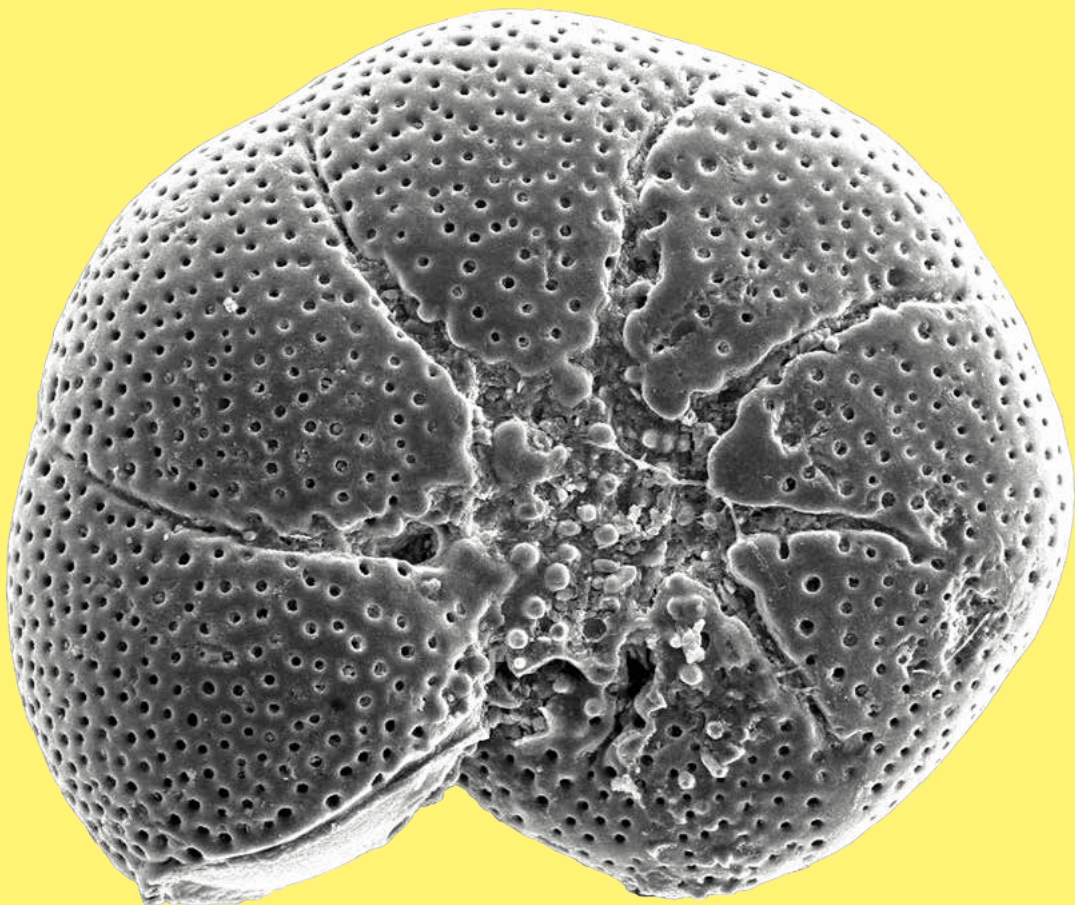


A PÁSZTÓI MÚZEUM FÜZETEI

HÍR JÁNOS, GHERDÁN KATALIN

MIKRONÓGRÁD, A TUDOMÁNY IS LEHET SZÉP!



PÁSZTÓI MÚZEUM
2016

A PÁSZTÓI MÚZEUM FÜZETEI
SOROZATSZERKESZTŐ:
Hír János

Mikronógrád,
a tudomány is lehet szép!

Hír János, Gherdán Katalin

Szerzők:
Hír János
Gherdán Katalin

Szerkesztési munkák:
Kormos Vanda

Címlapfotó:
Tóth Emőke

Támogató:



Felelős kiadó:
Dr. Hír János
igazgató
Pásztói Múzeum
2016

ISSN 2416-0261
ISBN 978-963-12-7503-2

TARTALOMJEGYZÉK

Amikor a tudomány nemcsak hasznos, de szép is!	6
Andezitláva	8
Andezit lakkolit	10
Gránát, az év ásványa 2016	12
Bazaltláva	14
Kőzetzárvány	16
Olivin	18
Bazaltsalak	20
Vulkáni törmelékár	22
Homokkő	24
Kavics	26
Házas egysejtűek, a foraminiferák	28
Sugárállatok, a radioláriák	32
Kovamoszatok	36
Mohaállatok	42
Úszó miniatűr babszemek: a kagylósrákok	44
Pörgekarúak, amik nem azok, aminek látszanak	46
Rejtélyes conodonták	48
Rovarevők, denevérek	50
Mókusok, pelék	52
Hörcsögök	54
Egerek, pockok	56

Amikor a tudomány nemcsak hasznos, de szép is!

Mi emberek hajlamosak vagyunk arra, hogy csak arra figyeljünk, ami jól látható, feltűnő, vagy éppenséggel bombasztikus, szenzációs. Ha az **őslénytan** szóba kerül, akkor többségünknek a jégkori óriások, a **mamutok**, netán a földtörténeti középidő kihalt „rettentő gyíkjai”: a már szinte bulvárosodott **dinoszauruszok** jutnak eszünkbe.

Márpedig az őslénytanban az utóbbi fél évszázad során a **legrohamosabb fejlődés a milliméteres és annál kisebb méretű maradványok** vizsgálata terén zajlik. A kőolajkutatás ma már elképzelhetetlen lenne a fúrómagokba zárt apró likacsos-házú egysejtűek, vagy a kagylósrákok házmaradványainak elemzéséből levont következtetések nélkül. Ugyancsak bajban lennénk a sokáig „ősmaradványmentesnek” tartott üledékes kőzetek korának megállapításában a szabad szemmel észrevehetetlen conodonták, sugárállatkák, kovamoszatok vagy éppen a kisemlősök nélkül.

Ugyanígy **centiméteres-deciméteres kristálycsodák**, drágakövek jelentik számunkra az **ásványokat**, és nem is gondolunk arra, hogy a körülöttünk lévő, **minden nap felhasznált köveink**, a kőzetek is ásványokból állnak, csak utóbbiak legtöbbször szabad szemmel láthatatlanok.

Ezt a mikrovilágot csak úgy lehet megismerni, hogy felhasználjuk az elmúlt évtizedekben egyre jobban fejlődött **mikroszkópokat**. A parányőslénytan úttörői a 19. század második felében még csak egyszerű **fénymikroszkópokkal** dolgozhattak. Ugyanekkor kezdték használni a

polárszűrők segítségével működő kőzet-tani **fénymikroszkópokat** is. Később jelent meg a 3D képalkotást lehetővé tevő **fénymikroszkóp**, a **sztereomikroszkóp**. A huszadik század második felétől hatalmas újjáébredésként terjedtek el a fény helyett elektronokkal képet alkotó **elektronmikroszkópok**. Ezekkel a parányi ősmaradványok és ásványok egyre finomabb alaki részletei váltak tanulmányozhatóvá.

A parányi ősmaradványok, és mindennapi köveink, a kőzetek, formák és színek lenyűgöző világát zárják magukba. Ennek a mikrovilágnak a csodáival Nógrád területén is sok helyütt találkozhatunk.



Ez a mikrovilág nemcsak érdekes és tanul-ságos, de gyakran **különleges esztétikai él-ményt is nyújt**. Kiállításunk ezt, a leg több-ször csak a kutatóknak átélhető élményt osztja meg az érdeklődő látogatóval.

ANDEZITLÁVA

Az **andezit** a második leggyakoribb **vulkáni kőzet** a Földön, a **Kárpát-medencében** is sok helyen találkozhatunk vele. Kedvelt kőanyag, szívesen használják utak építésére, burkolóanyagként és vasútépítésre is. A kőzet nagy része olyan apró kristályokból áll, hogy szabad szemmel nem lehet felismerni őket. A kőzettani mikroszkópban készült fotókon azonban látszik az andezit finomszemcsés alapanyaga. Esetenként nagyméretű (akár centiméteres) **plagioklász-kristályok** is előfordulnak. Ezek a kristályok az alapanyag kristályainál korábban képződtek.

Az **andezit** nevét a **dél-amerikai Andok** hegységről kapta. Az Andok előterében két **kőzetlemez** mozog egymás felé, és ahol találkoznak, a nagyobb sűrűségű óceáni lemez a kisebb sűrűségű szárazföldi lemez alá bukik. Ezt hívják a geológusok **lemez-alábukásnak** (szubdukció). Ezek a mozgások lassúak: a lemezek évente legfeljebb

néhány centimétert tesznek meg, és nem futószalagszerűen, hanem szakaszosan mozognak. Mozgásukat heves **földrengések** és **vulkánkitörések** kísérik. A legtöbb működő vulkán ilyen kőzetalábukási területen található.

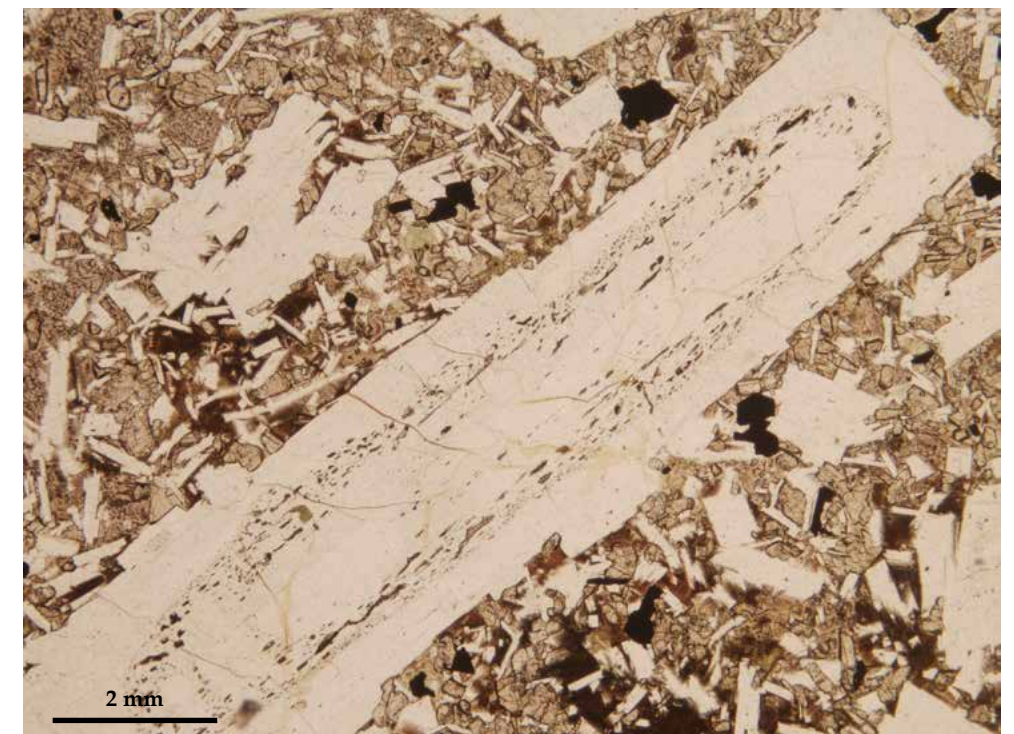
18–14 millió évvel ezelőtt a mi térségünkben is hasonló folyamatok zajlottak: az Afrikai kőzetlemez az Eurázsiai lemezzel ütközött, a köztük lévő kis óceáni medencék bezáródtak. A kőzetlemezek alábukását itt is heves vulkáni működés kísérte. Ekkor keletkezett a **Börzsöny**, a **Cserhát**, a **Mátra**, és a **Karancs** andezitje.

Bér ívelt andezitoszlopai igazi különlegességnek számítanak: nemcsak a Kárpát-medencében, de Európában másutt sem találni hozzájuk hasonlót. Az oszlopos elválás ugyan nem ritka a bazaltoknál, de az andezitnél egyedülálló. A vulkáni kőzet lehűlése során keletkező zsugorodási feszültségek hatására alakul ki.



Plagioklász-kristályok andezitben Berről. Kőzettani fénymikroszkópi felvétel.
Fotók: Gherdán Katalin

Az andezit finomkristályos alapanyagából a lécszerű plagioklász-kristály centiméteres méretével tűnik ki.



Az andezit vékony metszetét átvilágítva látjuk, hogy a plagioklász-kristály belsejében a mai külső peremmel csaknem párhuzamosan, zárványok helyezkednek el. Ezek fantomként mutatják a kristály növekedésének korábbi állapotát.

