemelt üledékföldtani mintákon (SÜMEGI *ET AL.* 2022a) 48 csatornás lézerszedigráffal végeztünk méréseket, Bartington mágneses szuszceptibilitás mérővel a löszös minták mágneses szuszceptibilitását (DEARING 1994), szervesanyag és karbonát-tartalmát (DEAN 1974) vízzoldható elemtartalmát (DÁNIEL 2004), a fosszilis talajszinteken mikromorfológiai elemzéseket végeztünk (SÜMEGI *ET AL.* 2022a, PÁL *ET AL.* 2013). Előbb 16, végül 32 db radiokarbon elemzést végeztettünk a szelvényen (SÜMEGI *ET AL.* 2020a), valamint 24 db IRSL – OSL kormeghatározást is végeztek Svédországban (SÜMEGI *ET AL.* 2022b). A radiokarbon adatokat és a tapasztalati löszfajsúlyt (ÚJVÁRI *ET AL.* 2010) figyelembe



véve rekonstruáltuk az egykori ülepedési rátát, a löszök felhalmozódási ütemét. A döntően Mollusca héjakon végzett radiokarbon vizsálatokat a löszös rétegek csigahéjain végzett alapkutatások (SÜMEGI & HERTELENDI 1998, PIGATI ET AL. 2004, 2010, 2013, ÚJVÁRI ET AL. 2014, XU ET AL. 2011) tették lehetővé. A malakológiai vizsálatokat a közép-európai szabványok (SÜMEGI 2005, SÜMEGI & KROLOPP 2002) szerint 2 dm<sup>3</sup> (5,4 kg) üledékből 0,5 mm (liszt)szítán átmosva nyertük ki és több mint 115 ezer csigahéjat vizsáltunk meg és értékeltünk (HUPUCZI & SÜMEGI 2010).



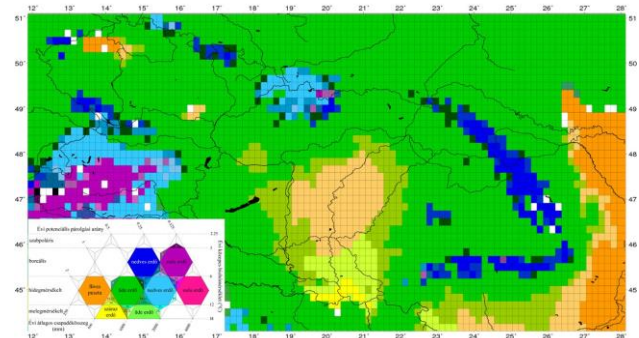
Tengerszint feletti magasság (m)

- 80	90 - 95	105 - 110	120 - 125
80 - 85	95 - 100	110 - 115	125 - 130
85 - 90	100 - 105	115 - 120	130 - 225

1. ábra: A Dunai eolikusan átalakult hordalékkúpja és a vizsálat alá vont lelőhelyek elhelyezkedése (SÜMEGI ET AL. 2022a nyomán) 1 = Szeged – Öthalom, 2 = Madaras téglavető, 3 = Katymár téglavető, 4 = Császártöltési téglavető, 5 = Hajósi Kaszálók lápterülete, 6 = Császártöltési Vörös-mocsár, 7 = Izsák, Kolon-tó.

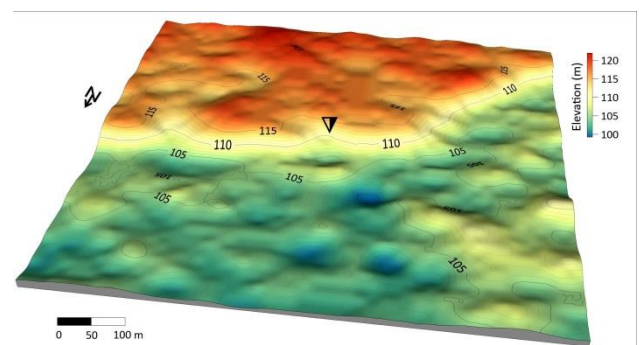
### 3. Eredmények

A dél-alföldi löszös lelőhelyek (elsősorban téglavetők, téglagyárak) a horvát – szerb – magyar – román trianoni határok nyomán különböző országokba kerültek (LEHMKUHL ET AL. 2021), így megnehezedett a löszös képződmények környezettörténeti összefüggéseinek értékelése. A terület geomorfológiai adottságát ezen keresztül a löszrétegek vastagságát alapvetően meghatározza, hogy a dél-alföldi löszös lelőhelyek háttérben húzódik a dunai hordalékkúp (1. ábra). Szelepcsényi Zoltán PhD hallgató kutatásai (SZELEPCSÉNYI ET AL. 2014, 2018) nyomán a Kárpát-medence Holdridge rendszerének bioklimatológiai vonatkozásait emelte ki (2. ábra).

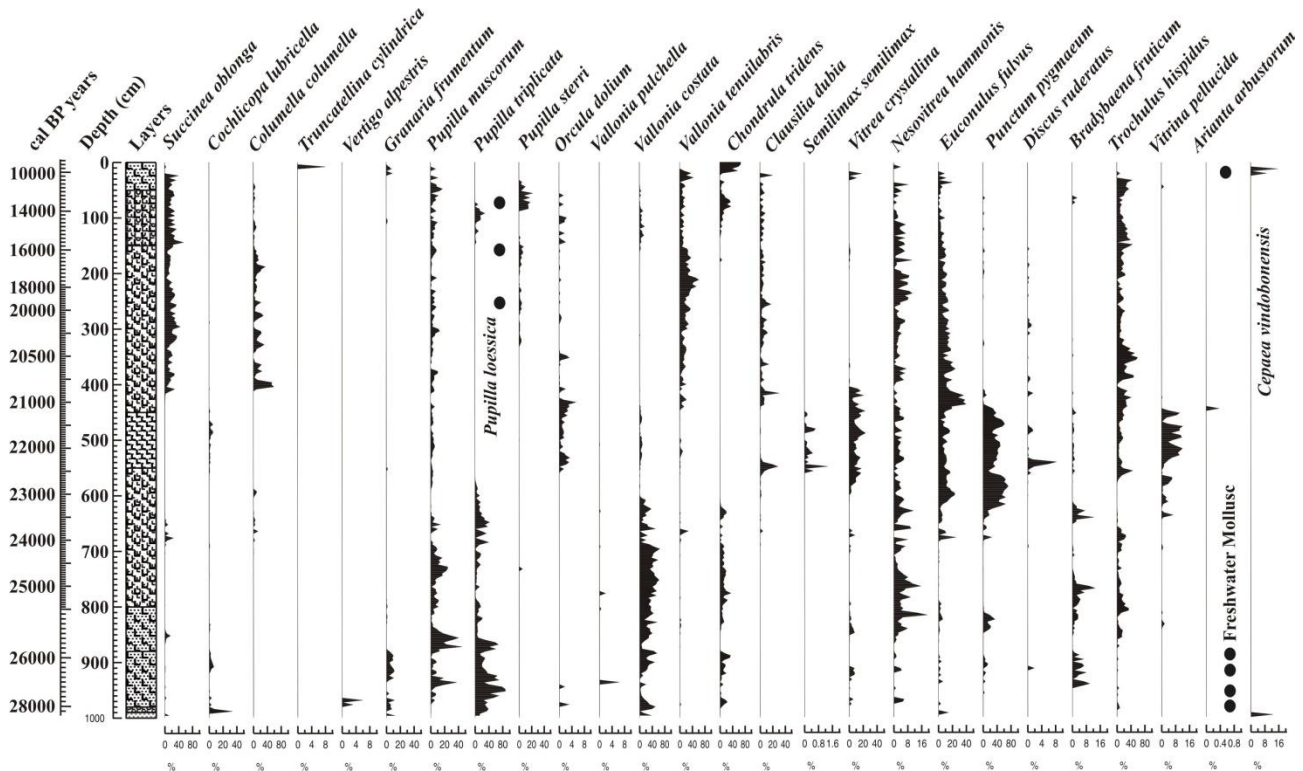


2. ábra: Szelepcsényi Zoltán PhD hallgató által készített térkép, a Kárpát-medence Holdridge-féle bioklimatológiai rendszeréről (SZELEPCSÉNYI ET AL. 2014, 2018).

A geokronológiai adatok alapján a 10 méteres löszös szelvény, amely a Telecskai-dombsor északi végén helyezkedik el (3. ábra) mintegy 39 ezer és 12 ezer év (kalibrált korok) között fejlődött ki.



3. ábra: A madarasi téglavető helyzete a Telecskai-dombsor északi peremén (digitális domborzati modell – SÜMEGI ET AL. 2022a nyomán).

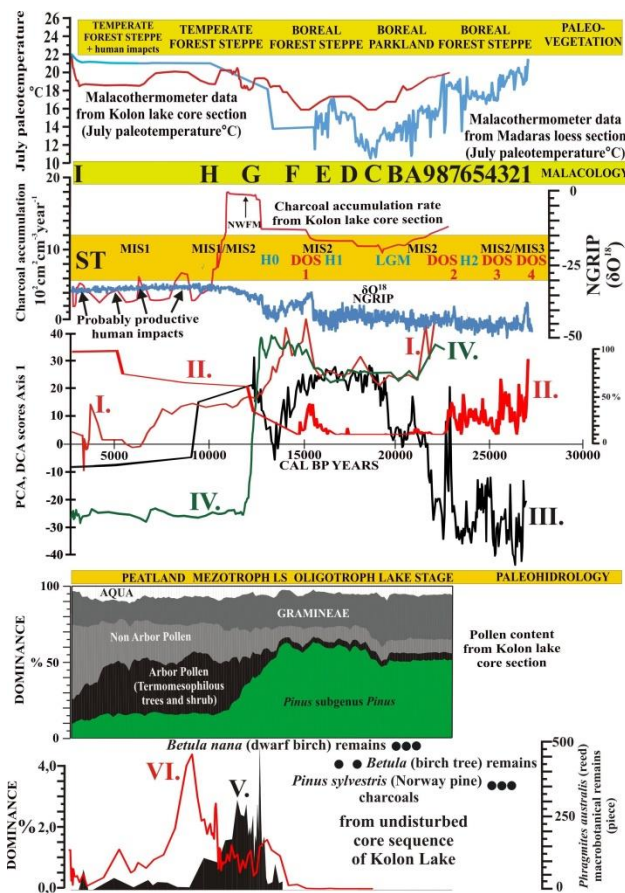


4. ábra: A madarasi tégelvető malakofaunája (SÜMEGI ET AL. 2022a nyomán)