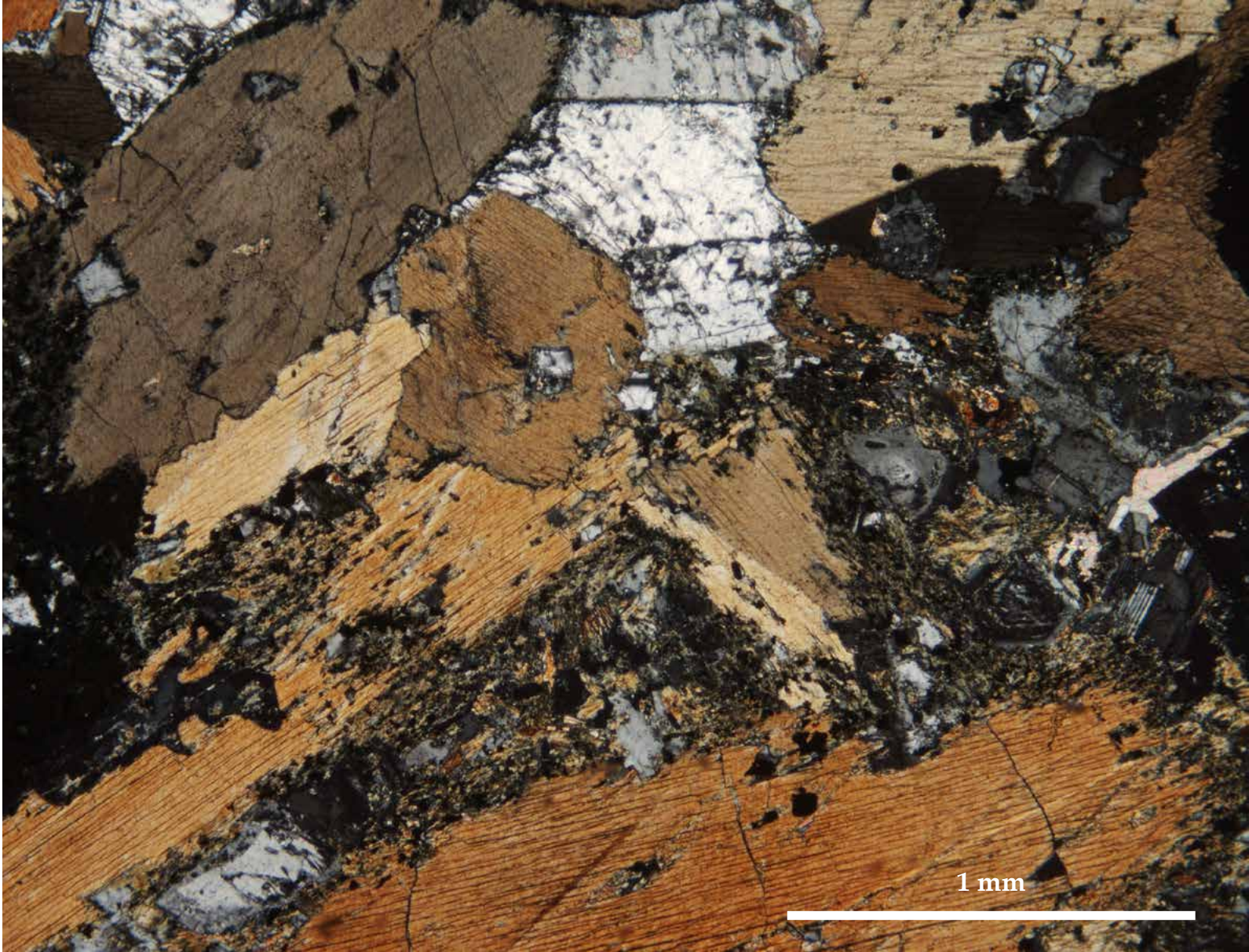
ANDEZIT LAKKOLIT

A **Karancs andezitjének** gyakori elegyrészei az **amfibolok**. Az ásványcsoport neve görögül határozatlan, kétértelműt jelent, ami kémiai összetételének változatosságára utal. Szalagszerű kristályrácsuknak köszönhetően példányaik leggyakrabban nyúltak, oszloposak, kiválóan hasadnak. Ezt jelzik a fotókon az egymással párhuzamosan futó, vagy egymással 120 fokos szöget bezáró **hasadási** nyomvonalak.

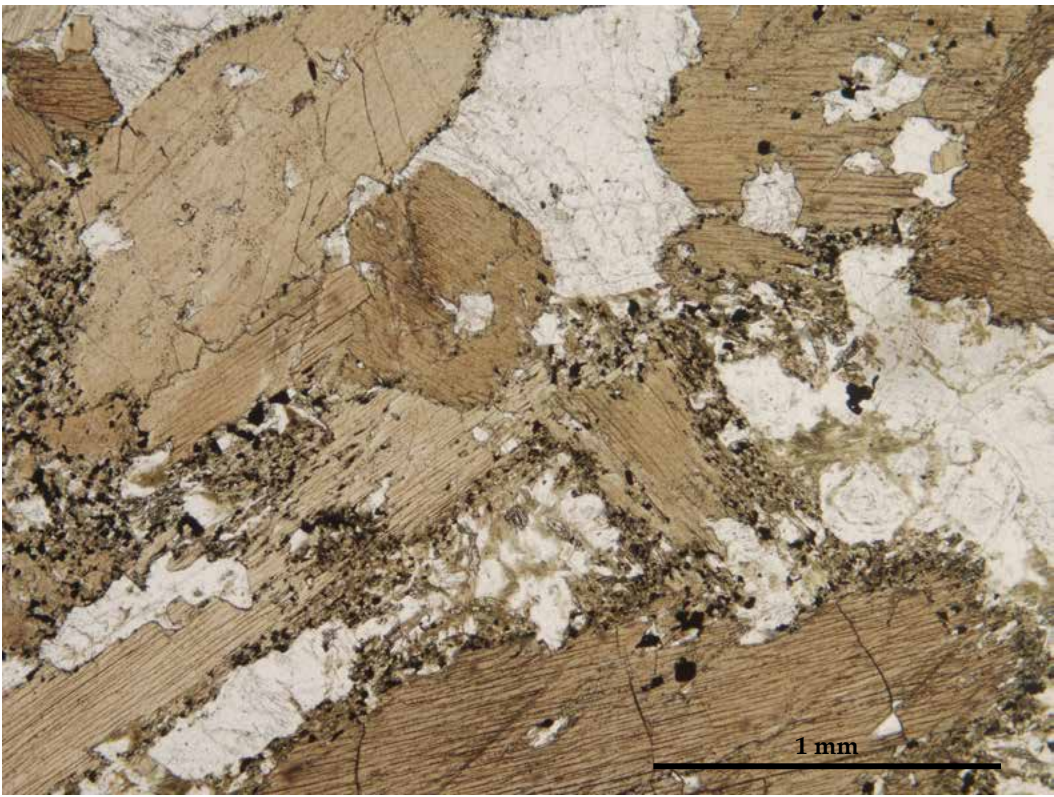
Ha a **Karancs** andezitjét összehasonlítjuk a cserháti andezitekkel, feltűnő, hogy a karancsi andezitben szabad szemmel is észrevehetjük, felismerhetjük az ásványokat,

kristályaik nagyobbak. Ez azért van, mert a magma lassabban szilárdult meg: az izzó kőzetolvadék nem ömlött ki a felszínre, hanem megrekedt **közvetlenül a felszín alatt**, 1–2 kilométer mélyen, és itt hűlt ki. Az így keletkezett kőzettestet a geológusok **lakkolitnak** hívják. Az andezit benyomulása a felette lévő kőzeteket felpúpozta. Az idők során ezek a fedő kőzetek lepusztultak, így a lakkolit a felszínre került, könnyen bányászhatóvá vált.

Sátorosbánya kőfejtője ma is működik. A bányászott andezitet útburkolásra és az építőiparban használják.



Amfibol andezitben a Karancs vidékéről, Sátorosbányáról (Šiatorská Bukovinka, Szlovákia). Kőzettani fénymikroszkópi felvétel. Fotók: Gherdán Katalin



Az amfibolkristályok szabad szemmel látható színe a vékony kőzetmetszetben sem tűnik el: élénk színű, barna kristályokat látunk. A színtelen kristályok plagioklászok.

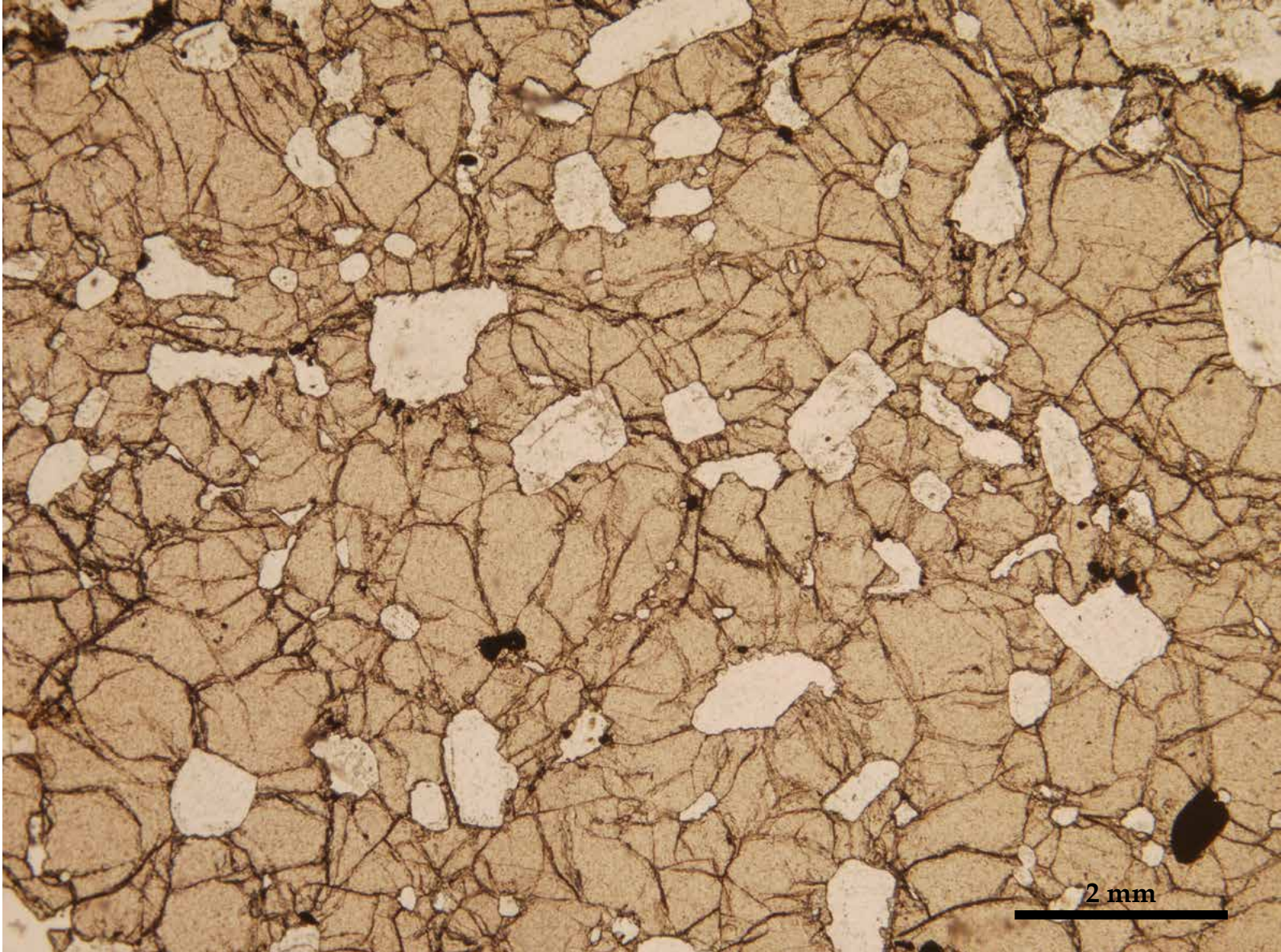
GRÁNÁT, AZ ÉV ÁSVÁNYA 2016

A **Karancs** andezitjében gyakran látunk gömbölyded, milliméteres vörös pöttyöket. Ezek egy **gránát**, az **almandin** kristályai. A gránátok magmából a Föld belsejében 20 kilométernél mélyebben, nagy nyomáson kristályosodnak. Jelenlétük az **andezit lakkolitban** különleges, a geológusoknak sok mindent elmond a kőzet keletkezésének történetéről.

Az **andezites magmák** felszínre kerülés előtt legtöbbször kis mélységben, néhány kilométer mélyen kialakult magmakamrákban időznek. Itt, az alacsonyabb nyomáson a korábban kristályosodott **gránát**

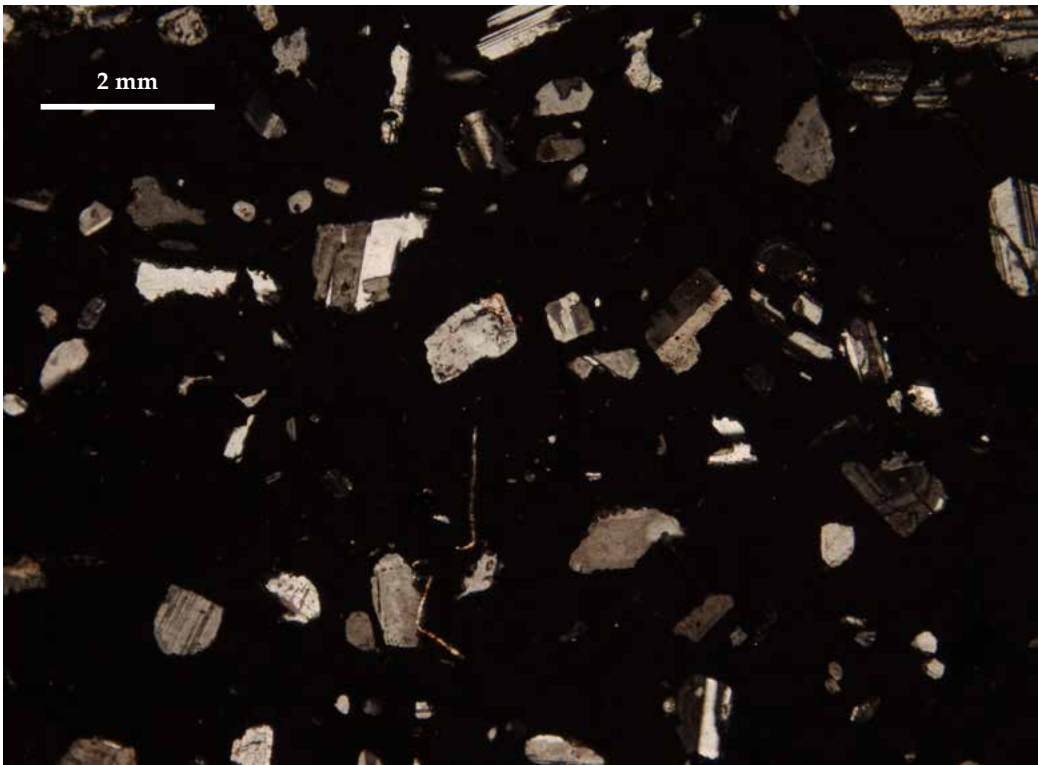
már nem érzi jól magát, és visszaolvad, átalakul más ásványokká. Ha a vörös pöttyöket mégis megtaláljuk a kőzetben, az azt jelzi, hogy a **magma** az andezitekhez képest **szokatlanul gyorsan jött a felszínre**, nem állt meg útközben, nem volt idő a gránát átalakulására. Ez történt a **Karancs** andezitjével is.

A gránátos andezit képződésekor, a **Pannon-medence** kialakulásának kezdetén, a **kőzetburok elvékonyodása** miatt, repedések, hasadékok nyíltak fel, és az andezites magma ezek mentén könnyebben, szokatlanul gyorsan tudott a felszínre jönni.



Gránát a Karancs vidékéről, a sátorosbányai andezitből (Šiatorská Bukovinka, Szlovákia). Kőzettani fénymikroszkópi felvétel. Fotók: Gherdán Katalin

A szabad szemmel vörös almandin gránát vékony metszetben átvilágítva világosbarnának látszik.

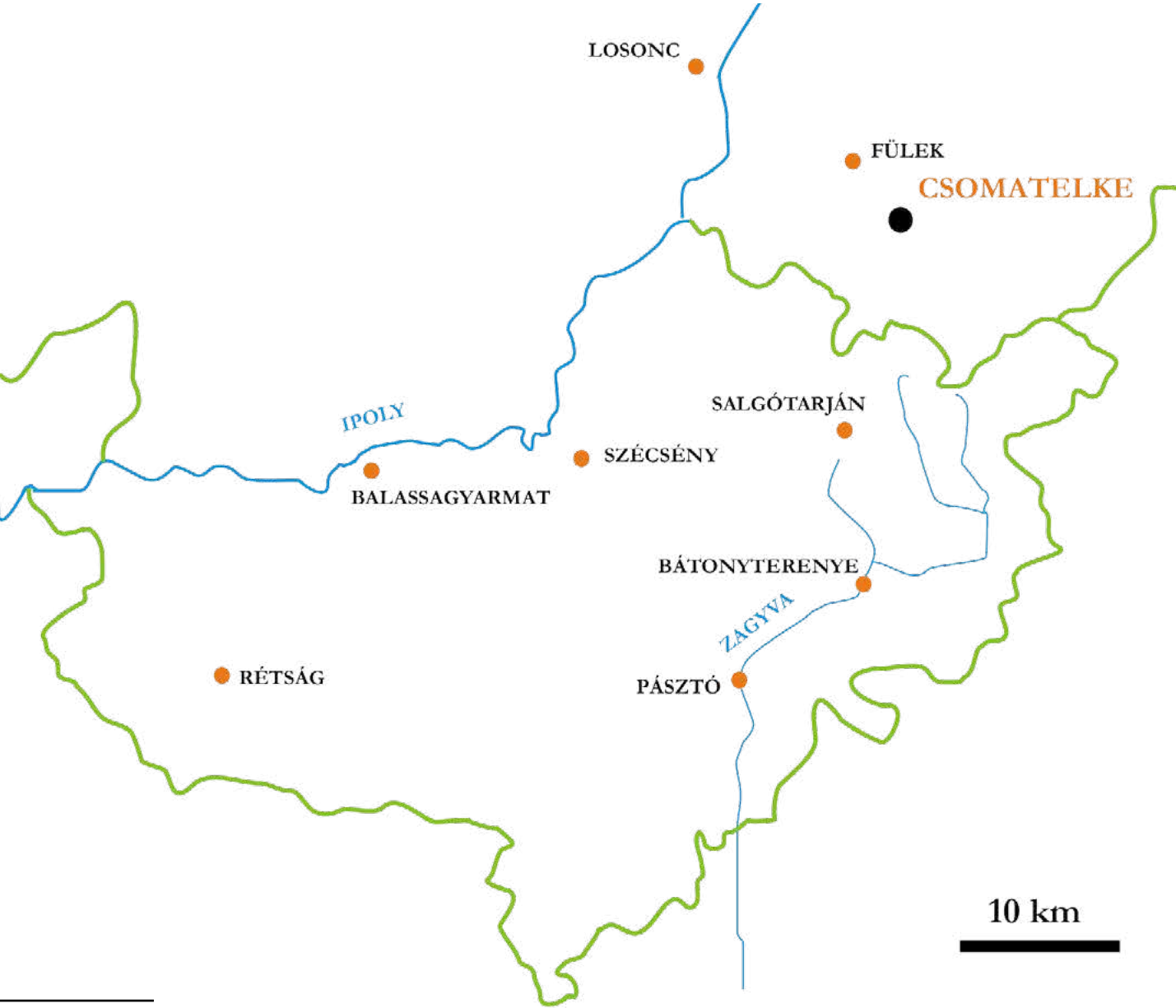


A fenti képen látható gránát fotóját a mikroszkóp mindkét polárszűrőjét használva is elkészítettük. Az így készült képen jól látszik, hogy a gránát (fekete területek) plagioklász-kristályokat zár magába (szürke kristályok).

BAZALTLÁVA

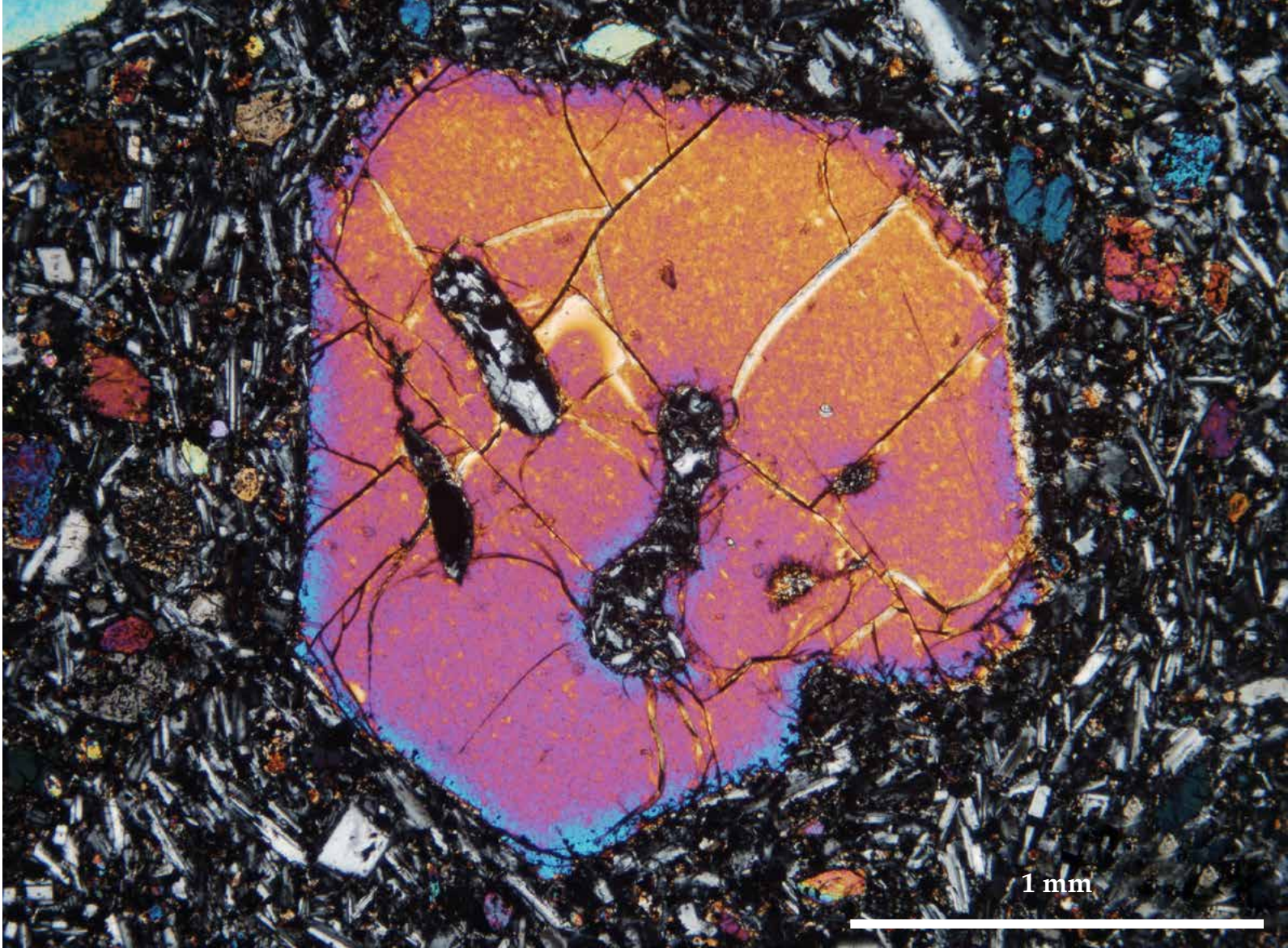
A **bazalt** a leggyakoribb vulkáni kőzet a Földön. Első ránézésre nem túl izgalmas: szabad szemmel egynemű, átlátszatlan, fekete kő, csak ritkán fedezünk fel benne **ásványokat**. Ha azonban a kőzetből elég vékony szeletet vágunk, akkor átlátszó lesz, át tudjuk világítani, és a fénymikroszkópban gyönyörű kristályokat látunk. A **geológusokat** nagyon érdeklik a bazaltok, mert segítségével beláthatnak a **Föld belsejébe**, akár 100 kilométer mélyre.

100 kilométer mélyen már a **földkéreg alatt** vagyunk, a szilárd **földköpenyben**. A bazaltos magmák a földköpeny közepének részleges olvadásával keletkeznek.