A mélység, a mágneses szuszceptibilitás adatok és a kalibrált radiokarbon adatok (REIMER ET AL. 2014) felhasználásával az üledései rátát is rekonstruáltuk és azt állapítottuk meg CLARK & MIX (2002) elemzése alapján, hogy a LGM során rendkívüli, közel 4 méteres vastagságú löszréteg képződött Madarason. Hazánkban és globálisan egyaránt a legerőteljesebb porfelhal-mozódást az általunk vizsgálat alá vont madarasi szelvényben mutathatjuk ki (SÜMEGI ET AL. 2022a, 2022b). Ekkor kifejezetten hidegkedvelő malakofauna dominált a területen (4. ábra). Az észak-ázsiai, európai montán (HORSÁK ET AL. 2009, 2010, 2013) elemek (*Vallonia tenuilabris*, *Pupilla sterri*) és a prototundrán elterjedt boreo-alpin taxon (ROUSSEAU 1990, 1991, ROUSSEAU & KUKLA 1994), a *Columella columella* aránya volt az uralkodó. A LGM szintjében a malakofauna alapján mozaikos, tundrafoltokat is tartalmazó boreális erdőssztyepp lehetett a

domináns (SÜMEGI ET AL. 2022a, 2022b). Ezt támasztja alá a hajósi és kolon tavi szelvények paleobotanikai elemzése is (SÜMEGI ET AL. 2020a, 2022b), ahol a törpefenyő (*Pinus mugo*) és törpenyír (*Betula nana*) makrofosszília maradványok kiválóan visszatükrözték az egykori tundrális növényzeti foltokat (5. ábra). Ugyanakkora legjelentősebb felmelegedések (talajképződések) során kifejezetten közép-európai és szubmediterrán elterjedésű (mérsékeltövi) erdőssztyepp csigafajok (LOŽEK 1964, 1965), *Granaria frumentum*, *Chondrula tridens*, *Helicopsis striata* jelentkezték meghatározott arányban a szelvényben. A madarasi malakohőmérő (SÜMEGI 1989, 1997, 2005, 2007, 2019) nyomán a legjelentősebb felmelegedések során a júliusi paleohőmérséklet elérhette a 20 °C, míg a legjelentősebb lehűléseknél a júliusi paleo-hőmérséklet 11 °C körül mozgott (5. ábra).





5. ábra: A kolon-tavi szelvény környezettörténeti adatainak összehasonlítása (SÜMEGI ET AL. 2022a nyomán)

Az LGM végén megjelenő regionális, távkorrelációra is alkalmas malakozstratigráfiai szintben az árnyék- és félárnyékedvelő taxonok (*Puncum pygmaeum*, *Vitrina pellucida*, *Nesovitrea hammonis*) 70 % feletti dominanciája jelentkezett. Ugyanebben a horizontban megjelent a biosztratigráfiai szint egyik vezérkövülete, a kárpáti elterjedésű orsócsiga, a *Vestia turgida* a Szeged- öthalmi szelvényekben. Ennek nyomán ebben a szintben a boreális erdőssztyepp kifejezett lehetett és a (boreális) fás vegetáció kiterjedhetett – jellemző (döntően nyírfából és fenyőkből álló) erdőfoltok jelenhettek meg. Ezt támasztja alá STIEBER (1967) anthrakológiai eredményei is, mivel vizsgálatai során jelentős számú nyírfát (*Betula*), fenyőt (*Pinus*) és cirbolyafenyő (*Pinus cembra*) maradványt mutatott ki a madarasi szelvény LGM szintjéből egy felső paleolit vadászok által kialakított tűzhely foltokból. A postLGM időszakban folytatódott a hideg (és ennek nyomán valószínűleg párás) periódus. Ezt

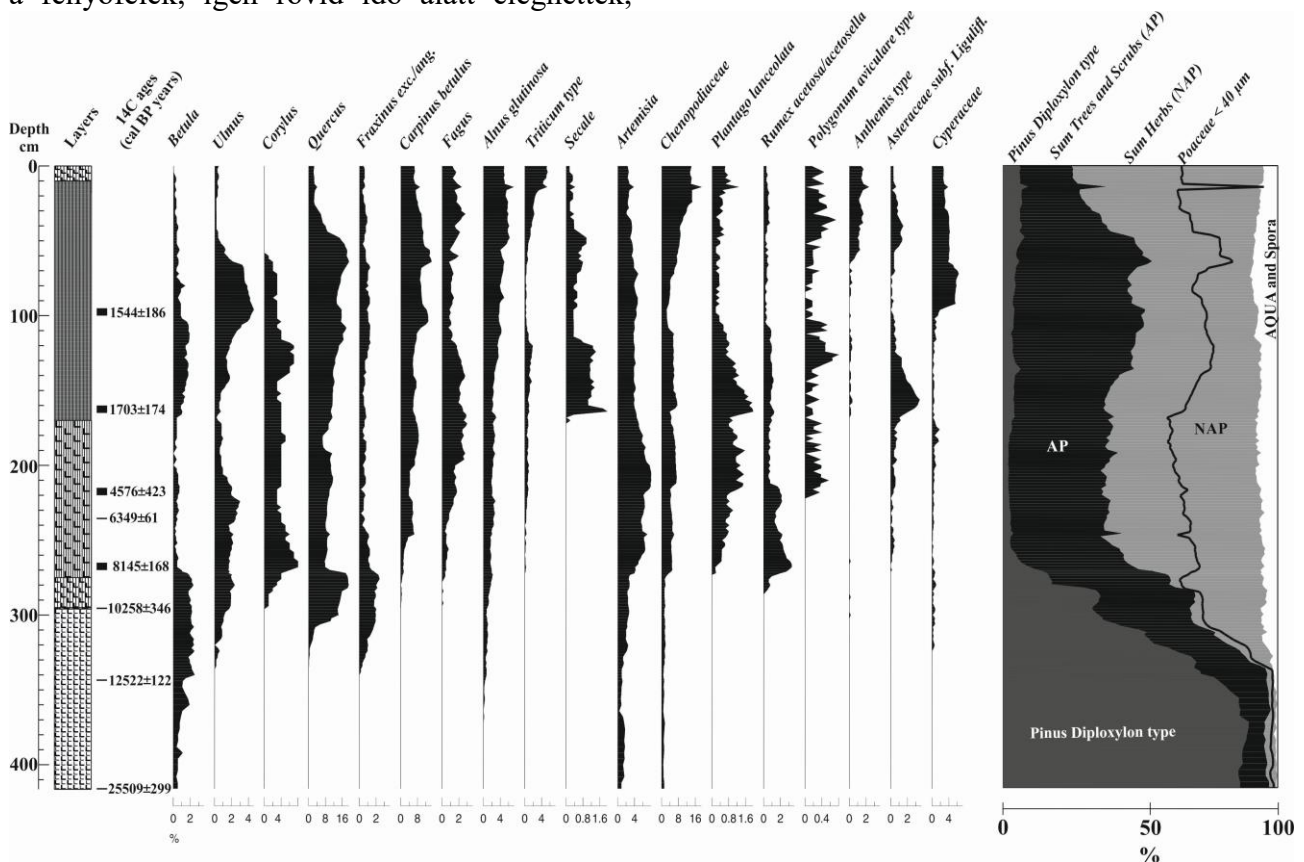
a tény a Telecskai-dombok (katymári és madarasi) északi szelvényeinek quartermalakológiai anyagát először megvizsgáló Krolopp Endre professzor írta le (KROLOPP 1989). Majd a quartermalakológiai anyag a késő-glaciális során, mintegy 16 ezer cal BP éveknél megváltozott és megjelent a közép-európai löszökben elterjedt (LOŽEK 1964; ALEXANDROWICZ 2004, 2011, 2014) de a Kárpát-medencei egykori létét sokáig tagadott, az Altáj-hegységben jelenleg is élő *Pupilla loessica* (LOŽEK 1954, 1964, 1990, HORSÁK ET AL. 2010) taxon. A késő glaciális során felmelegedő rendszert tükrözi vissza a mérsékeltövi erdőssztyeppre jellemző taxonok (*Vallonia costata*, *Chondrula tridens*, *Helicopsis striata*). A felmelegedéseket, a holocén (jelenkori) felmelegedést is legjobban visszatükröző mérsékeltövi (szubmediterrán jellegű) erdőssztyeppben elterjedten élő (WELTER-SCHULTES 2012, BÁBA 1980, 1987, 1995, 1997) *Granaria frumentum* taxon folyamatos jelenléte tükrözi vissza madarasi és a katymári löszfalak, mivel a leghidegebb LGM során is egy-két példányban, főleg a legjelentősebb hőbevételű részeken, a dombok délnyugati oldalán (SÜMEGI ET AL. 2019) fennmaradtak ennek a taxonnak példányai. Ugyanakkor a szárazföldi faunában már az LGM és postLGM szintben egyaránt jelen lévő Közép- and DDK - Európai elterjedésű, xeromezofil és termomezofil erdőssztyepp elemek váltak uralkodóvá a jégkor végén mind a madarasi szelvény kialakulóban lévő talajsíntjében, mind a kolon-tavi üledékgyűjtőből előkerült szárazföldi csigafaunában. A pannon erdőssztyeppre jellemző *Granaria frumentum*, és *Cepaea vindobonensis* karakter elemek egyedei egyaránt előkerültek ebből a jégkor végi – holocén kezdeti átmeneti szintből, mind a madarasi, mind a kolon-tavi szelvények esetében is. Ennek nyomán feltételeztük, hogy a Telecskai-dombok a pannon erdőssztyeppék lokális refúgiumát alkották a jégkor során (SÜMEGI ET AL. 2016). A fauna összetétele azt mutatja, hogy a jégkor végén kialakult mozaikos, boreális erdőssztyepp szerkezet fennmaradt, de már a holocén során szétterjedő mérsékeltövi erdőssztyepp elemek váltották le a



borealis hidegkedvelő – hidegtűrő faunaelemeket és ennek nyomán a boreális erdőssztyepp helyén egy mozaikos szerkezetű mérsékeltövi erdőssztyepp fejlődött ki. Ezzel párhuzamosan a kolon tavi fűrásszelvényben egy pernyemaximum fejlődött ki. A pernye maximum nyomán kifejlődött természetes erdőtüzek (ún. WNFM = Wild Natural Fire Maximum) nyomán fejlődött ki az átmenet a késő glaciális és kora holocén vegetációk között. A lokális malakohőmérő, pollenösszetétel, makrobotanikai adatok (SÜMEGI ET AL. 2022a, 2022b) nyomán egyértelműen egy hőmérséklet-emelkedés és ennek nyomán bekövetkezett kiszáradás (páratartalom csökkenés) során fejlődött ki ez a pernyemaximum (5. ábra).

A kolon-tavi, hajósi, császártöltési pollenösszetételben a pernyemaximummal párhuzamosan a fenyőfélék aránya drasztikusan lecsökkent és a thermomesophilous lombosfák jelentek meg, illetve arányuk fokozatosan emelkedni kezdett. Ez alapján a boreális erdőssztyepp gyúlékony elemei, mindenek előtt a fenyőfélék, igen rövid idő alatt eléghettek,

kiegíthettek, és nem újultak meg a magasabb hőmérsékleten, és a helyükre a leveleikben, növényzeti anyagukban Ca, Mg akkumuláló (WILLIS ET AL. 1995, 1997) lombhullató növények, *Betula* (nyír), *Quercus* (tölgy), *Tilia* (hárs), *Ulmus* (szil) taxonok kolonizáltak. Valószínűsíthető, hogy az emelkedő hőmérsékleten instabillá váló, döntően a túlevelű növényzet égési folyamatában szabadulhatott fel az a jelentős mennyiségű pernye, amelyet a kolon-tavi, hajósi, császártöltési üledékgyűjtő medencékben feltártunk. A pollenösszetétel változása nyomán a borealis erdőssztyepp növényzet mérsékeltövi erdőssztyeppéi növényzetté alakult át (WILLIS ET AL. 2000), azaz a (regionális – lokális) mozaikos lágyszárú és erdőfoltokból áll szerkezet megmaradt, de a fajösszetétel lecserélődött. Ez leglátványosabban a fászáruaknál látható, ahol a *Pinus* genus pollenjei visszaszorultak, és mérsékeltövi pollenek aránya emelkedett meg (SÜMEGI ET AL. 2020a, 2020b).