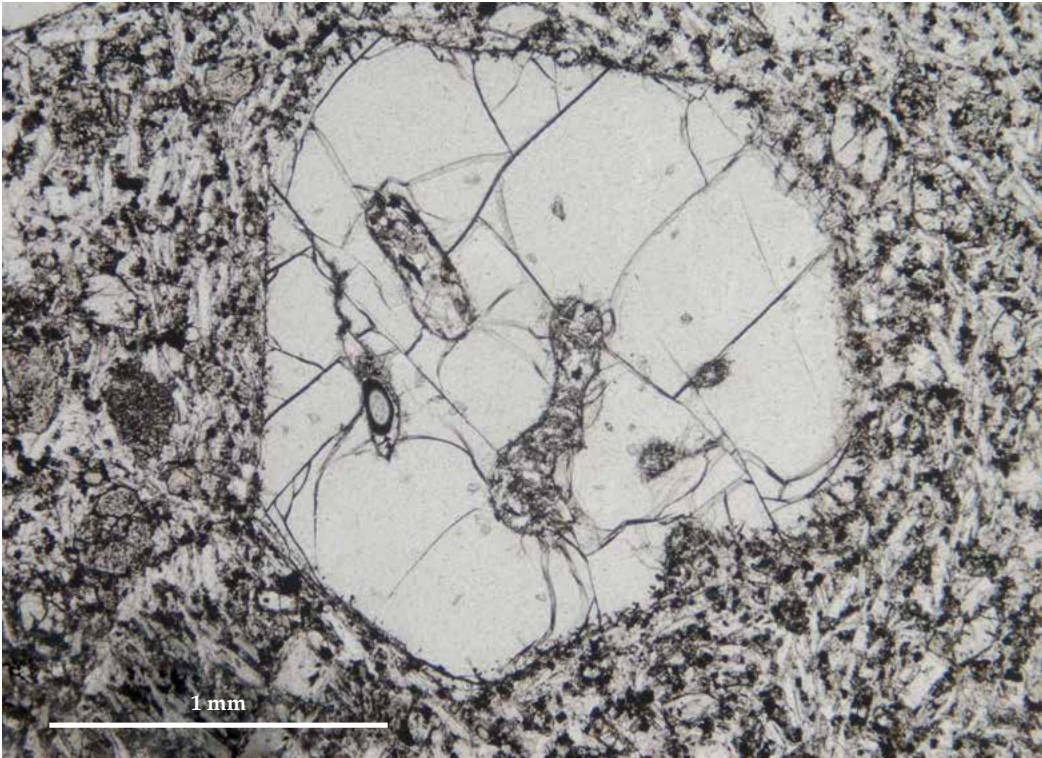
Ha megvizsgáljuk őket, megtudhatjuk, mi történik a Föld belsejében, 80–120 kilométer mélységben. Ez sokkal mélyebben van, mint a legmélyebb bánya (néhány kilométer), vagy a legmélyebb fúrás (kb. 12 kilométer). De még ez a 100 kilométer is eltörpül a Föld 6000 kilométeres sugarához képest.

A bazaltot **Nógrád-Gömör** területén is sokfelé megtaláljuk, kb. 150 km²-nyi területet borít. A bazaltos vulkáni működés itt **6–7 millió évvel ezelőtt kezdődött**, mára több tíz egykori kitörési központot találtak meg a geológusok. A legutóbbi kitörések **Füleken, 400–500 ezer évvel ezelőtt** történtek.



Olivin bazaltban Csomatelkéről (Čamovce, Szlovákia). Kőzettani fénymikroszkópi felvétel. Fotók: Gherdán Katalin

A bazalt többféle ásványból álló finomszemcsés alapanyagából a 2 milliméteres olivinkristály méretével tűnik ki. Élénk színe nem valódi, a mikroszkóp polárszűrőinek köszönhetően látjuk lilának.

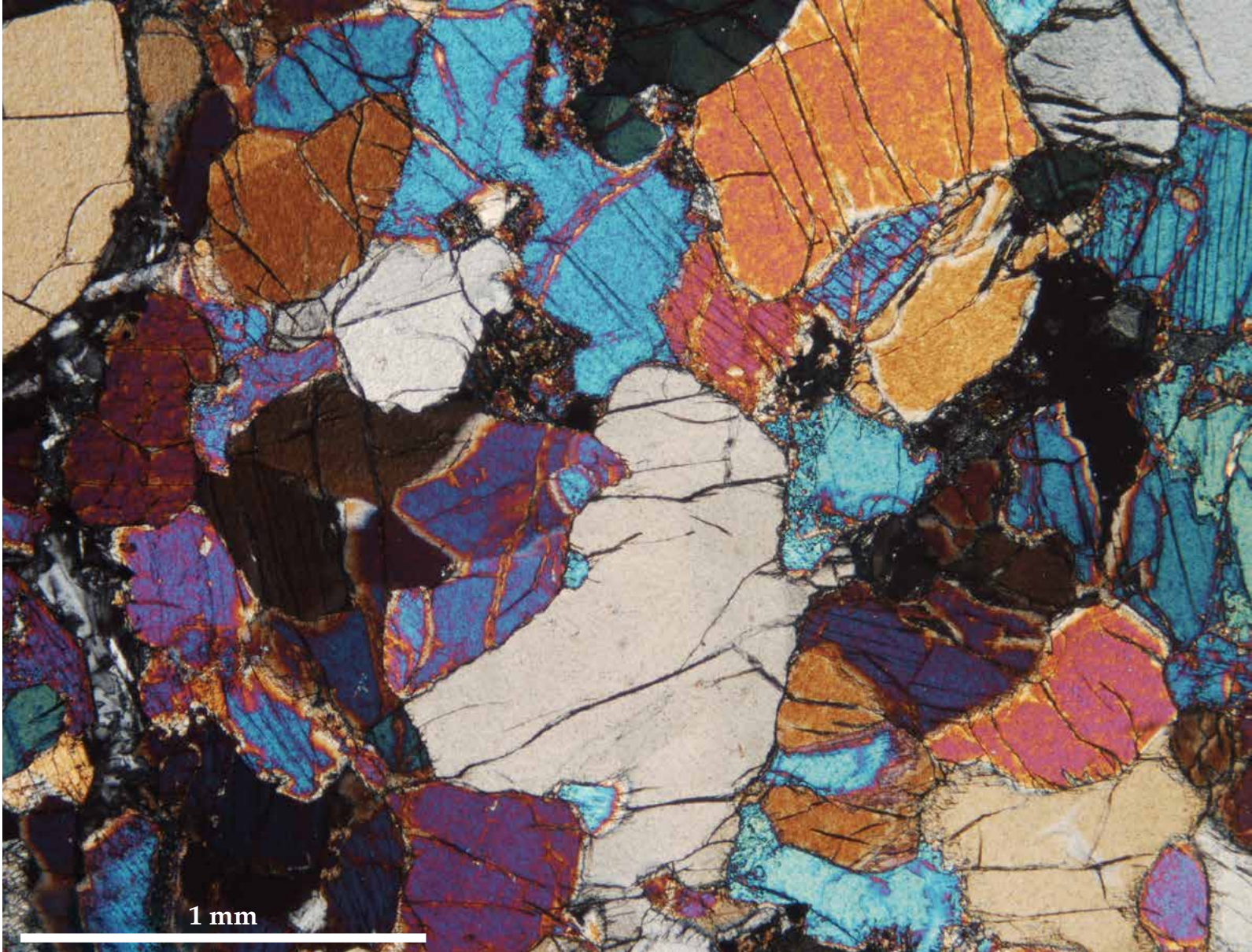


A szabad szemmel olajbogyózöld olivint nagyon vékony metszetben átvilágítva színtelennek látjuk.

KŐZETZÁRVÁNY

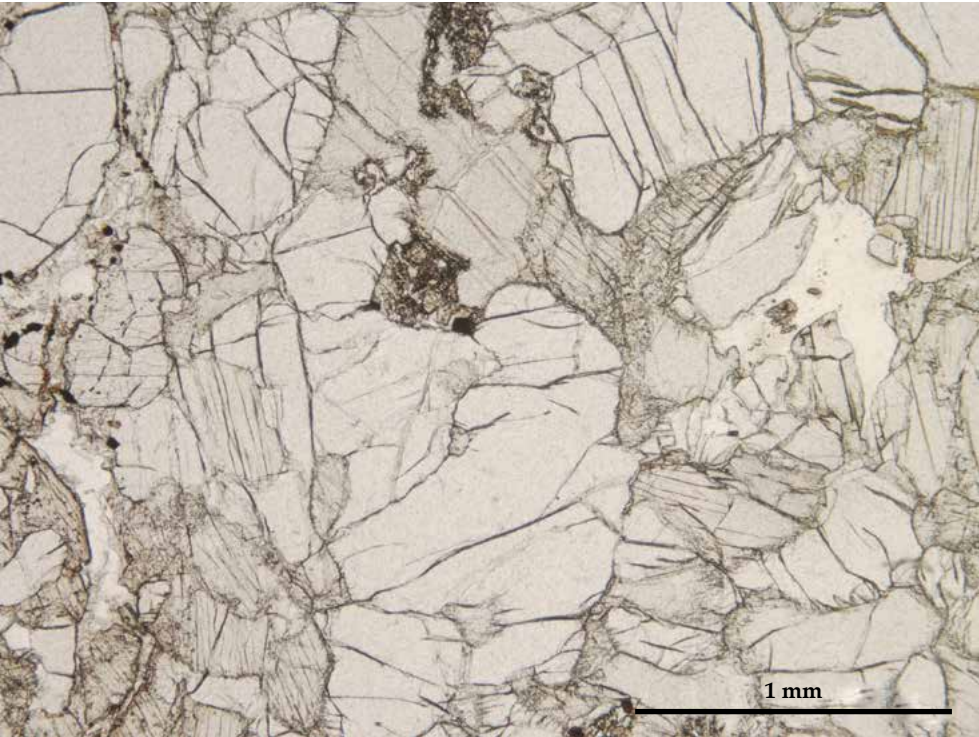
A **bazaltokban** gyakran találunk a **kőzetbu-rok** (litoszféra) alsó részéből, a felső **földkö-penyből** származó, akár tíz centiméteres kő-zetdarabokat, amiket a felfelé törő magma tép fel, és hoz a felszínre. Ezeknek a kőzet-daraboknak több mint felét **olivin** alkotja, így magát a kőzetet is zöld színűnek látjuk. A **peridotit** nevet is az olivin zöldessárga drágakőváltozatáról (peridot) kapta. Ezeket a kőzetzárványokat idegen szóval **xenoli-toknak** („idegen/vendég kőzet”) nevezzük. Ha a bazaltokban ilyen idegen eredetű zár-

ványokat találunk, akkor tudjuk, hogy a magma gyorsan (néhány nap alatt) érkezett a felszínre, nem pihent meg a mélyben hú-zódó magmatározóban, ahol ezek a kőzet-darabok megolvadtak, és így eltűntek volna. A **peridotit** zárványokban háromféle ásvány uralkodik: a szabad szemmel vizsgál-va olajbogyózöld **olivin**, és két fajta, szabad szemmel fekete és fűzöld **piroxén**. A kőzetet nagyon vékony metszetekben átvilágítva azonban ezek a színek már nem, vagy csak halványan látszanak.



*Peridotit kőzetzárvány a Medves bazaltjából. Kőzettani fénymikroszkópi felvétel.
Fotók: Gherdán Katalin*

A mikroszkóp polárszűrőinek köszönhetően a zárvány ásványai nem valódi színiüket mutatják: kék, narancs, lila, szürke színűnek látszanak, így jól elkülönülnek egymástól.



Nagyon vékony metszetekben a peridotit ásványainak szabad szemmel látható színe kifakul. Az olivinkristályokon ritkább, a piroxéneken sűrűbb, egymással párhuzamos hasadási nyomvonalakat figyelhetünk meg.

OLIVIN

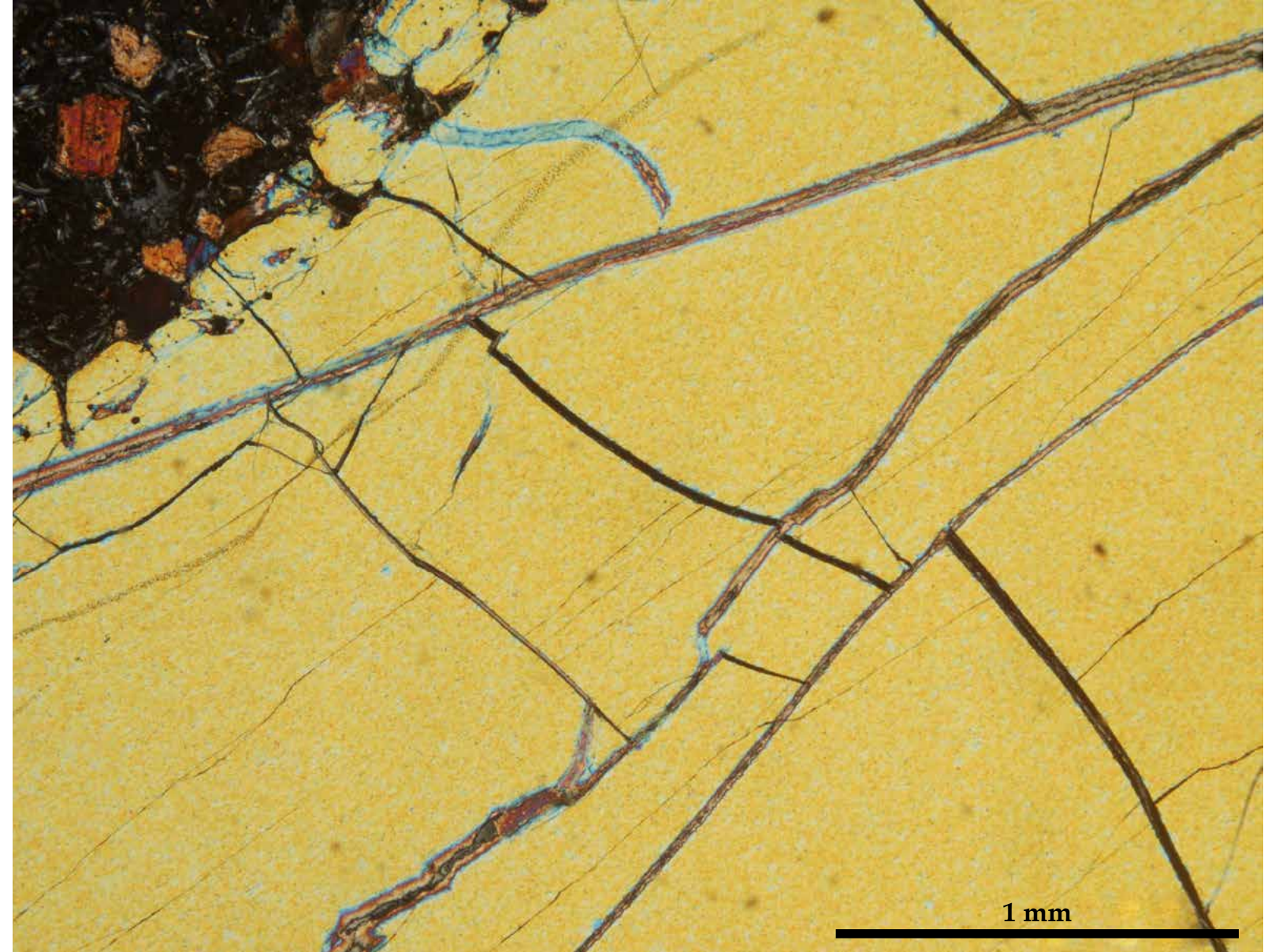
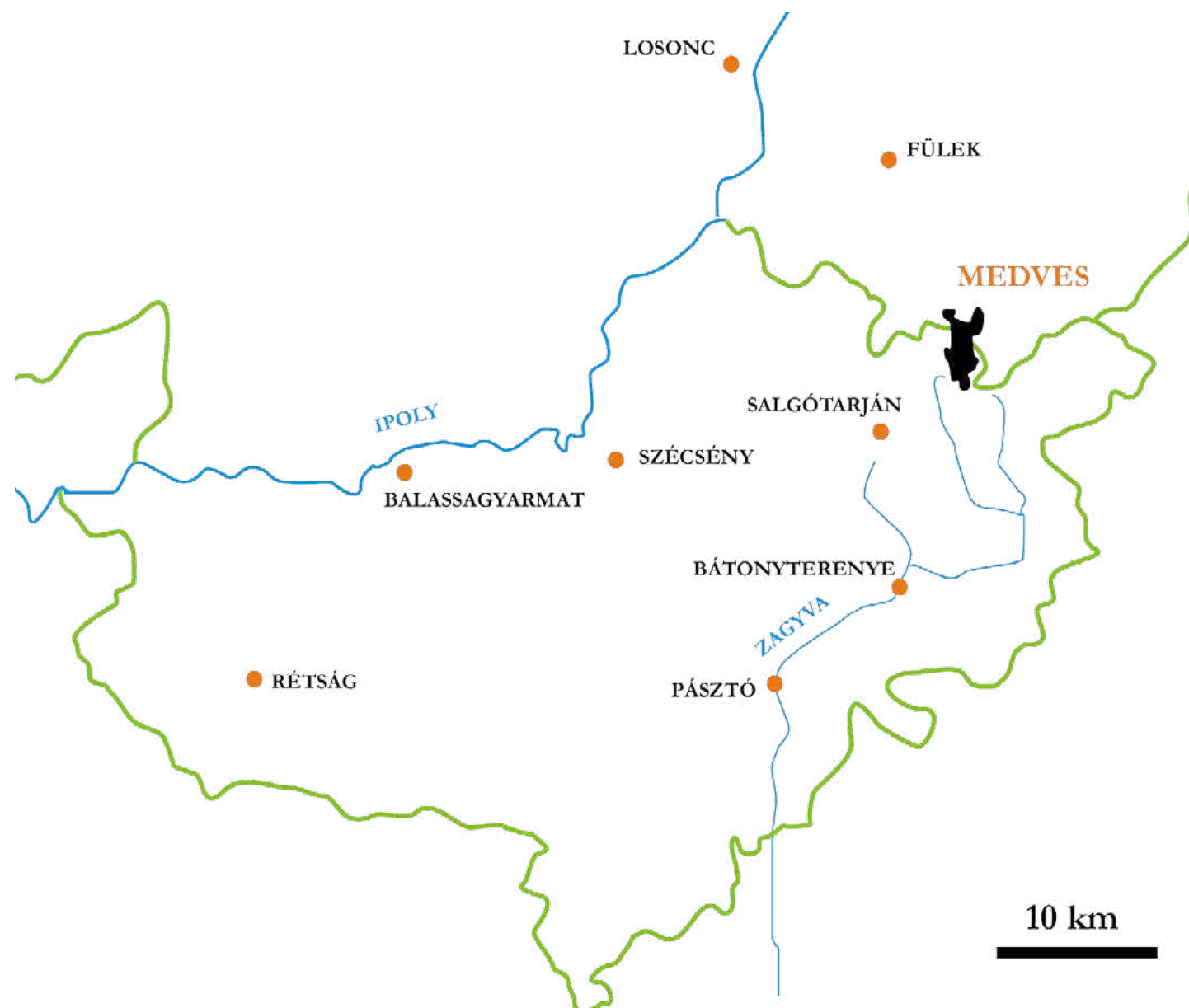
A **bazaltok** gyakori, sokszor szabad szemmel is látható elegyrészei az **olivinkristályok**. Az olivin nevét az olajbogyóhoz hasonló zöld színéről kapta. Drágakőváltozatát **peridotnak** hívják.

A **peridot** az egyik legrégebben ismert **drágakő**: ékszerkészítésre már a Krisztus előtti második évezredben is használták. Híres lelőhelye a vörös-tengeri Zabargad szigete, innen került elő a világ egyik legnagyobb, csaknem 312 karátos peridotkristálya.

A peridot gyönyörű zöld színe vetekszik a nála jobban ismert smaragdéval, sokszor össze is keverik őket. A kölni dómban őrzik

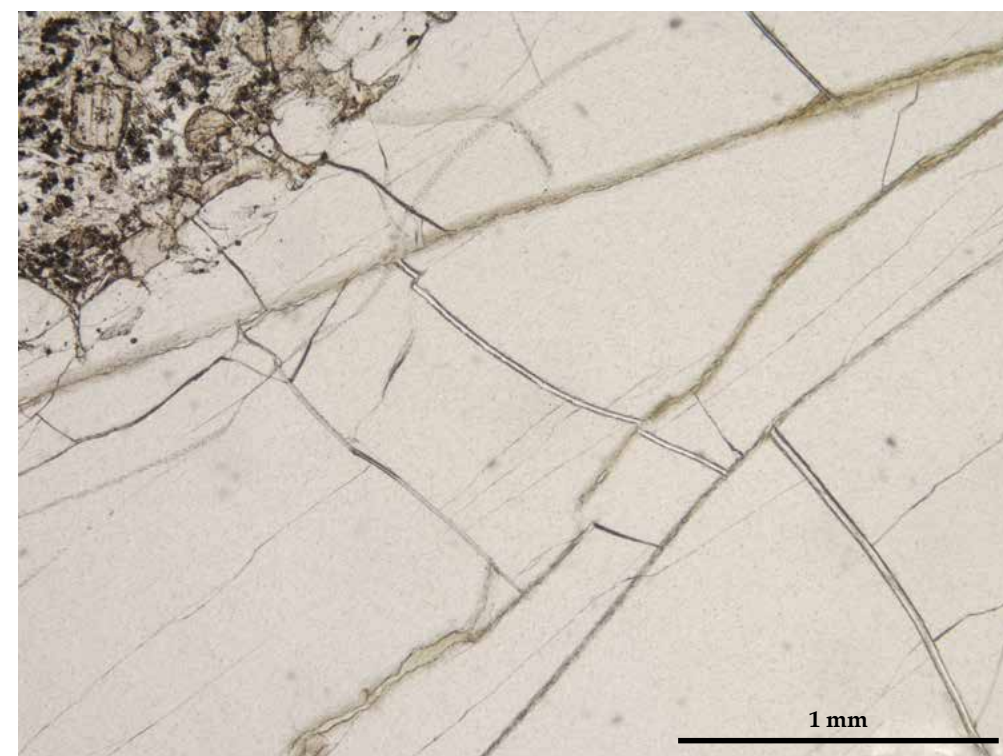
azt a 12. század végén készült ereklyetartót, amelyben, a legenda szerint, a három napkeleti bölcs csontjai nyugszanak. Az ereklyetartót díszítő 200 karátos ékkövekről csak a múlt század végén derült ki, hogy nem smaragd-, hanem peridotkristályok.

A **Medves** Közép-Európa legnagyobb, kb. 12 km² területű bazaltfennsíkja. 2,5 millió évvel ezelőtt képződött bazaltjában sokszor szabad szemmel is észrevehetjük az olivint. Az ásvány természetesen nemcsak a földi bazaltoknak fontos alkotórésze, de megtalálható a **Hold** bazaltjaiban, és egyes **meteoritokban** is.



Olivin a Medves bazaltjából. Kőzettani fénymikroszkópi felvétel. Fotók: Gherdán Katalin

A kristály gyönyörű sárga színe a mikroszkóp polárszűrőinek köszönhető, a képen nem az olvin valódi színét látjuk. A fotó felső sarkában a bazalt alapanyaga bukkan elő.



A vékony metszetben már nem zöld, hanem színtelen olivint hasadási nyomvonalak harántolják.