6. ábra: A hajósi szelvény pollenanalitikai vizsgálatának eredményei (SÜMEGI ET AL. 2020a nyomán)

Az erdőssztyepp állapotot bizonyítja, hogy a fűszárú pollenek együttes aránya 50-70 % között volt a jégkor végén és a holocén kezdetén egyaránt és ez a pollenösszetétel (PRENTICE *ET AL.* 1996, ALLEN *ET AL.* 2000, MAGYARI *ET AL.* 2010) az erdőssztyepp állapotot valószínűsíti a vizsgált üledékgyűjtő környezetében. A kolontavi üledékgyűjtőben feltárt pollenösszetétel változások jó egyezést mutatnak a kolontavi üledéksorozatban feltárt szárazföldi és madarasi szárazföldi csigafaunával. Ennek nyomán a régióban a mozaikos szerkezetű Pannon erdőssztyepp a jégkor végén, a jelenkor kezdetén, 11 – 12 ezer évek között átmeneti szintben már kialakult (SÜMEGI *ET AL.* 2016, 2020a, 2020b, 2022a, 2022b). A pernyemaximummal párhuzamosan az addig mállatlan ásványokban gazdag (minerorganikus) oligotróf tavi rendszer mészsapban gazdag Chara-tavi mezotróf tavi rendszerré alakult át, és ez geológiai változás is jelzi a területen a complex ökoszisztéma átalakulását. Ezek a változások az elemforgalom átalakulást magukkal hozták (WILLIS *ET AL.* 1997), így a Ca, Mg felszabadulását az alapkőzetből, és addig mállatlan ásványokból, az új holocén során elterjedő növényekben történő akkumulációját, majd növényzetből bemosódását jelzik az üledékgyűjtő medencébe. Ennek nyomán az üledékgyűjtő medence vize hidrogén-karbonátokba gazdaggá vált, de szervesanyagokban, mindenekelőtt foszfátokban (APOLINARSKA & HAMMARLUND 2009, PELECHATA *ET AL.* 2013) még szegény lehetett. Vagyis a globális hőmérséklet emelkedés hatására valószínűleg szelektív égés játszódott le a területen, és az égés indukálta növényzet átalakulása nyomán az egész regionális ökoszisztéma átalakult. Így az oligotróf tavi rendszer mezotróf Chara (csillárkamoszat) tóvá alakult át, míg a teresztrikus területeken karbonátban gazdag (mezőségi) talajképződés indult meg (WILLIS *ET AL.* 1995, 1997), és a régióban a mérsékeltövi erdőssztyepp alakult ki (SÜMEGI *ET AL.* 2016), és stabilizálódott. Úgy tűnik, hogy a fokozatos hőmérséklet növekedés egy ponton túl ugrásszerű páratartalom csökkenést, és jelentős környezeti, mindenekelőtt növényzeti átalakulásokat okozott a

régióban, és ez a medence közepén, déli részén kialakult, elzárt, medencebeli környezeti helyzet jelenti a legjelentősebb regionális veszélyforrást a napjainkban zajló emberi hatásra bekövetkezett globális hőmérsékletemelkedés folyamatában a területen. Mind a kora holocén, mind a jelenlegi hőmérsékletnövekedési folyamatban a vegetációs periódus (tenyészidőszak) hőmérsékletének növekedése okozta a legjelentősebb változásokat a terület páratartalmában és ezen keresztül a növényzetében (SÜMEGI *ET AL.* 2022a, 2022b).

A kora holocént követően a holocén során kevésbé jelentős hőmérsékleti fluktuációk jelentkeznek a malakofauna összetétel változása alapján. Ennek ellenére a holocén során is kialakultak pernyemaximumok. Viszont ezek a pernye maximumok korban mindig a termelő gazdálkodású közösségek (Neolit közösségek, Gödörsíros Kultúra, szarmatak, avarok, kunok) jelentősebb tömegű megjelenésénél, illetve termelési technológiai váltások (döntően nagyállattartó népek megjelenési) időbeli szintjéhez, a legelő területek növeléséhez, az erdőfoltok égetéses visszaszorításához (neolitikum, rézkor végén/bronzkor kezdetén, vaskor, római birodalmi kor, népvándorlás kora, középkor) kapcsolódtak. Az emberi hatások olyan erőteljesek voltak a császárkorban, hogy a dunai limes kiépítése során az antropogén környezet, közte az erdei vegetáció letarolása (WILLIS 1994) nyomán az észak-balkáni karbonátos aljzatú sztyepp területeken elterjedt fajok, mindenekelőtt a *Helicella obvia* csigafaj kolonizálni tudott előbb a Duna-völgyében, majd a vizsgált régió löszös felszínein is (SÜMEGI 1999a, 1999b, 2013). Ezek az égetési folyamatok, a növényzet égetéssel, túllegeltetéssel történő homogenizációja nyomán jellegzetes futóhomok mozgási szintek fejlődtek ki a Duna – Tisza közti hordalékkúp felszínén (SÜMEGI 2001, NYÁRI *ET AL.* 2014). Vagyis ez erőteljes emberi hatások nyomán a vegetáció olyan mértékben átalakult, hogy a természetes erdőssztyepp emberi hatásokra kultúrsztyeppé, kultúrsivataggá alakult a területen, és a növényzeti fedettség hiányában homokmozgási szintek, helyenként méteres vastagságú homok-

rétegek fejlődtek ki a vizsgált régióban a történelmi időkben.

Ezek a régészeti geológiai és környezet-történeti adatok a legfigyelmeztetőbb jelek a napjainkban zajló klímaváltozásához, és a régió tájhasználatához. Ugyanis jelenlegi intenzív gépesített és kemikáliákra alapozott mezőgazdaság következtében több km<sup>2</sup>, sőt helyenként 10-20 km<sup>2</sup>-es felszíneken nyitott vegetáció, tavasszal növényzettel nem fedett területek fejlődtek ki, és a vizsgált régióban kialakított Nemzeti Park természetvédelmi stratégiája (MOLNÁR 2015) sem tudja ellensúlyozni a megnövekedett emberi hatásokat, az emelkedő lokális és regionális hőmérsékleten. Ennek nyomán a növényzeti fedettség, különösen a vegetációs periódus kezdetén végzetesen lecsökken, és így a löszös felszíneken erőteljes talajpusztulás, a homok felszíneken előbb foltszerűen, majd kiterjedten intenzív futóhomok képződés indulhat meg. A jégkor végén, holocén kezdetén bár cascade típusú fokozatos változás fejlődött ki az LGM és a kora holocén között, de 12 – 11 kyr között 1000 év során 5 °C növekedés fejlődött ki - geológiai értelemben véve hirtelen. A jelenlegi, régióra vonatkozó éghajlati scenariók (KRÜZSELYI *ET AL.* 2011, BARTHOLY *ET AL.* 2014, KIS *ET AL.* 2017, 2020) alapján az elkövetkező évtizedekben, megközelítőleg egy évszázad alatt hasonló középhőmérsékleti növekedés játszódik majd le. Vagyis tízszer gyorsabban, mint a jégkor végén, a holocén kezdetén lejátszódott. Valószínűleg ez okozza majd a területen az egyik legjelentősebb környezetvédelmi (és természetvédelemre is ható) problémáját, mivel a lokális élővilág természetes elemei, a jelentős emberi hatás nyomán nehezen alkalmazodhatnak ezekhez a változásokhoz. Ugyanis ez eddigi legmelegebb hónapok lesznek az új átlaghőmérsékletek, a csapadékbevitel, különösen a tenyészidőszak csapadékbevitelére erőteljesen lecsökken, és ennek nyomán a páratartalom is drasztikusan lecsökken majd (PÁLFAI 2002), mindennek előtt a tenyészidőszakban. Ennek első nyomai a csigafauna összetételének változásában, a fauna elszegényedésében, az utóbbi 50-60 évben zajló faj- és egyedszám csökkenésében, a xerothermophilous

elemek előterébe kerülésében, dominánssá válásában, valamint az nyári időszakban kialakuló anabiózisban figyelhető meg (BÁBA 1980, 1995, 1997a, 1997b). Valószínűleg ezek a folyamatok felerősödnek a napjaink ember által indukálta hőmérsékleti változások nyomán, és a vizsgált régió a legszárazabb területe lesz a Kárpát-medencének (NÁFRÁDI *ET AL.* 2013). Ennek nyomán biztosan meg kell változtatni a tájhasználatot, mezőgazdasági tevékenységet mindenekelőtt az egyik legfontosabb növénytermesztési és állattenyésztési övezetet jelentő Bácskai löszplatonál, mert a jelenlegi intenzív, gépesített mezőgazdasági tevékenység fenntarthatatlanná válik a napjainkban zajló éghajlati változások nyomán.