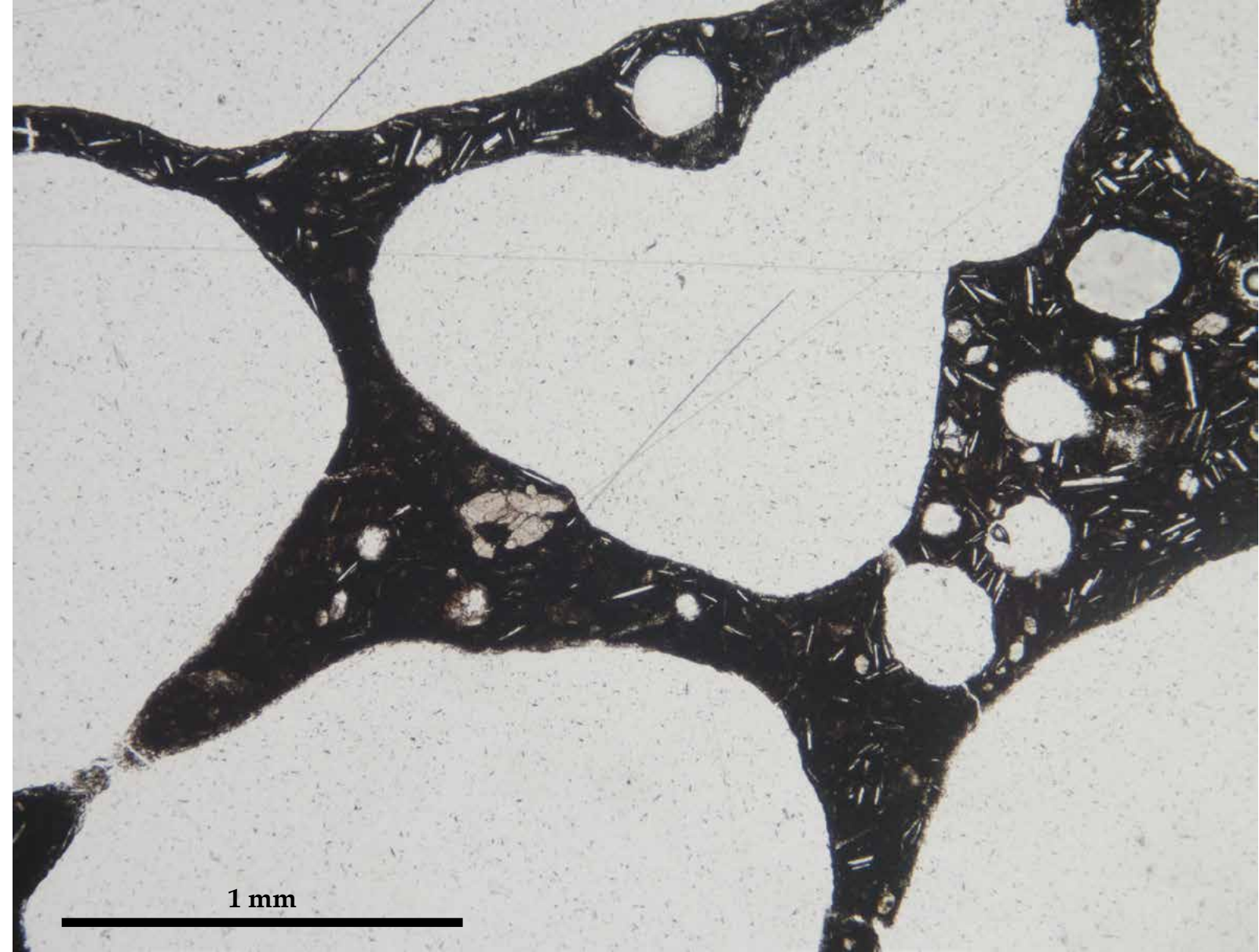
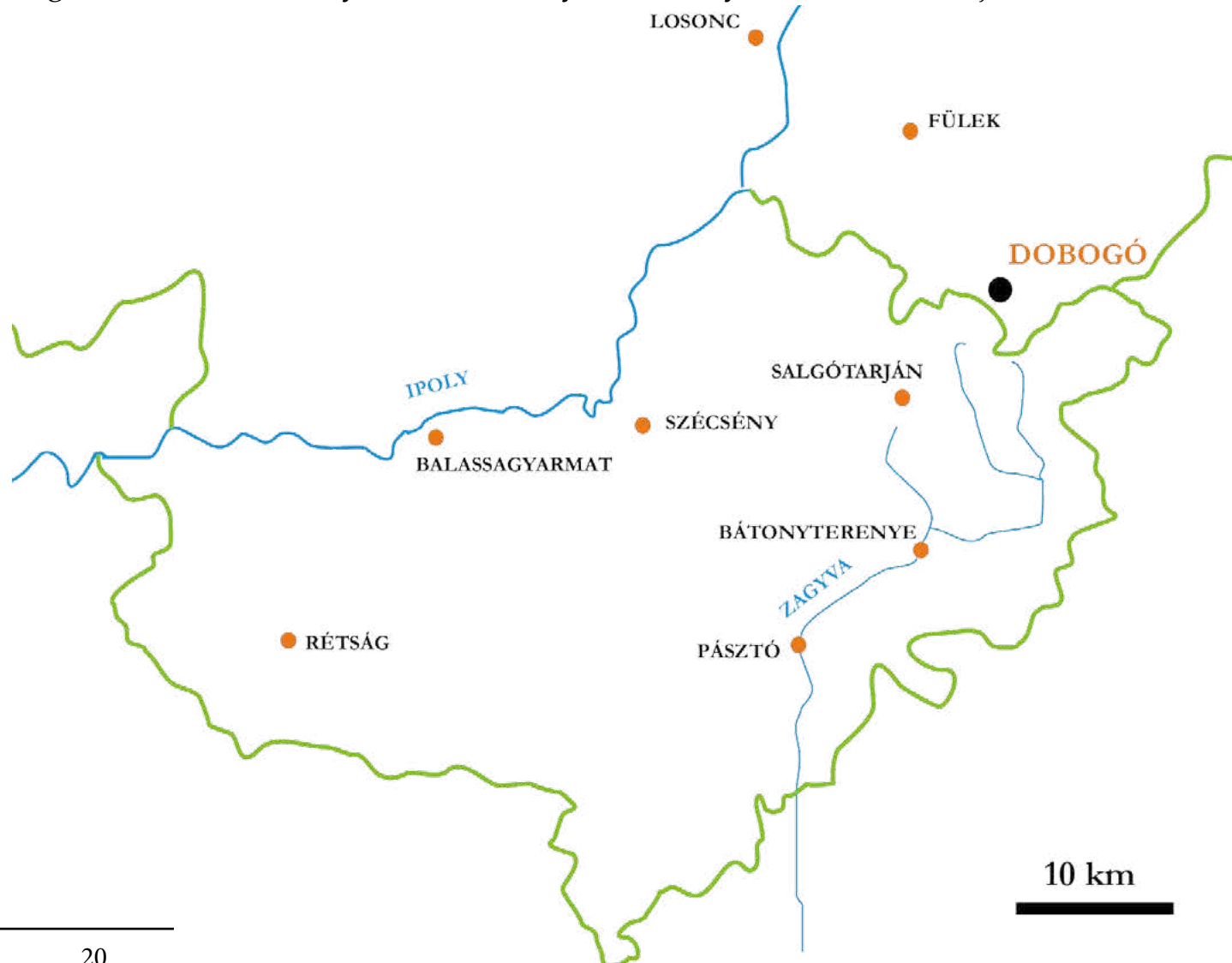
BAZALTSALAK

A Medves északi oldalában található **Dobogó 1,3 millió éves** vulkáni központja. A vulkán **lávatűzijáték-szerű (Stromboli-típusú) kitörései** során **bazaltsalakok** is keletkeztek. Ha a kezünkbe fogjuk, látjuk, hogy a kőzet olyan, mint a szivacs: sok kisebb-nagyobb, kerekded lyuk tátong benne. Főleg lyukakból áll. A bazaltsalakok a gázbuborékos magma megszilárdulásakor alakultak ki, a salak üregei ezeknek a buborékoknak a „lenyomatai”. A kőzet neve nagyon találó: a bazaltsalakok a kályha- és kohósalakokra hasonlítanak.

A magma **szén-dioxidot** tartalmaz. Ez a mélyben, 20–30 kilométer mélyen, buborékok formájában elkezd kiválni. Így a **buborékos magma** sűrűsége csökken, egyre könnyebben és gyorsabban áramlik felfelé. A gázbuborékok néhány kilométer mélyen

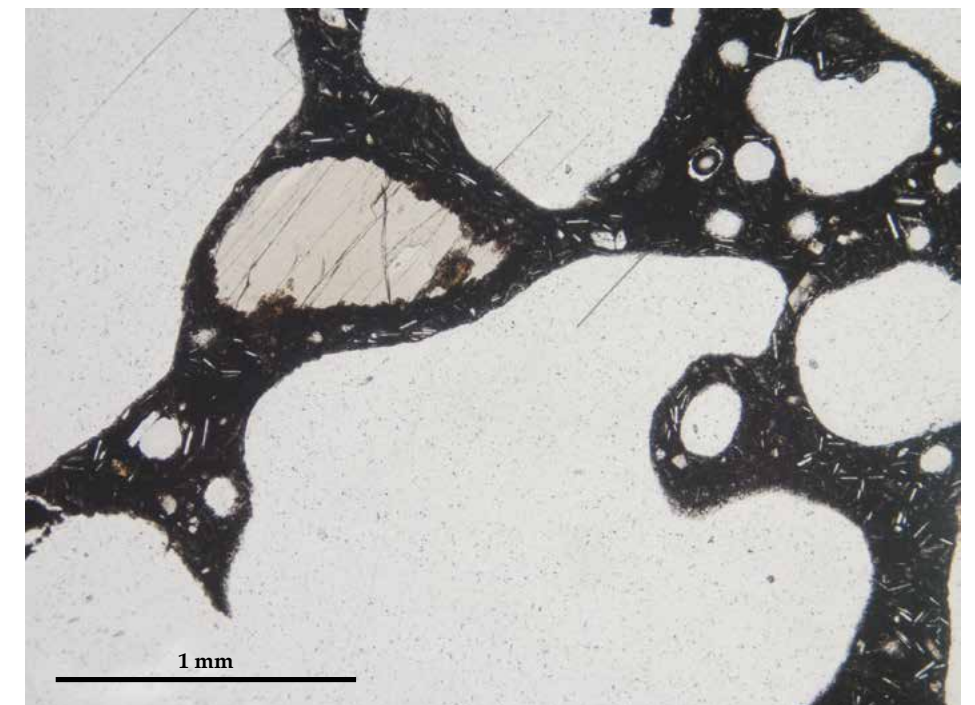
a felszín alatt már akár 1 méter átmérőjűek is lehetnek. A nagy buborékok gyorsan mozognak, bekebelezik a kisebbeket, egyre nagyobbra híznak. Ha a magmában elég sok a szén-dioxid (mennyisége eléri a 65–70 térfogat%-ot), a kis gázbuborékok óriás buborékká állnak össze. Ahogy a csatornában felfelé haladó óriás gázbuborék a felszín közelébe ér, szét pattantja az itt lévő **vízgőzbuborékokat**, majd ő maga is szét pattan. A felszínen bámészkodók ekkor **tűzijáték-szerű kitörést** látnak.

Stromboli vulkánját a Földközi-tenger világítótornyának is nevezik: a sziget, a csaknem folyamatos kitörések miatt, már messziről jól látható. A robbanásos kitörések, bár nem tartanak sokáig (maximum néhány tíz másodpercig), nagyon gyakoriak. Olyanok, mint a tűzijátékok.



Bazaltsalak a Medves vidékéről, Dobogóról (Dunivá hora, Szlovákia). Kőzettani fénymikroszkópi felvétel. Fotók: Gherdán Katalin

A vékony metszet szabálytalan fehér foltjai lyukak. A bazalt fekete alapanyagából lécformájú plagioklász kristályok tűnnek ki.



Ha a kőzetet vékonyra csiszolva kőzettani mikroszkópban vizsgáljuk, érdekes mintázatot látunk.

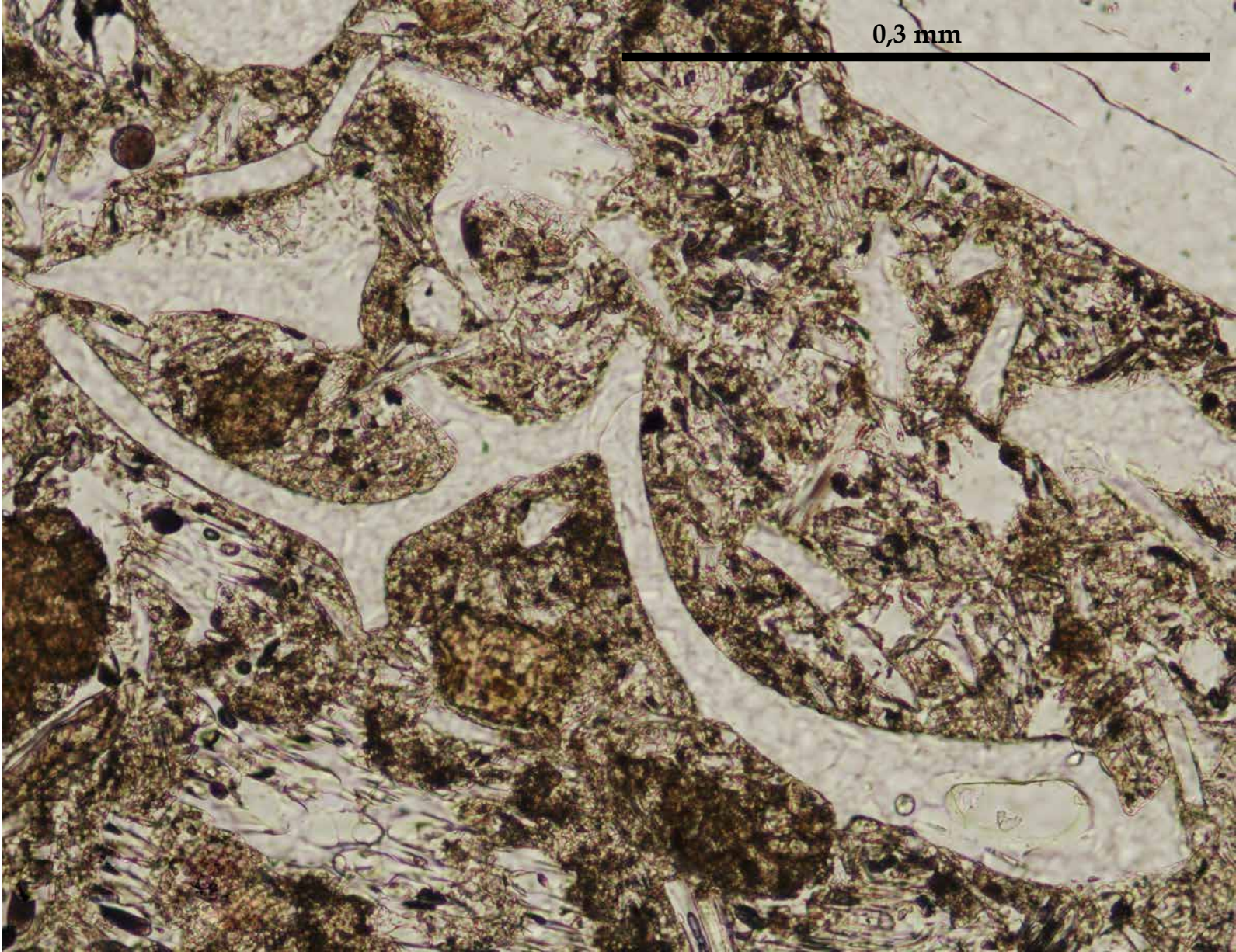
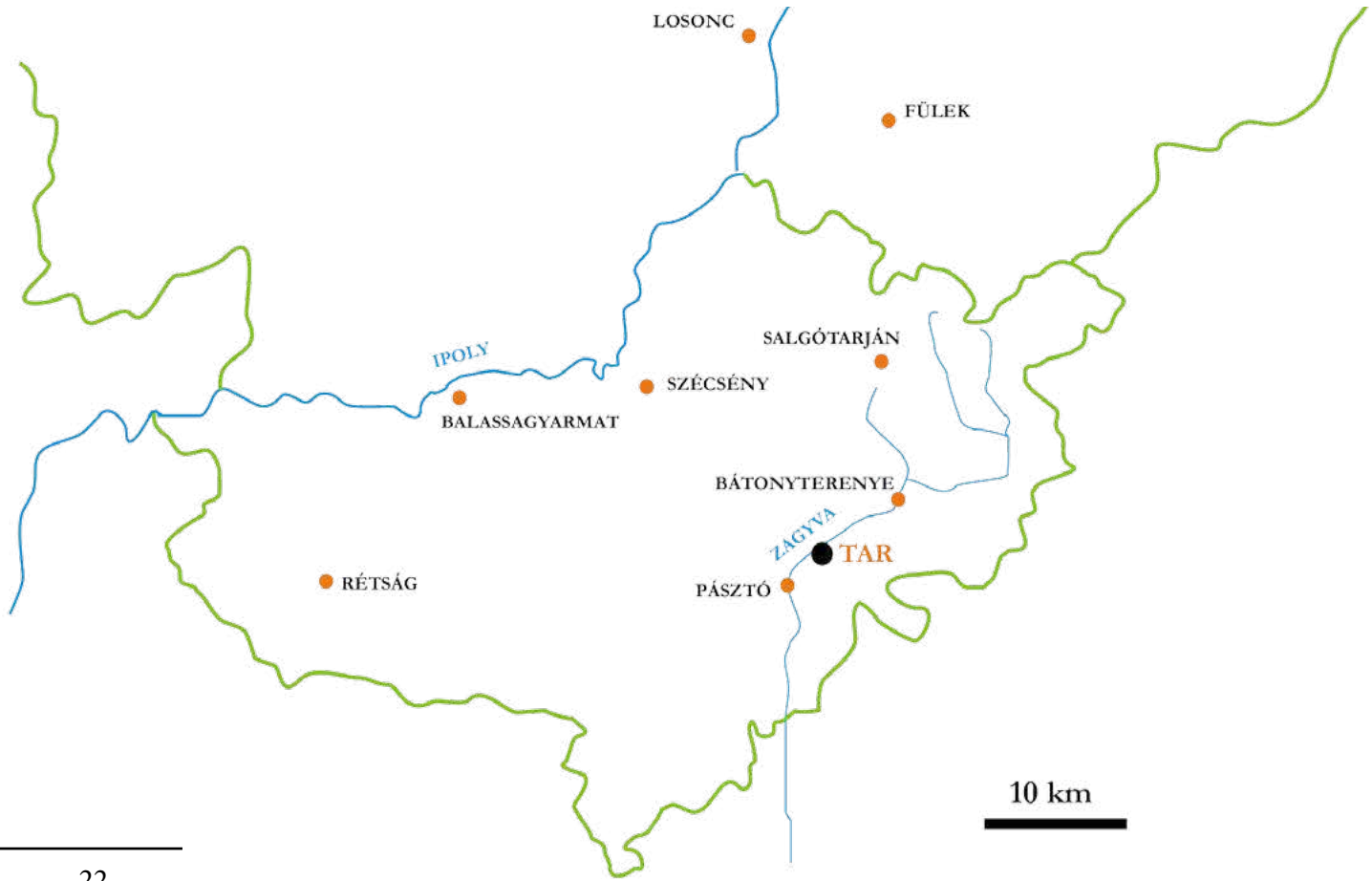
VULKÁNI TÖRMELEKÁR