#### 4. Összefoglalás

Napjainkban a negyedidőszak végi globális környezeti változásokról a legtöbb és legpontosabb adatokat az antarktisz és a grönlandi jégtakaró fúrások sokirányú elemzésével nyerték ki. Így az előző fejezetekben bemutatott, részletesen elemzett, lokális éghajlati és környezettörténeti eseményeket hordozó szelvényeinket, azok időbeli kifejlődését összehasonlítottuk a jégtakarókon végzett vizsgálatokkal, a vizsgálatok nyomán rekonstruált globális éghajlati változásokkal. Az üledékgyűjtő medencékben feltárt környezettörténeti vizsgálataink eredményeit regionális szinten a vízszintváltozások és a csapadékeloszlás szempontjából típuslelőhelyeknek tekintett svájci, spanyol és angliai lápok és tavak környezettörténeti adataival hasonlítottuk össze. Az összehasonlítások nyomán a Kárpát-medence negyedidőszak végi környezetfejlődésének menetét, a változásoknak a regionális és globális változásokkal a kapcsolatát és a többi régiótól elkülönítő, sajátos vonásait igyekeztünk feltárni. Ennek nyomán megállapíthattuk, hogy a medence centrumában és déli részén kifejlődött szárazabb régió, erdőssztyepp növényzet a medence helyzet, a hegykoszorú által kialakított csapadékárnyék következtében fejlődött ki és követte a jégkor (pleisztocén) végén is. Bár a jégkor végén, a jelentősebb lehülés következtében a páratartalom erőteljesebb volt. A hidegmaximum



(LGM) idején a legjelentősebb porakkumuláció fejlődött ki a régióban globálisan is, és jégkor végének legvastagabb szelvények alakult ki a Telecskai-dombság északi részén, Madaras község térségében. A legfontosabb vonását a dél-alföldi pleisztocén végi környezetnek az elemzett radiokarbon adatokkal korolt löszszelvények alapján abban látjuk, hogy igen kis időléptékű, néhány száz éves, maximum 1000-2000 évet átfogó éghajlat- és környezet-történeti változások is jól nyomon követhető átalakulásokat okoztak a kőzet-, valamint a faunák összetételében a szárazföldi környezetben. Így lehetőség nyílt a tengeri és a szárazföldi környezetben egyaránt kimutatott 1000-2000 éves időtartamú környezeti változások korrelációjára is. A felmelegedések során mérsékeltövi erdőössztyepp elemek (mind növényzeti, mind faunaelemek) terjedtek el, míg a lehűlések során boreális erdőössztyepp fejlődött ki a vizsgált régióban. A jégkor végén, a holocén kezdetén az átmeneti szintben egy erőteljes égés nyomán a boreális erdőössztyepp gyűlékony fenyőfái fokozatosan kiégtek. Az erdőössztyepp szerkezet megmaradt, de a boreális növényzet helyét mérsékeltövi növények vették át. Hasonló folyamat figyelhető meg a malakofaunában is, amelyben a mérsékeltövi erdőössztyepp elemek, közte vezérkövültük a *Granaria frumentum* és a *Cepaea vindobonensis* taxonok domináltak. Bár a holocén (jelenkor) során is jelentős léptékű éghajlati és környezeti változásokat mutatnak a környezettörténeti elemek (pollen, makrobotanika, malakológia), de a legerőteljesebb változások emberi hatásra alakultak ki a neolitikum, Gödörsíros kultúra, szarmata, avar, kun közösségek élettevékenysége nyomán. Éppen ezért veszélyes a napjainkban kimutatható felmelegedés (szárazodás) a régióban, mivel összekapcsolódik a gépi mezőgazdasággal. Ennek nyomán fel kell készülnünk, hogy a jelenlegi felmelegedés nyomán olyan szárazzá válik a régió, hogy a jelenlegi mezőgazdasági tevékenység fenntarthatatlanná válik a napjainkban.

## Irodalom

- ALEXANDROWICZ, W. P. 2004: Molluscan assemblages of Late Glacial and Holocene calcareous tufa in Southern Poland. *Folia Quaternaria*, 75, 3–309.
- ALEXANDROWICZ, W. P. 2011: Molluscan communities in Vistulian loess located in Chobrzany, a village near Sandomierz (Southern Poland). *Geology, Geophysics and Environment*, 37(3), 357.
- ALEXANDROWICZ, W. P. 2014: Malacological sequence of Weichselian (MIS 5-2) loess series from a profile in Grodzisko Dolne (southern Poland) and its palaeogeographic significance. *Quaternary International*, 319, 109-118.
- ALLEN, J. R., WATTS, W. A. & HUNTLEY, B. 2000: Weichselian palynostratigraphy, palaeovegetation and palaeoenvironment; the record from Lago Grande di Monticchio, southern Italy. *Quaternary International*, 73, 91-110.
- APOLINARSKA, K. & HAMMARLUND, D. 2009: Multi-component stable isotope records from Late Weichselian and early Holocene lake sediments at Imiolki, Poland: palaeoclimatic and methodological implications. *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, 24(8), 948-959.
- BARTHOLY, J., PONGRÁCZ, R. & PIECZKA, I. 2014: How the climate will change in this century?. *Hungarian Geographical Bulletin*, 63(1), 55-67.
- BÁBA, K. 1980: A history and present-day situation of the investigation of the recent land snails in the Great Hungarian Plain. *Tiscia*, 15, 93–102.
- BÁBA, K. 1983: History of the investigation of the terrestrial snails of the Great Hungarian Plain and its present situation. II. *Tiscia*, 18, 83-95.
- BÁBA, K. 1987: Mollusca from the Kiskunság National Park. In: MAHUNKA, S. (ed.) *The Fauna of the Kiskunság National Park*. Magyar Természettudományi Múzeum Kiadványa, Budapest, 47–62.
- BÁBA, K. 1995: Seasonal malacological examinations at grass-lands of Southern Great-Plain (Hungary). *Malacological Newsletter*, 14, 47-59.
- BÁBA, K. 1997: Characteristic processes in the succession of snail assemblages in the plant associations of continental sand dunes of the Danube-Tisza mid-region and of the Kiskunság National Park (Hungary). *Nachrichtenblatt der Ersten Vorarlberger Malakologischen Gesellschaft*, 5, 45–56.
- BÁBA, K. 1997: Changes in terrestrial snail assemblages in the organogenic successional sere in response to antropogenic influences. *Heldia*, 4(5): 125–129.
- CLARK, P. U. & MIX, A. C. 2002: Ice sheets and sea level of the Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews*, 21, 1-7.

- DÁNIEL, P. 2004: Methods of the five-step extraction-digestion method. pp. 53-56., Results of the five-step extraction-digestion method. In: Sümegei, P. & Gulyás, S. (eds.) *The geohistory of Bátorliget Marshland*. Archaeolingua Press, Budapest, 98-108.
- FÉNYES, J. 1983: A Duna-Tisza közti tőzeges tavak fejlődéstörténete Mollusca-fauna vizsgálatok alapján. *Alföldi Tanulmányok*, **7**, 7-26.
- HORSÁK, M., CHYTRÝ, M., DANIHELKA, J., KOČÍ, M., KUBEŠOVÁ, S., LOSOSOVÁ, Z., OTÝPKOVÁ, Z. & TICHÝ, L. 2009: Snail faunas in the Southern Ural forests and their relations to vegetation: an analogue of the Early Holocene assemblages of Central Europe? *Journal of Molluscan Studies*, **76**, 1-10.
- HORSÁK, M., CHYTRÝ, M., POKRYSZKO, B. M., DANIHELKA, J., ERMAKOV, N., HÁJEK, M., HÁJKOVÁ, P., KINTROVÁ, K., KOČÍ, M., KUNEŠOVÁ, S., LUSTYK, P., OTÝPKOVÁ, Z., PELÁNKOVÁ, B. & VALACHOVIČ, M. 2010: Habitats of relict terrestrial snails in southern Siberia: lessons for the reconstruction of palaeoenvironments of full-glacial Europe. *Journal of Biogeography*, **37**, 1450-1462.
- HORSÁK, M., JURICKOVÁ, L., & PÍCKA, J. 2013: *Molluscs of the Czech and Slovak Republics*. Kabourek, Zlin, 264 p.
- HUPUCZI, J. & SÜMEGEI, P. 2010: The Late Pleistocene paleoenvironment and paleoclimate of the Madaras section (South Hungary), based on preliminary records from mollusks. *Central European Journal of Geoscience*, **2**, 64-70.
- KIS, A., PONGRÁCZ, R., BARTHOLY, J. 2017: Multi-model analysis of regional dry and wet conditions for the Carpathian Region. *International Journal of Climatology*, **37**, 4543-4560.
- KIS, A., PONGRÁCZ, R., BARTHOLY, J., GOCIC, M. & MILANOVIC, M. 2020: Multi-scenario and multi-model ensemble of regional climate change projections for the plain areas of the Pannonian Basin. *Quarterly Journal of The Hungarian Meteorological Service*, **124**, 157-190.
- KROLOPP, E. 1989: A madarasi téglagyári löszfeltárás malakológiai vizsgálata. *Cumania*, **11**, 13-27.
- KRÜZSELYI, I., BARTHOLY, J., HORÁNYI, A., PIECZKA, I., PONGRÁCZ, R., SZABÓ, P., SZÉPSZÓ, G. & TORMA, C. 2011: The future climate characteristics of the Carpathian Basin based on a regional climate model mini-ensemble. *Advances in science and research*, **6**, 69-73.
- LEHMKUHL, F., BÖSKEN, J., PÖTTER, S., SPRAFKE, T., SCHULTE, P., JARY, Z., ANTOINE, P., WACHA, L., WOLF, D., ZERBONI, A., HOŠEK, J., MARKOVIĆ, S.B., OBREHT, I., SÜMEGEI, P., VERES, D., BOEMKE, B., SCHAUBERT, V., VIEHWEGER, J. & HAMBACH, U. 2021: Loess landscapes of Europe – mapping, geomorphology and zonal differentiation. *Earth-Science Reviews*, **211**, 1-82.
- LOŽEK, V. 1954: Neue Mollusken aus dem Tschechoslowakischen Pleistozän: *Vertigo pseudosubstriata* sp. n., *Pupilla muscorum densegyrata* spp. n., und *Pupilla loessica* sp. n. *Antropozoikum*, **3**, 327-343.
- LOŽEK, V. 1964: *Quartärmollusken der Tschechoslowakei*. Rozprawy Ústředního ústavu geologického, **31**, 1-374.
- LOŽEK, V. 1965: The relationship between the development of soils and faunas in the warm Quaternary phases. *Anthropozoikum*, **13**, 7-51.
- LOŽEK, V. 1990: Molluscs in loess, their paleoecological significance and role in geochronology - Principles and methods. *Quaternary International*, **7**, 71-79.
- LOŽEK, V. 2001: Molluscan fauna from the loess series of Bohemia and Moravia. *Quaternary International*, **76**, 141-156.
- MAGYARI, E. K., CHAPMAN, J. C., PASSMORE, D. G., ALLEN, J. R. M., HUNTLEY, J. P., HUNTLEY, B. 2010: Holocene persistence of wooded steppe in the Great Hungarian Plain. *Journal of Biogeography*, **37**(5), 915-935.
- MIHÁLTZ, I. 1953: Az Észak-Alföld keleti részének földtani térképezése. *Földtani Intézet jelentése 1951-ről*, 61-68.
- MIHÁLTZ, I. & MIHÁLTZNÉ FARAGÓ, M. 1944: A Duna-Tisza közti édesvízi mészkő-képződmények. *Alföldi Tudományos Intézet Évkönyve*, Szeged, 1-14.
- MIHÁLTZ, I. & MIHÁLTZNÉ FARAGÓ, M. 1965: Attempt at a pollen chronology in Quaternary fluvial deposits. *Acta Biologica*, **11**(3-4), 295-299.
- MOLNÁR, B. 2015: *A Kiskunsági Nemzeti Park földtana és vízföldtana*. JATEPress, Szeged, p. 523.
- MOLNÁR, B. & GEIGER, J. 1995: Possibility for subdividing apparently homogeneous depositional sequences by combined use of sedimentological, palaeontological and mathematical method. *GeoJournal*, **36**, 169-177.
- MOLNÁR, B. & KROLOPP, E. 1978: Latest Pleistocene Geohistory of the Bácska Loess Area. *Acta Mineralogica-Petrographica Szegediensis*, **22**, 245-265.
- MOLNÁR, B. & KUTI, L. 1978a: A Kiskunsági Nemzeti Park III. sz. területén található Kistréti-, Zabszék- és Kelemenszék-tavak keletkezése és limnogeológiai története. *Hidrológiai Közöny*, **58**(5), 216—228.
- MOLNÁR, B. & KUTI, L. 1978b: A Kiskunsági Nemzeti Park III. sz. területén található Kistréti-, Zabszék- és Kelemenszék-tavak környékének talajvízföldtani viszonyai. *Hidrológiai Közöny*, **58**(5), 347-355.
- MOLNÁR, B. & IVÁNYOSI-SZABÓ, A. & FÉNYES, J. 1979: A Kolon-tó kialakulása és limnogeológiai fejlődése. *Hidrológiai Közöny*, **59**(12), 549-561.
- MUCSI, M. 1963: Finomrétegtani vizsgálatok a kiskunsági édesvízi karbonát-képződményekben. *Földtani Közöny*, **93**(3), 373-385.
- NYÁRI, D., KNIPL, I., SIPOS, GY. & KISS, T. 2014: Environmental changes in historical times near Apostag on the Danube-Tisza interfluvium, Hungary (a complex research based on archaeological excavation and geomorphological investigations).

- Journal of Environmental Geography*, **7** (3–4), pp. 39–47.
- PÁLFAL, I. 2002: Magyarország szárazsági övezetei. *Vízügyi Közlemények*, **84**, 323-357.
- PÁLL, D. G., HUPUCZI, J., GULYÁS, S., VERES, ZS. & SÜMEGI, P. 2013: Micromorphological investigations on two paleosol horizons of the loess/paleosol sequence of Madaras. *Central European Geology*, **56**, 337-358.
- PELECHATY, M., PUKACZ, A., APOLINARSKA, K., PELECHATA, A. & SIEPAK, M. 2013: The significance of Chara vegetation in the precipitation of lacustrine calcium carbonate. *Sedimentology*, **60**(4), 1017-1035.
- PERSAITS, G. & SÜMEGI, P. 2011: A fitolitok szerepe a régészeti geológiai és környezettörténeti minták értékelésében. In: UNGER, J., PÁL-MOLNÁR, E. (szerk.) *Geoszférák 2010*. GeoLitera, Szeged, 307-354.
- PIGATI, J. S., QUADE, J., SHANAHAN, T. M. & HAYNES JR., C. V. 2004: Radiocarbon dating of minute gastropods and new constraints on the timing of spring-discharge deposits in southern Arizona, USA. *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*, **204**, 33- 45.
- PIGATI, J. S., RECH, J. A. & NEKOLA, J. C. 2010: Radiocarbon dating of small terrestrial gastropod shells in North America. *Quaternary Geochronology*, **5**, 519-532.
- PIGATI, J. S., MCGEEHIN, J. P., MUHS, D. R. & BETTIS III, E. A. 2013: Radiocarbon dating late Quaternary loess deposits using small terrestrial gastropod shells. *Quaternary Science Reviews*, **76**, 114-128.
- PRENTICE, I. C., GUIOT, J., HUNTLEY, B., JOLLY, D., CHEDDADI, R. 1996: Reconstructing biomes from palaeoecological data: a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka. *Climate Dynamics*, **12**, 185–194.
- REIMER, P. J., BARD, E., BAYLISS, A., BECK, J. W., BLACKWELL, P. G., BRONK RAMSEY, C., BUCK, C. E., CHENG, H., EDWARDS, R. L., FRIEDRICH, M., GROOTES, P. M., GUILDERSON, T. P., HAFLIDASON, H., HAJDAS, I., HATTÉ, C., HEATON, T. J., HOGG, A. G., HUGHEN, K. A., KAISER, K. F., KROMER, B., MANNING, S. W., NIU, M., REIMER, R. W., RICHARDS, D. A., SCOTT, E. M., SOUTHON, J. R., TURNER, C. S. M. & VAN DER PLICHT, J. 2014: IntCal13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0-50000 years calBP. *Radiocarbon*, **55**, 1869-1887.
- ROUSSEAU, D. D. 1990: Statistical analyses of loess molluscs for paleoecological reconstructions. *Quaternary International*, **7**, 81-89.
- ROUSSEAU, D. D. 1991: Climatic transfer function from Quaternary molluscs in European loess deposits. *Quaternary Research*, **36**, 195-209.
- ROUSSEAU, D. D. & KUKLA, G. 1994: Late Pleistocene climate record in the Eustis loess section, Nebraska, based on land snail assemblages and magnetic susceptibility. *Quaternary Research*, **42**, 176-187.
- SÜMEGI, P. 1989: *Hajdúság felső, pleisztocén fejlődéstörténete finomrétegtani (üledéktani, őslénytani, geokémiai) vizsgálatok alapján*. Egyetemi doktori értekezés, Debrecen, 96 p.
- SÜMEGI, P. 1996: *Az ÉK-magyarországi löszterületek összehasonlító őskörnyezeti és sztratigráfiai értékelése*. Kandidátusi értekezés, Budapest-Debrecen, 120 p.
- SÜMEGI, P. 1999a: Csigák és kagylók a régészeti kutatásokban. I. *Természet Világa*, **130**, 454-457.
- SÜMEGI, P. 1999b: Csigák és kagylók a régészeti kutatásokban. II. *Természet Világa*, **130**, 513-515.
- SÜMEGI, P. 1996: *Az ÉK-magyarországi löszterületek összehasonlító őskörnyezeti és sztratigráfiai értékelése*. Kandidátusi értekezés, Budapest-Debrecen, 120 p.
- SÜMEGI, P. 2001: Kiskunság a középkorban – geológus szemmel. In: HORVÁTH, F. (szerk.) *A csengelei kunok ura és népe*. Archaeolingua Kiadó, Budapest, 313-317.
- SÜMEGI, P. 2005: *Loess and Upper Paleolithic environment in Hungary*. Aurea Kiadó, Nagykovácsi, p. 312.
- SÜMEGI, P. 2007: *Magyarország negyedidőszak végi környezettörténete*. MTA Doktori Értekezés, Budapest-Szeged, p. 428.
- SÜMEGI, P. 2019: Refuting ideas based on a small batch of data: malacothermometry aid in the reconstruction of mean July paleo-temperatures in the Carpathian Basin for the last glacial of the Pleistocene. *Archeometriai Műhely*, **XVI/3**, 143-166.
- SÜMEGI, P. & HERTELENDI, E. 1998: Reconstruction of microenvironmental changes in Kopasz Hill loess area at Tokaj (Hungary) between 15,000 – 70,000 BP years. *Radiocarbon*, **40**, 855-863.
- SÜMEGI, P. & KROLOPP, E. 2002: Quartermalacological analyses for modeling of the Upper Weichselian palaeoenvironmental changes in the Carpathian Basin. *Quaternary International*, **91**, 53-63.
- SÜMEGI, P., PERSAITS, G. & GULYÁS, S. 2012: Woodland-Grassland Ecotonal Shifts in Environmental Mosaics: Lessons Learnt from the Environmental History of the Carpathian Basin (Central Europe) During the Holocene and the Last Ice Age Based on Investigation of Paleobotanical and Mollusk Remains. In: MYSTER, R.W. (ed.) *Ecotones Between Forest and Grassland*. Springer Press, New York, 17-57.
- SÜMEGI, P., GULYÁS, S., CSÖKMEI, B., MOLNÁR, D., HAMMBACH, U., MARKOVIC, S. & STEVENS, T. 2013: Climatic fluctuations inferred for the Middle and Late Pleniglacial (MIS2) based on high, resolution (~ca.20 y) preliminary environmental magnetic investigation from the loess profile of Madaras brickyard (Hungary). *Central European Geology*, **55**, 329-345.



- SÜMEGI, P., NÁFRÁDI, K., MOLNÁR, D. & SÁVIA, SZ. 2015: Results of paleoecological studies in the loess region of Szeged-Óthalom (SE Hungary). *Quaternary International*, **372**, 66–78.
- SÜMEGI, P., MOLNÁR, D., GULYÁS, S., NÁFRÁDI, K., SÜMEGI, B. P., TÖRÖCSIK, T., PERSAITS, G., MOLNÁR, M., VANDENBERGHE, J., LIPING ZHOU 2019: High-resolution proxy record of the environmental response to climatic variations during transition MIS3/MIS2 and MIS2 in Central Europe: the loess-palaeosol sequence of Katymár brickyard (Hungary). *Quaternary International*, **504**, 40-55.
- SÜMEGI, P., GULYÁS, S., MOLNÁR, D., SZILÁGYI, G., SÜMEGI, B. P., TÖRÖCSIK, T. & MOLNÁR, M. 2020a: <sup>14</sup>C dated chronology of the thickest and best resolved loess/paleosol record of the LGM from SE Hungary based on comparing precision and accuracy of age, depth models. *Radiocarbon*, **69**, 403-417.
- SÜMEGI, P., NÁFRÁDI, K., TÖRÖCSIK, T., JAKAB, G., BODOR, E., MOLNÁR, M., SÜMEGI, B. P., TAPODY, R.O., KNIPL, I., KUSTÁR, R. & BÁNFFY, E. 2020b: Prehistoric environment of the Sárköz region in the Danube Valley, southern Hungary. Case studies from infilled oxbow lakes. In: BÁNFFY, E. (ed.) *The Environmental History of the Prehistoric Sárköz Region in Southern Hungary*. Confinia et Horizontes, Harrassowitz Verlag, Darmstadt, 83-158.
- SÜMEGI, P., MOLNÁR, D., GULYÁS, S., MOLNÁR, M., SÜMEGI, B. P., MAKÓ, L., ALMOND, P., ZEEDEN, C., TÖRÖCSIK, T., BÖSKEN, J. & LEHMKUHL, F. 2021: New chronology and extended paleoenvironmental data to the 1975 loess profile of Madaras brickyard, South Hungary. *Journal of Quaternary Science*, **8**, 1-18
- SÜMEGI, P., MOLNÁR, D., NÁFRÁDI, K., MAKÓ, L., CSEH, P., TÖRÖCSIK, T., MOLNÁR, M. & ZHOU, L. 2022a: Vegetation and land snail-based reconstruction of the palaeoecological changes in the forest steppe ecoregion of the Carpathian Basin during last glacial warming. *Global Ecology and Conservation*, **33**, e01976.
- SÜMEGI, P., MOLNÁR, D., GULYÁS, S., STEVENS, T., MAKÓ, L., CSEH, P., MOLNÁR, M., FITZSIMONNS, K., NETT, J., HLAVATSKY, D. & LEHMKUHL, F. 2022b: Inconsistency between high-resolution <sup>14</sup>C and preliminary luminescence-based chronologies of the MIS2 Madaras loess/paleosol sequence, Hungary: implications for other chronological studies. *Quaternary*, **4**(4), 1-47.
- STIEBER, J. 1967: Faszén elemzés a madarasi löszszelvényből. *Archaeologiai Értesítő*, **94**, 192-192.
- SZELEPCSÉNYI, Z., BREUER, H. & SÜMEGI, P. 2014: The climate of Carpathian Region in the 20th century based on the original and modified Holdridge life zone system. *Central European Journal of Geosciences*, **6**, 293-307.
- SZELEPCSÉNYI, Z., BREUER, H., KIS, A., PONGRÁCZ, R. & SÜMEGI, P. 2018: Assessment of projected climate change in the Carpathian Region using the Holdridge life zone system. *Theoretical and Applied Climatology*, **31**, 1-18.
- TÖRÖCSIK, T., SÜMEGI, P., MAJKUT, P., PÁLL, D. G., PERSAITS, G., TÓTH, CS., VERES, ZS. & SÜMEGI, B. P. 2014: Az izzási Kolon – tó fejlődéstörténete radiokarbon adatokkal korolt paleoökológiai adatok alapján. In: SÜMEGI, P. (szerk.) *Környezettörténeti kutatások a dunai Alföldön*. GeoLittera Kiadó, Szeged, 173 – 184.
- VÁRI, T. Zs., GULYÁS, S. & SÜMEGI, P. 2023: Reconstructing the paleoenvironmental evolution of Lake Kolon (Hungary) through integrated geochemical and sedimentological analyses of Quaternary sediments. *Quaternary*, **6**(3), 39-60.
- VÁRI, T. Zs., PÁL-MOLNÁR, E. & SÜMEGI, P. 2024: Reconstructing the Paleoenvironmental Evolution of Lake Kolon (Hungary) through Palaeoecological, Statistical and Historical Analyses. *Diversity*, **16**(1), 67-83.
- ÚJVÁRI, G., KOVÁCS, J., VARGA, G., RAUCSIK, B. & MARKOVIĆ, S. B. 2010: Dust flux estimates for the Last Glacial Period in East Central Europe based on terrestrial records of loess deposits: a review. *Quaternary Science Reviews*, **29**, 3157-3166.
- ÚJVÁRI, G., MOLNÁR, M., NOVOTHNY, Á., PÁLL-GERGELY, B., KOVÁCS, J. & VÁRHEGYI, A. 2014: AMS <sup>14</sup>C and OSL/IRSL dating of the Dunaszekcső loess sequence (Hungary): chronology for 20 to 150 ka and implications for establishing reliable age-depth models for the last 40 ka. *Quaternary Science Reviews*, **106**, 140-154.
- WELTER-SCHULTES, F. 2012: *European non-marine mollusc, a guide for species identification*. Planet Poster Edition, Göttingen, p. 674.
- WILLIS, K. J. 1994. The vegetational history of the Balkans. *Quaternary Science Reviews*, **13**(8), 769-788.
- WILLIS, K. J., SÜMEGI, P., BRAUN, M. & TÓTH A. 1995: The Late Quaternary environmental history of Bátorliget, N.E. Hungary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **118**, 2- 47.
- WILLIS, K.J., BRAUN, M., SÜMEGI, P., TÓTH A. 1997: Does soil change cause vegetation change or vice, versa? A temporal perspective from Hungary. *Ecology*, **78**. 740-750.
- WILLIS, K. J., RUDNER, E. & SÜMEGI, P. 2000: The full-glacial forests of central and southeastern Europe: Evidence from Hungarian palaeoecological records. *Quaternary Research*, **53**, 203-213.
- XU, B., GU, Z., HAN, J., HAO, Q., LU, Y., WANG, L., WU, N. & PENG, Y. 2011: Radiocarbon age anomalies of land snail shells in the Chinese Loess Plateau. *Quaternary Geochronology*, **6**, 383-389.