A vulkáni törmelékárak üledékeit idegen szóval **ignimbritnek** hívjuk. Ez latinul **tűzesőt** jelent. **Robbanásos vulkánkitörésekkor** törmelékár zúdul le a vulkán oldalán, ami idővel kőzetté szilárdul. A kőzetet mikroszkóppal vizsgálva rögtön feltűnnek az ívelt szélű **kőzetüvegszilánkok**. Izgalmas alakjuk arról árulkodik, hogy a mostani kőzetüveg, még megszilárdulása előtt, magma korában, gázbuborékokkal érintkezett.

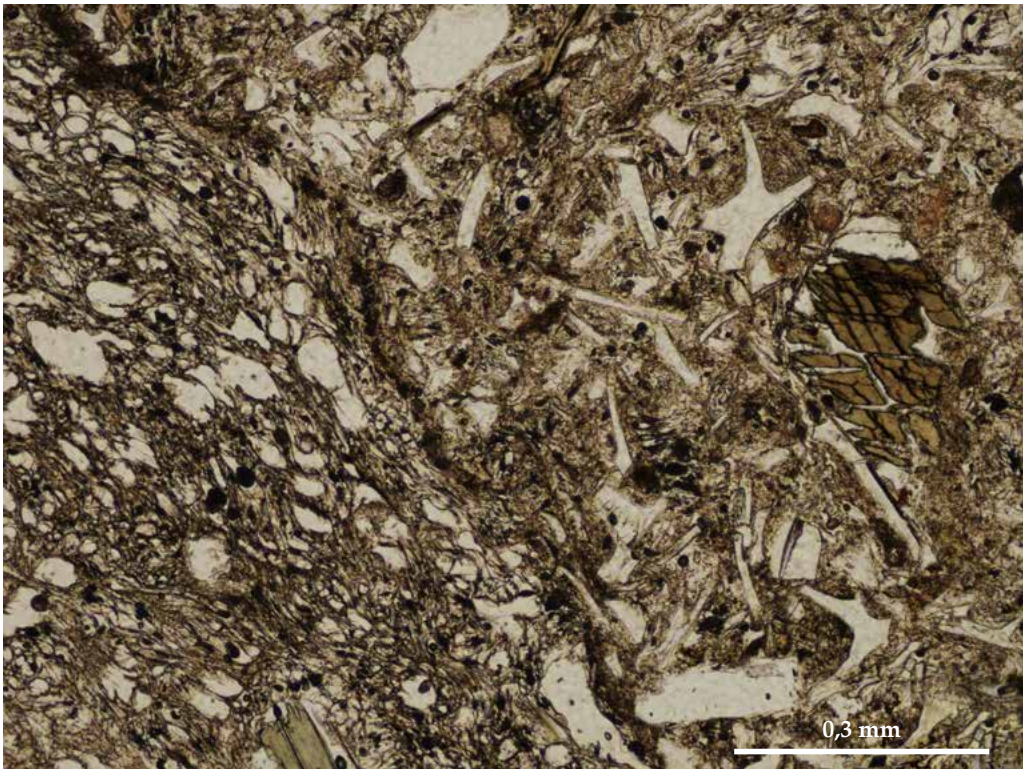
A másik feltűnő, már szabad szemmel is látható alkotó a szintén kőzetüveg anyagú, üreges **horzsakő**. Ez a körmünkkel karcolható, puha, fehér törmelékdarab könnyen kipereg a kőzetből. Ha kézbe vesszük, érezzük, hogy könnyű. Ha a darabkákat megpróbáljuk vízbe meríteni, nem sikerül: **úsznak a víz színén**. Nagyítóval vizsgálva, tízszeres nagyításban már jól látszik, hogy egy-egy törmelékszemcse sok-sok kis üregből áll, amiket vékony hártya választ el egymástól. A horzsakövek **robbanásos vul-**

kánkitörésekkor keletkeznek, amikor a kőzetolvadékban felgyűlő gázbuborékok nagy nyomása szétrobbantja a magmát, amelynek kis darabjai nagyon nagy sebességgel, másodpercenként akár több száz métert is megtéve, száguldanak ki a vulkán kürtőjéből. A felszínre érve hirtelen megdermednek, a buborékokat beburkoló magmahártya **kőzetüveggé** szilárdul, megőrződik az **üreges** szerkezet. Az üregeket levegő tölti ki, így a kőzetdarabka úszni fog a vízben.

Tar határában, a **Csevice-völgyből** kapaszkodhatunk fel a Fehérkő-bányához, ami egy **13 millió évvel ezelőtt** lerakódott **ignimbritet** tár fel. A kőzet nagyon jól faragható, kiváló építőkö. Ebből épültek a tari Szent Mihály templom, és Tar Lőrinc udvarházának falai. A kőzetet a közelmúltig bányászták, mert az „ignimbrittéglák”, kiváló hőszigetelő tulajdonságuknak köszönhetően, az újabb korokban is kedvelt építőkönek számítottak. A kőzet minősége most is kiváló, a bányászatot akár folytatni is lehetne.



Kőzetüvegszilánkok vulkáni törmelékár üledékében, ignimbritben, Tarról. Kőzettani fénymikroszkópi felvétel. Fotók: Harangi Szabolcs



A fotó bal oldalán jól látszik az üreges szerkezetű horzsakő. Tőle jobbra izgalmas alakú (X, Y) kőzetüvegszilánkokat fedezhetünk fel.

HOMOKKŐ

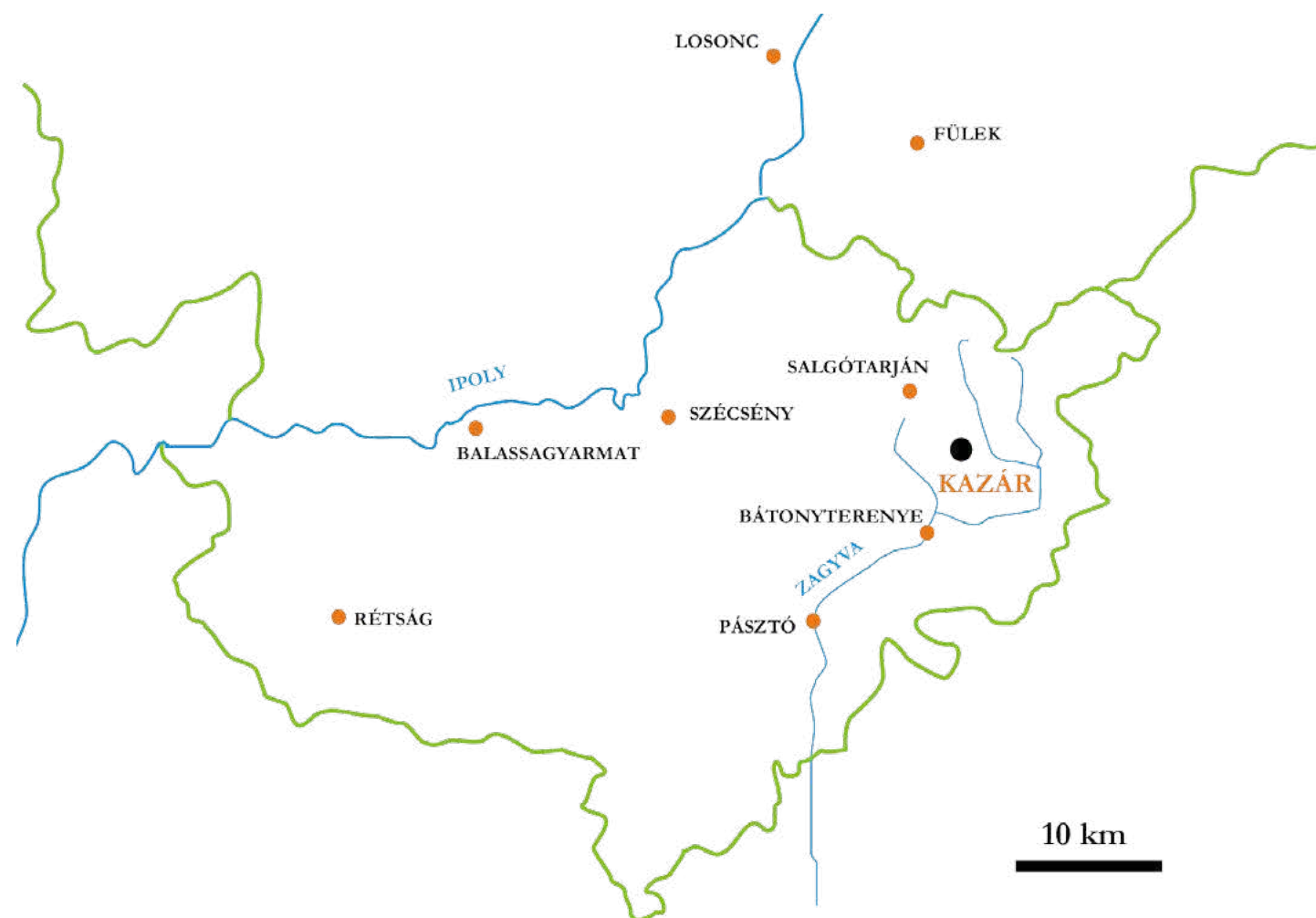
Kazár falu határában, az Aranyosi-pusztá felé futó út mentén sétálva, az útbevágásban feltáruló **homokkőben, 17 millió évvel ezelőtt** élt élőlények maradványaira bukkanhatunk. A kagylóhéjak mellett a kőzetben tömegesek a cápafogak, rájátüskék és a csontos halak fogai, csonttöredékei is. Ez az életközösség csökkent sótartalmú tengervízben volt otthonos, a homokszemcsék **sekélytengerben** ülepedtek le.