# A karni csapadékos esemény (CPE) hatása a kagylósrák együttesekre a Nyugati-Neotethysben: bizonyítékok a Dunántúli-középhegység felső triász karbonátos és sziliciklasztos rétegsoraiban

Tóth Emőke<sup>1\*</sup>, Baranyi Viktória<sup>2</sup>, Xin Jin<sup>3</sup>, Karádi Viktor<sup>1</sup>, Budai Tamás<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ELTE TTK FFI Őslénytani Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter stny. 1/C; [emoke.mohr@ttk.elte.hu](mailto:emoke.mohr@ttk.elte.hu);

<sup>2</sup>Croatian Geological Survey, Department of Geology, Zagreb, Croatia;

<sup>3</sup>Chengdu University of Technology, State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation and Key Laboratory of Deep-Time Geography and Environment Reconstruction and Applications of Ministry of Natural Resources, Chengdu, China;

<sup>4</sup>Pécsi Tudományegyetem, Földtani és Meteorológiai Tanszék, Pécs

A Dunántúli-középhegység felső triász rétegsorai jól dokumentálják a klíma- és környezetváltozásokat. A Dunántúli-középhegység üledékes kőzetei a triász folyamán az Északi-Mészkőalpok és a Déli-Alpok szomszédságában a Neotethys-óceán selfjének nyugati medencéjében képződtek. A nyugat-tethysi üledékes rétegsorok jól reprezentálják a sziliciklasztit behordásának megnövekedését a tengeri medencékbe a karni folyamán. Az intenzívebbé váló terrigén beszállítódás oka az üvegház állapothoz vezető körülmények fokozódása, a globális felmelegedés és a hidrológiai ciklus felgyorsulása volt, amit összefoglalóan “karni csapadékos esemény”-nek nevezünk. A globális környezeti változások intenzív vulkáni tevékenységhez - a Wrangellia Nagy Magmás Provinciához - és a szénciklus zavarához köthetők. Ennek bizonyítékai a kimutatott negatív szénizotóp kilengések (NCIEs) a juli 2-ben és a tuvaliban, amelyeket a szárazföldi és tengeri ökoszisztéma átrendeződése követett. A CPE hatása a Dunántúli-középhegységben is nyomon követhető, ahol a karbonátos alsó karni pelágikus üledékeket (Füredi Mészkő) felváltotta a egyes sziliciklasztos-karbonátos üledékek (Veszprémi Márga és Sándorhegyi Formáció) képződése az intraplatform medencékben.

A Veszprémi Márga korábbi palinológiai és agyagásvány vizsgálatai megerősítették, hogy az uralkodóan arid klímát felváltó csapadékos környezetben intenzívebbé vált a kontinentális hidrolízis és mállás. A deltakörnyezetek

kiterjedése és a megnövekedett terrigén beszállítódás hatással volt a kagylósrák együttesekre is mind a partközeli és mind a parttávoli környezetekben. A karni kagylósrák faunák diverzitás változásait hat dunántúli-középhegységi fúrás (Óbudavár Ob-1, Balatonhenye Bht-6, Balatonfüred Bfü-1, Barnag Bat-2, Mencshely Met-1 és Veszprém V-1), továbbá két felszíni feltárás (Csukréti-árok és Nosztori-völgy) karni rétegsorának megmintázásával vizsgáltuk meg.

A juli 2 során, amikor a karni csapadékos esemény megkezdődött, kimutatható volt a kagylósrák fauna elszegényedése, a sima vázú *Bairdia*-félék és a Healdiidae családba tartozó *Hungarellák* egyedszámának csökkenése a juli 1 együttesekhez képest. A *Hungarellák* és *Bairdiák* arányát a sziliciklasztit behordódás mértéke határozta meg. A sima vázú *Bairdiák* dominánssá válása akkor volt jellemző, amikor a terrigén influx csökkent és a platformok progradációja határozta meg az üledék-képződést. A folyamat csúcspontja, és így a delta és mocsári környezetek kiterjedésének maximuma, valamint a karbonátgyarak megfulladása a juli 2 késői szakaszára tehető. A kagylósrák faunára a késő juli rétegsorokban a Platycopákhoz tartozó *Bektasia* egyedének dominanciája a jellemző, ami sekélyedést, a karni medencék feltöltődését, és stressz-környezetet jelez a tengerfenéken a sziliciklasztit behordódás eredményeképpen.

A juli/tuvali határon a tengeri gerinctelen csoportok egy része eltűnik (köztük a bentosz

foraminiferák is), a kagylósrák faunákban pedig egy nagyon kis diverzitású, de nagy egyed-számú brakkvízi együttes jelenik meg, a *Simeonella* és *Renngartenella* taxonok dominanciájával. Ez a speciális együttes a teljes nyugat-tethysi régióban nyomon követhető, egészen a Gondwana északi selfjéig. A kagylósrákok diverzitás-változása és a bentosz foraminiferák szinte teljes hiánya az éghajlat csapadékosabbá válásához köthető sótartalom változással és a korlátozott vízcirkulációjú intraplatform medence környezettel van összefüggésben, ahol ez a speciális együttes élhetett vagy vázai viharok, illetve folyóvízi behordás által besodródhattak. A tuvali folyamán újra

helyreállt a karbonáttermelés, ami tükröződik a sekélytengeri bentosz közösségek diverzifikációjában is. A kagylósrák faunákban megjelennek a díszített *Bairdia*-félék és az *Aulotortus–Triadodiscus–Nodosaria* dominanciájú foraminifera közösségek visszatérnek.

A tanulmány az NKFIH FK 134229 projekt, az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj és a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-5 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült. A kutatás a Horvát Földtani Intézet „WEGETA” belső kutatási projektjének keretében készült, amelyet a National Recovery and Resilience Plan 2021–2026 of the European Union – NextGenerationEU finanszírozott, amelyet Horvátország Tudományos és Oktatási Minisztériuma koordinál.



# Objektív alakelemző módszerek az őslénytani szolgálatában

Virág Attila<sup>1</sup>, Pazonyi Piroska<sup>2</sup>, Karádi Viktor<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ELTE TTK, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Kőzettan-Geokémiai Tanszék, 1117 Budapest, PázmányPéter sétány1/c; [attila.virag@ttk.elte.hu](mailto:attila.virag@ttk.elte.hu);

<sup>2</sup> HUN-REN-MTM-ELTE Paleontológiai Kutatócsoport, 1083 Budapest, Ludovika tér 2.;

<sup>3</sup> ELTE TTK, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Őslénytani Tanszék, 1117 Budapest, PázmányPéter sétány1/c

## 1. Bevezetés

A morfortaxonómia a paleontológiai munkák egyik alappillére. Segítségével azonosíthatók és rendszerezhetők a kutatás tárgyát képező élőlények. A szakértői tapasztalaton alapuló ősmaradvány-határozást napjainkban egyre több objektív, geometriai morfometriai (GM) módszer egészíti ki. Ezek a matematika komplex eszköztára révén segítik a példányok csoportosítását és az egyazon alakkörbe tartozó formák természetes változékonyságának felmérését, de akár leszármazási vonalak feltárására is alkalmazhatók. Jelen tanulmányban a landmark (LM) pontokra, valamint a Fourier-együtthatókra (FE) alapozott alakelemzés menetét mutatjuk be az NKFIH FK 128741-es számú projekt keretében elemezett gerincesek fogkörvonalainak példáin keresztül.

## 2. Ürgefogak

A *Spermophilus* genus (Rodentia: Sciuridae: Xerinae) képviselői a késő-pliocénben (2,6 millió évvel ezelőtt) jelentek meg, és a késő-pleisztocénben váltak igen gyakorivá. A nemzetség legnyugatibb elő-fordulását a Közép-Európában honos közönséges ürgék (*S. citellus*) képezik. A középső-pleisztocén és a koraholocén között ezt a területet a hasonló megjelenésű, de azóta már kihalt *S. citelloides* lakta. Utóbbit KORMOS (1915) több mint egy évszázaddal ezelőtt írta le a Pilisszántói-kőfülke anyagából. A koponya- és fogazat modern elvárásoknak is megfelelő, részletes leírására azonban csak a közelmúltban került sor (SINITSA ET AL. 2021).

Az itt tárgyalt kutatás részeként GM elemzést végeztünk azon ürgefajokhoz (*S. alaskanicus*, *S. citellus*, *S. dauricus*, *S. suslicus*, *S. xanthoprimum*) tartozó fogak

occlusalis körvonalán, amelyek SINITSA ET AL. (2019) koponya-anatómiai karaktermátrixon alapuló kladsztikai vizsgálata során az *S. citelloides* fajjal közeli rokonságban állónak bizonyultak. Ehhez összesen 500 egyed 2013 fogát fotóztuk le. A felső fogsorból a P3-4, M1-3, az alsó fogsorból pedig a p4 és az m1-3 fogakat vizsgáltuk.

### 2.1. Módszerek

A körvonalak digitalizálása manuálisan történt. A kétoldali szimmetria kiküszöbölése céljából a bal oldali fogakat tükröztük. Minden fogpozícióhoz meghatároztunk egy könnyen felismerhető kiindulási helyzetet, majd a kontúrokra körülbelül 50-90 alakleíró pontot helyeztünk fel az óramutató járásával ellenkező irányban haladva az ImageJ (v.1.52a) Multi-point eszközének segítségével. Ezeket az egyenletes távolság elérése érdekében az R (v.3.5.2.) környezet Morpho könyvtárának equidistantCurve parancsával 40 pontra ritkítettük. Ezt követően mindegyiket a teljes fogkörvonal súlypontjától vett távolsága függvényeként fejeztünk ki. Az így létrejött görbe első deriváltjának előjelváltásai alapján ki tudtuk választani az eredeti körvonal konvex és konkáv szegmenseinek maximumait. A digitalizáció pontatlanságára és az egyéni alakkülönbségekre visszavezethető zajból fakadó hamis pontok eltüntetéséhez a kiválasztott koordinátákat hierarchikus klaszteranalízisnek vetettük alá, majd a kapott dendrogramokat fogpozíciótól függően 4-6 csoportra vágtuk. Az azonos klaszterbe tartozó pontok közül csak a központi helyzetűt tartottuk meg. Ezzel értük el, hogy az azonos fogtípusba sorolható példányokra mindig egyenlő számú, következetesen azonosítható LM pont kerüljön. A köztes kontúrszegmensek finomabb részleteit azok

átlagos hosszától függően 1-10, a fent említett parancs által felhelyezett ponttal jellemeztük. A fogak méretéből, forgatásából, valamint a fényképen való elhelyezkedésükből adódó esetleges eltéréseket Prokrusztész-illesztés segítségével küszöböltük ki.

A pontkonfigurációkat kanonikus varianciaanalízisnek (CVA) vetettük alá. A létrehozott sokdimenziós térben minden fogpozíció és faj esetében meghatároztuk a kérdéses csoport centroidjának koordinátáit, majd ezeket agglomeratív hierarchikus klaszterelemzésnek vetettük alá. Az eredményül kapott kilenc dendrogram az egyes fajok fogainak rágófelszín felől nézett körvonalának hasonlóságát mutatja be. Ezeket az ape könyvtár felhasználásával egyetlen többségi konszenzusfává egyesítettük.

## 2.2. Eredmények

A fent leírt kutatás legfontosabb tanulságai a következők: 1) Az *S. citelloides* a többi fajjal nagyjából azonos területet foglal el a CVA által létrehozott morfotérben, vagyis fogalakjának változékonysága a recens formákkal közel megegyező mértékű. 2) Az összes fogpozíciót figyelembe véve alapvetően jól elkülönül a többi közelrokon ürgétől, tehát a faj érvényesnek tekinthető. 3) Fogainak alakja az M1 és a P3 kivételével a gyöngyös ürgére (*S. suslicus*) emlékeztet, ami megerősíti a koponya-anatómia alapján korábban létrehozott leszármazástani elképzelést.

Ezek az eredmények rámutattak arra, hogy a jelenlegihez hasonló GM módszerek alkalmasak lehetnek egyszerű körvonalú gerincesfogak vizsgálatára, taxonómiai vagy akár filogenetikai következtetések levonására. Az itt tárgyalt protokoll legnagyobb hátránya, hogy a körvonaldigitalizáció első lépése manuális, így tehát rendkívül időigényes. A teljes kontúr rögzítése azonban megengedi, hogy a kritikus LM pontokat egy automatizált algoritmus azonosítsa helyettünk, ami jelentősen növeli az eredmények objektivitását és reprodukálhatóságát, valamint a különböző kutatók által végzett vizsgálatok összehasonlíthatóságát.

## 3. Pocok- és lemmingfogak

A pocokformák (Rodentia: Cricetidae: Arvicolinae) őrlőfogai igen jellegzetes alakúak. Az alsó első őrlőfog mesialis részét sisaknak hívjuk, amit a nyak választ el a rágófelszín többi, a zománc oldalirányú befűződése által occlusalis nézetben háromszögre tagolt részétől. A fog distalis végén található hurok a talonid.

A pocokformák több evolúciós vonala esetében is jellemző, hogy a sisakrégió oldalirányú befűződése révén egyre több háromszög jelent meg az m1-es fogon, a proalis állkapocsmozgású állatok esetében ugyanis az orofaciális vágóélek számának növekedése hatékonyabb táplálékfeldolgozást tesz lehetővé. A csoport gyors evolúciója ahhoz vezetett, hogy a fogak körvonala gyakran fajra jellemző bélyegeket hordoz.

Az itt tárgyalt kutatás során azt jártuk körül, hogyan segítheti egy a korábbiakhoz hasonló GM elemzés a recens és fosszilis lemmingek (*Borsodia newtoni*, *B. petenyii*, *Lagurodon arankae*, *Lagurus lagurus*, *Prolagurus pannonicus*, *Villanyia eleonora*, *V. exilis*, *V. klochnevi*, *V. laguriformes*) és pockok (*Agricola agrestis*, *Alexandromys oeconomus*, *Allophaiomys pliocaenicus*, *A. praehintoni*, *Microtus arvalis*, *M. nivalinus*, *M. nivaloides*, *Terricola arvalidens*, *T. hintoni*, *T. subterraneus*) taxonómiai határozását és morfoevolúciós folyamatainak megértését. Ehhez összesen 5433 fogat fotóztunk le.

### 3.1. Módszerek

A manuális körvonaldigitalizáció a 2.1-es fejezetben foglaltakkal megegyezően zajlott, ezúttal azonban az egyes fogakon a sisaktól kiindulva 120-150 alakleíró teltünk fel, majd ezeket az equidistantCurve paranccsal 100 egyenletesen szétosztott pontra ritkítettük. Egy automatizált algoritmus segítségével addig forgattuk a mesiodistalis irányban megnyúlt fogakat, amíg az önkényesen kiválasztott háttér koordináta rendszer tengelyeivel párhuzamos élekkel rendelkező befoglaló téglalap területe minimális nem lett, miközben a sisakrégióra felhelyezett kezdőpont y koordinátája pozitív maradt. Ezt követően az egyes pontokat a fog-

körvonal súlypontjától vett távolságuk függvénye helyett az x koordinátáik sorozataként írtuk fel. Az így létrejött görbe első deriváltjának előjelváltásai alapján éppen az orofaciális befűződések legmélyebb pontjait és a háromszögek csúcsait lehet kiválasztani. Mivel azonban a különböző fajok eltérő számú háromszöggel és sisakmorfológiával rendelkeznek, ahhoz, hogy azonos számú LM pontot helyezzünk az összes példányra, azokat a leghátsó 14 találatra kellett redukálni. Tekintve, hogy a törzsfejlődés során a fogak anterior része változott meg, a kiválasztott pontok ezzel a módszerrel maradnak egymásnak megfelelők. Amennyiben egy kutatás a fent felsorolt fajoknál ősbibb formákat is áttekint, az is előfordulhat, hogy csak ennél kevesebb pontot lehet rögzíteni. Az előbbieken felül a fogak legalacsonyabb és legmagasabb y koordinátájú alakleíróit is megtarottuk. Ahogyan a 2.1-es fejezetben is, a finomabb részleteket köztespontok felhelyezésével őriztük meg, majd a Procrustes-illesztést követően kapott konfigurációkból CVA segítségével hoztunk létre morfoteret.

### 3.2. Eredmények

A fent leírt kutatás legfontosabb tanulságai a következők: 1) A morfotér felső részében olyan pockok (*Allophaiomys* és *Terricola*) találhatóak, amik esetében a buccalis T4-es és a lingualis T5-ös háromszögek a fog középvonala mentén egységes „Pitymys-rombusszá” olvadnak össze. 2) A legkomplexebb sisakrégióval rendelkező formák (*Terricola*, *Agricola agrestis* és *M. arvalis*) a morfotér jobb oldalára kerültek. 3) Az apróbb alaktani változások nyomkövetése révén a pockok esetében két morfoevolúciós sort lehet valószínűsíteni: az egyik az *Allophaiomys* genustól a *Terricola* felé vezet, a másik pedig az *A. pliocaenicus* fajból indul, majd az *M. nivalinus* és *M. nivaloides* alakkörön keresztül az *M. arvalis*-ban végződik. Ez az elképzelés jó összhangban van MAUL & MARKOVA (2007) filogenetikai modelljével és az említett taxonokba sorolható maradványok első megjelenésének időrendjével. Fontos azonban látni, hogy a morfológiai hasonlóság – különösen az ilyen gyors evolúciójú csoportok

esetében – nem mindig tükrözi egyértelműen az evolúciós kapcsolatokat. Habár például az *Alexandromys oecconomus* és az *Agricola agrestis* fogai a megszólalásig hasonlítanak más általunk vizsgált fajokra, genetikai vizsgálatok alapján tudjuk, hogy valójában az imént leírt evolúciós vonalnál jóval korábban elkülönültek az ott felsorolt fajoktól (ABRAMSON ET AL. 2021).

A fent leírt kutatás rávilágított, hogy a GM módszerek a korábbinál komplexebb fogkörvonalak elemzésére is alkalmasak, valamint, hogy a nagyobb területet lefedő és időben nagy folytonosságú minták segíthetik a morfoevolúciós modellek létrehozását (lásd pl. PAZONYI ET AL., 2018). Nyilvánvalóvá vált azonban, hogy amint kiterjesztjük a kutatást egy a korábbiaktól akár csak csekély mértékben eltérő formára, abban a pillanatban igazítani kell a kialakított protokollon is. Ráadásul minél nagyobb alaki változékonysággal rendelkeznek a vizsgálatba vont körvonalak, annál kevesebb olyan geometriai pontot tudunk rajtuk keresni, ami minden példányon megtalálható. Egy igazán széles körben alkalmazható módszer kidolgozásához tehát paradigmaváltásra volt szükség. Ezen a téren a következő projekt során értük el az áttörést.

### 4. Conodonta-elemek

A conodonta-elemek a nyálkahalakra és az ingolákra emlékeztető kihalt állkapocs nélküli gerincesek foszfát anyagú fogszerű képletei. Gyors evolúciójuk és nagy megőrződési potenciáljuk következtében a legszélesebb körben használt mikrofossziliák közé tartoznak. Maradványaik segítségével elsősorban a medence fációsú tengeri kőzetek relatív kormeghatározását végzik. A taxondiagnózisok azonban sok esetben hiányosak, mennyiségi jellemzők helyett pedig csak szubjektíven megítélhető minőségi bélyegekre alapulnak és alig tartalmaznak más formákkal való összehasonlítást. Ennek köszönhetően gyakran még az egyazon korról foglalkozó conodonta-kutatók is eltérő taxonómiai koncepcióval rendelkeznek, ez pedig jelentősen hátráltatja egy igazán pontos és megbízható biosztratigráfiai rendszer kialakítását. Úgy véljük, hogy a GM módszerek



rendszeres alkalmazása segítheti a szakértőket a fajok intra- és interspecifikus variabilitásának feltárásában és a különböző irodalmakban közölt formák összehasonlításában. Ehhez az esettanulmányhoz 136 kora-nori (késő-triász) conodonta P1 elemet (*Ancyrogondolella quadrata*, *A. rigoi*, *A. triangularis*, *A. uniformis*, and *Metapolygnathus mazzai*) fotóztunk le oralis, aboralis és lateralis nézetben.

#### 4.1. Módszerek

A már megszokott digitalizációs lépések segítségével az elemek aboralis körvonalát és az ugyanilyen nézetben látható gerinc (keel) kontúrját 100-100 egyenletesen szétosztott alakleíróval jellemeztük. Ezt követően azonban két különböző protokollt is alkalmaztunk: 1) Az oralis nézetben látható főfog csúcsát (cusp) tükrözés segítségével az aboralis nézetben felvett körvonalon belülré vetítettük. Az utóbbi nézetben rögzítettük a főfog alapjánál megjelenő gödör (pit) helyzetét is. Ezeken felül a szomszédos alakleírók közötti leghegyesebb szögek kiválasztásával azonosítottuk az elem és a gerinc kontúrjának anterior csúcsát, valamint posterolaterális sarkait (bifurkáltan végződő gerinc esetében csúcsait). Az LM pontok közé a posterior peremre hat, a lateralis peremekre pedig 12-12 pontot helyeztünk fel az equidistantCurve paranccsal. A Procrustes-illesztést követően kapott konfigurációkból ezúttal főkomponens-analízis (PCA) segítségével képeztünk morfoteret. 2) Minden 100 alakleíró ponttal jellemzett zárt körvonalat elliptikus Fourier-analízis révén ugyanennyi harmonikus frekvenciájú körmozgás által is leírtunk. Egy adott frekvenciájú „epiciklus” fázisát és amplitúdóját polárkoordinátaként is értelmezhetjük. Ezeket derék-szögű rendszerbe váltva kaphatjuk meg a Fourier-együtthatókat. A csökkenő amplitúdó szerint rendezett epiciklusok közül az első kettőt egymásra vetítve egy olyan ellipszishez juthatunk, amelynek nagytengelye az eredeti morfológia megnyúltsági irányával párhuzamos. A Procrustes-illesztés helyett ebben az esetben a méretből és forgatásból (valamint itt a kezdő alakleíró helyzetéből) származó különbségeket úgy küszöböltük ki, hogy az ellipszis nagy-

tengelyét egységnyi hosszúságúra és az  $y$  tengellyel párhuzamosra, az első két epiciklus fázisát pedig nullára állítottuk. Az előbbiekhöz szükséges lépéseket az összes többi körmozgás esetében is elvégeztük. A körvonal finomabb részleteit további epiciklusok hozzáadásával közelíthetjük. Az „inverz transzformáció” során a legkisebb amplitúdójú epiciklusok elhagyásával az eredeti kontúrt tetszőleges mértékben simíthatjuk. Jelen kutatás során az első 20 epiciklust megadó FE értékeken futtatott PCA segítségével képeztünk morfoteret. A protokoll elvégzéséhez szükséges új R parancsok a <https://github.com/paleoscript/DFT> honlapról érhetők el.

#### 4.2. Eredmények

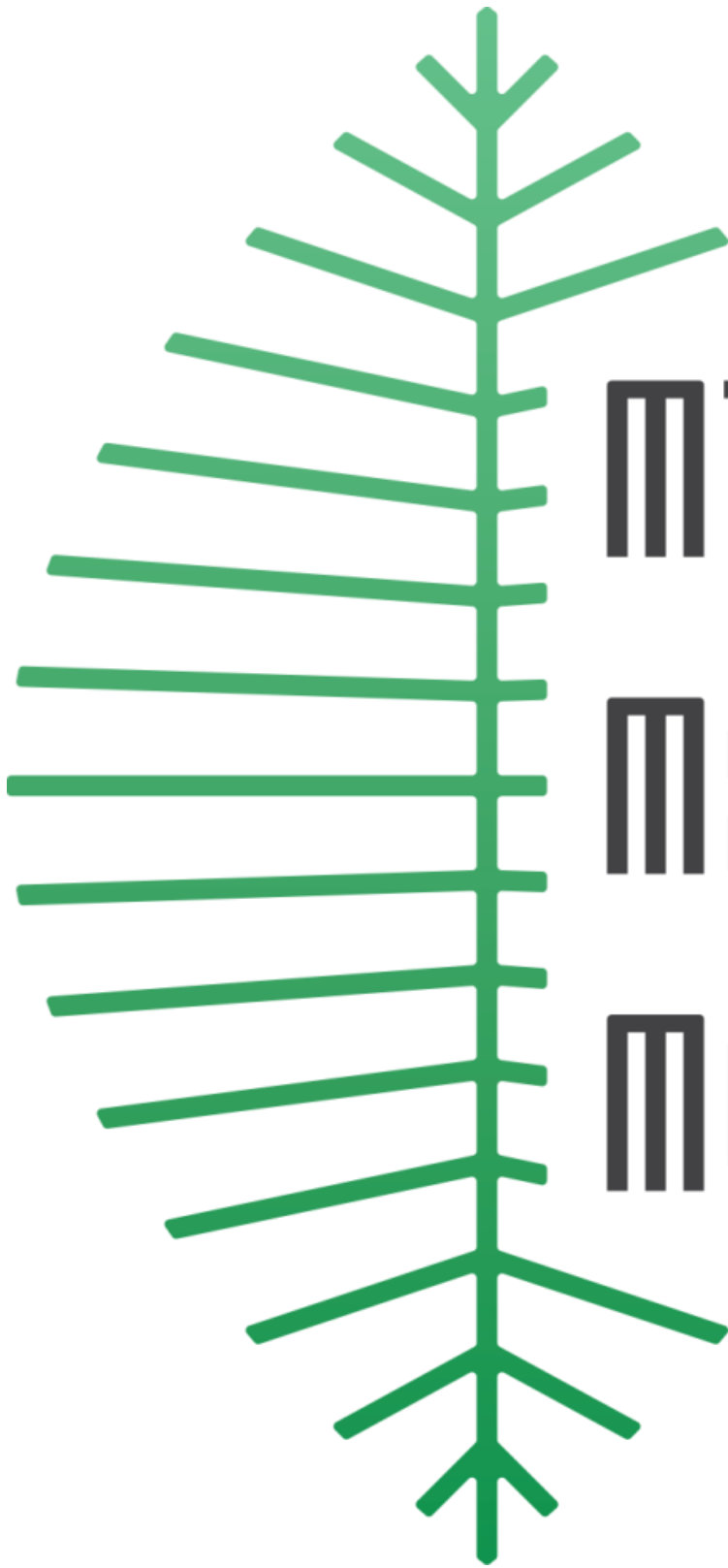
A fent leírt kutatás legfontosabb tanulságai a következők: 1) Az LM pontokra, és az FE értékekre alapuló PCA lényegében megegyező morfotereket eredményezett, vagyis a két módszer egyformán hatékonynak bizonyult. Mivel azonban az elliptikus Fourier-analízis bármilyen körvonal esetében alkalmazható, megoldja a 3.2-es fejezet végén felvázolt problémákat. 2) A gerinckontúrok alapján készített ordináción némileg jobban elkülönültek az egyes fajok, mint az elemkörvonalak segítségével létrehozott morfoterben. 3) Az FE alapú PCA ordinációt akár már négy epiciklus figyelembevételével is el lehetett készíteni, további körmozgások bevonásával a morfotér alig változott. Ebből az következik, hogy a vizsgált formák nem a részleteikben, hanem inkább alapvonásaikban térnek el.

Ezen felül VIRÁG & KARÁDI (2023) a módszer segítségével részletes morfológiai leírást adott mind az öt fent említett fajhoz és egymással is összehasonlította azokat. Rávilágítottak továbbá, hogy a kutatók sokszor atipikus egyedeket jelölnek ki holotípusnak, ami egy az itt tárgyaltakhoz hasonló vizsgálati protokoll alkalmazásával elkerülhető lenne.

#### Irodalom

ABRAMSON, N. I., BODROV, S. Y., BONDAREVA, O. V., GENELT-YANOVSKIY, E. A. & PETROVA T. V. 2021: A mitochondrial genome phylogeny of voles and lemmings (Rodentia: Arvicolinae): Evolutionary and

- taxonomic implications. – *PLoS One* **16(11)**: e0248198.
- KORMOS, T. 1915: A pilisszántói kőfűlke emlései, rendszertani, zoogeográfiai és származástani tekintetben. – *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve*, **23(6)**: 340–431.
- MAUL, L. C. & MARKOVA, A. K. 2007: Similarity and regional differences in Quaternary arvicolid evolution in Central and Eastern Europe. – *Quaternary International* **160**: 81–99.
- PAZONYI, P., VIRÁG, A., PODANI, J. & PÁLFY, J. 2018: *Microtus (Microtus) nivaloides* from the Somssich Hill 2 site (southern Hungary): An Early Pleistocene forerunner of modern ‘true’ *Microtus* voles revealed by morphometric analyses. – *Quaternary International* **481**: 61–74.
- SINITSA, M. V., POGODINA, N. V. & RYUCHKOVA, L. Y. 2019: The skull of *Spermophilus nogaici* (Rodentia: Sciuridae: Xerinae) and the affinities of the earliest Old World ground squirrels. – *Zoological Journal of the Linnean Society* **186**: 826–864.
- SINITSA, M. V., VIRÁG, A., PAZONYI P. & KNITLOVÁ, M. 2021: Redescription and phylogenetic relationships of *Spermophilus citelloides* (Rodentia: Sciuridae: Xerinae), a ground squirrel from the Middle Pleistocene – Holocene of Central Europe. – *Historical Biology* **33(1)**: 19–39.
- VIRÁG, A. & KARÁDI, V. 2023: Potential of closed contour analysis for species differentiation and holotype designation: a case study on lower Norian (Upper Triassic) conodonts. – *Palaeontology* **66(2)**: e12649.



**MTM**

**Mátra**

**Múzeum**