A homoklerakódás a Közép- és Kelet-Európát elfoglaló akkori **tengerágban**, a **Paratethysben** történt, amely egy időre **elzáródott**, elvesztette kapcsolatait a világóceánnal. Emiatt élővilága sajátosan változott. Az új körülmények között kevés állatfaj érezte jól magát, de azok nagyon elszaporodtak. A **paleontológusok** számára különösen izgalmasak a **Rzehakia** nevű (cseh eredetű név, ejtsd: rzehákia), alak-

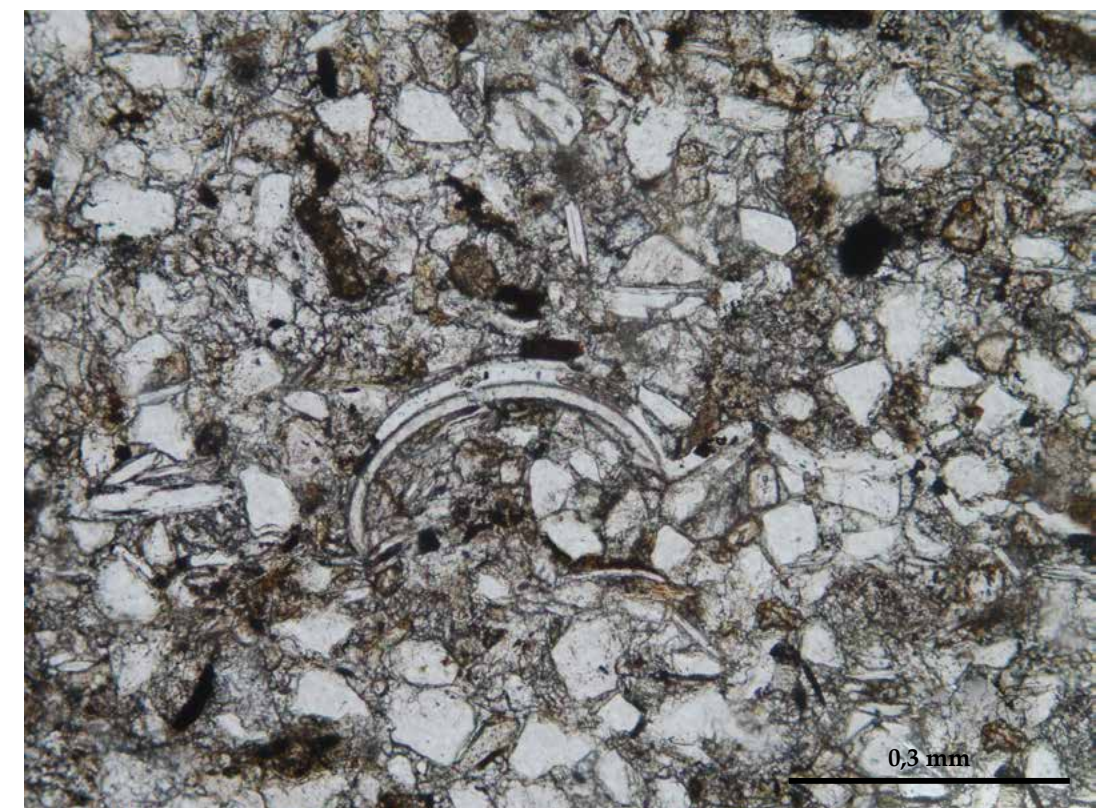
jukban szivarra emlékeztető kagylók. Ezek a **kagylók**, rövid ideig, csupán néhány százezer évig tartó, de nagyon széles földrajzi elterjedésükkel Bajorországtól a Kaukázusig jelzik a tengerelzáródás időszakát.

A geológusok azonban nemcsak az ősmaradványokból, hanem, csakúgy, mint a **kavicsok** esetében, a homokszemcsék alakjából, elhelyezkedéséből, az őket összekötő anyag összetételéből is következtetni tudnak a **kőzet történetére**.

A kazári homokkő szemcséit a **tojáshéj** ásványa, a **kalcit** köti össze. Ugyanebből az ásványból áll a **kagylók héja** is. A homokszemcsék leülepednek, majd betemetődnek. Ekkor válnak ki köztük a különböző „kötőanyagok”, például a kalcit, ami kemény **kőzetté**, meszes homokkővé **cementálja** a homokszemcséket.



Halszálla homokkőben, Kazárról. Kőzettani fénymikroszkópi felvétel. Fotók: Simon István



A kagylók héja, és a homokszemeket összekötő anyag „meszes”, a kalcit nevű ásványból áll.

KAVICS

Folyóparton, tengerparton járva a gyerekek és a felnőttek is szívesen szedik fel a víz koptatta, gömbölyítette **kavicsokat**. A **geológusok**, miközben színükben, alakjukban, simaságukban gyönyörködnek, a történetükről is sok mindent megtudnak. Tudják, hogy közelről érkeztek-e, vagy messziről indultak útnak. Látják, hogy folyóban, jégben, vagy szél hátán utaztak-e. Ha vékonyra csiszolják, és kőzettani mikroszkóppal az anyagukat is megvizsgálják, arra is van esélyük, hogy kitalálják, honnan érkeztek.

Nógrádban több helyen is találunk a földtörténeti múltban kialakult és lerakódott kavicsokat. Ilyen hely a **Börzsönyben** a Nagyoroszitól Bernecebaráti községig hosszan elnyúló **Nagy-völgy** is. A homokban a legtöbb kavics átmérője 3 centiméter körüli, de vannak néhány milliméteres aprókavicsok,

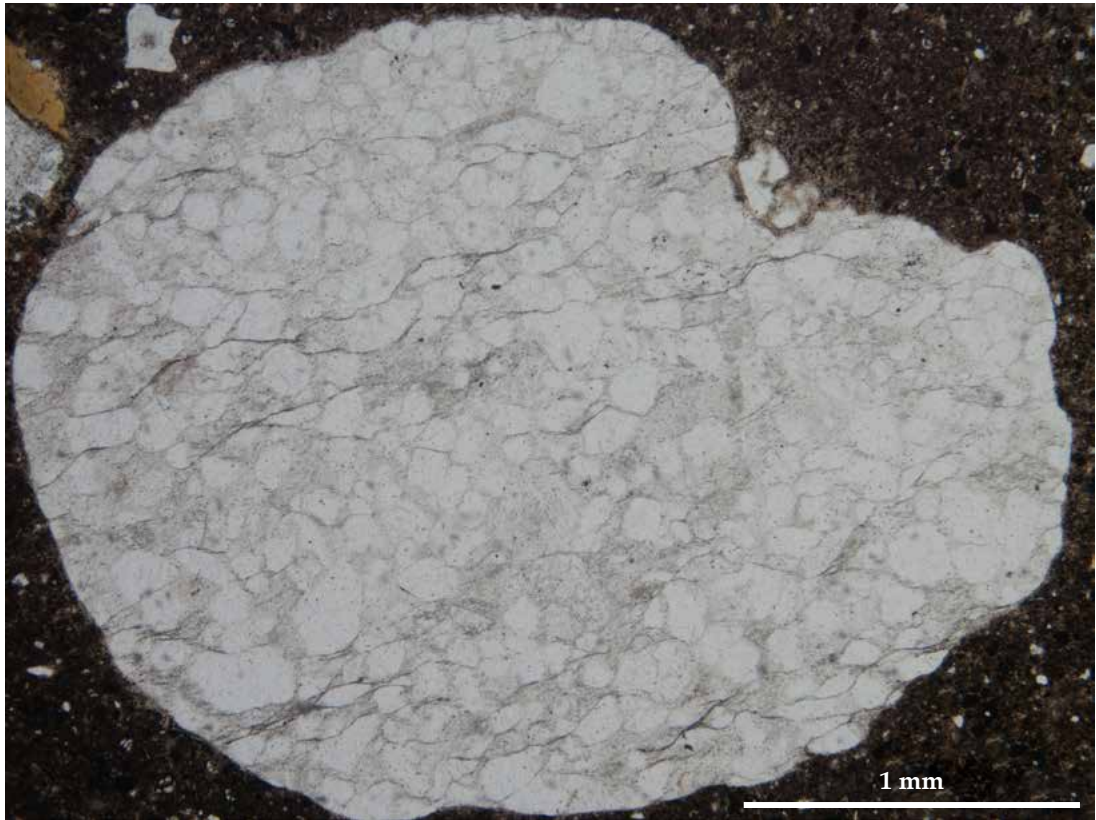
és 30 centiméteres óriáskavicsok, görgetégek, ún. hömpölyök is. Anyaguk rendkívül sokféle: találkozunk üledékes, magmás és átalakult kőzetekkel is.

A kavicsok alakjának, koptatottságának, kerekítettségének, elhelyezkedésének és anyagának vizsgálata alapján a geológusok ma úgy gondolják, hogy a Nagy-völgy kavicsait **folyóvíz szállította**, és egy tengerparthoz közeli folyó deltájában rakódtak le, a Börzsöny ősvulkánjának közelében.

Magyar kutatóknak mára sikerült olyan **matematikai modellt** is kidolgozniuk, amellyel kavicscsoportok együttes mozgása, és az ennek eredményeként kialakuló alakváltozások is leírhatók. A modellt a **Marson** zajló folyamatok kutatásában is felhasználják.



Metahomokkő-kavics a börzsönyi Nagy-völgyből. Kőzettani fénymikroszkópi felvétel. Fotók: Simon István



A fotón jól látszik a kőzetet alkotó ásványszemcsék alakja és a szemcséket összekötő anyag.

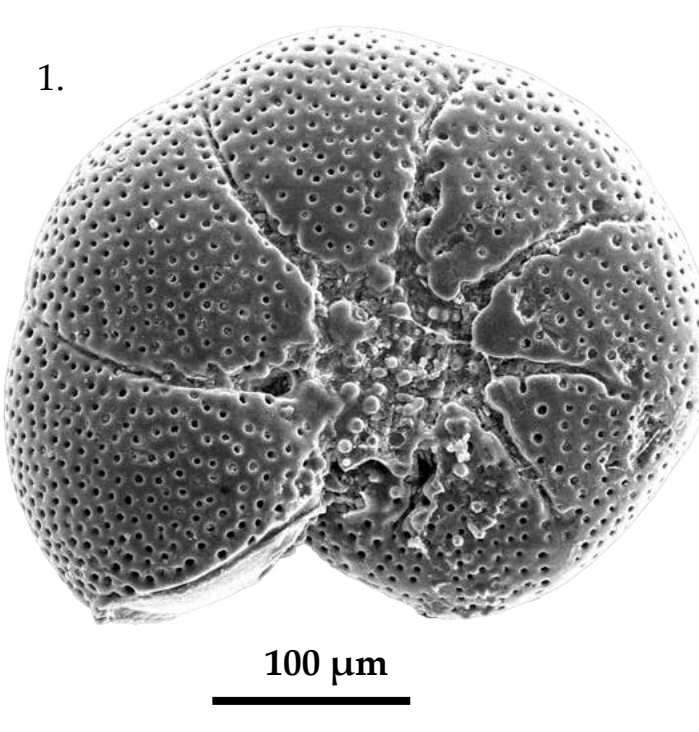
HÁZAS EGYSEJTŰEK, A FORAMINIFERÁK

Vázát építő egysejtűek. A váz állhat egy részből, kamrából, de leggyakrabban változatos elrendezésű többkamrás, melyet fokozatos növekedéssel alakít ki. A legkisebbek átmérője 0,02 mm, míg a legnagyobbak elérik a 110 mm-t. Legtöbbször mészkő anyagú vázat választanak ki, de vannak szerves, vagy kovaanyagúak is. Gyakoriak még az agglutinált vázú formák, melyek nem maguk választják ki a ház anyagát, hanem környezetükből „darabonként” gyűjtik össze.

A mészkőváznak háromféle fő típusa lehet:

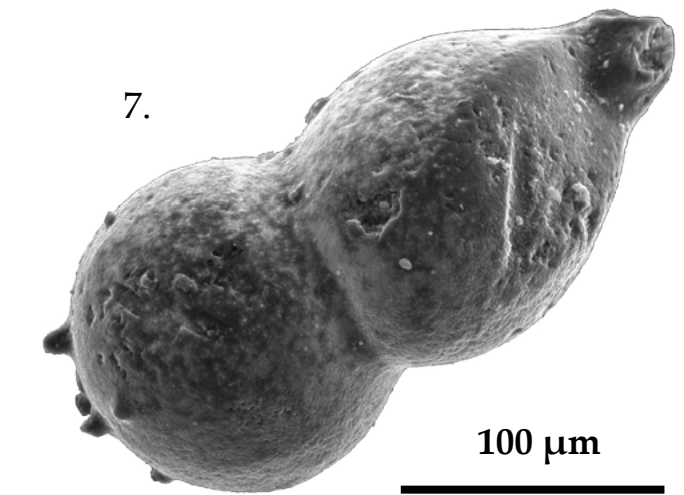
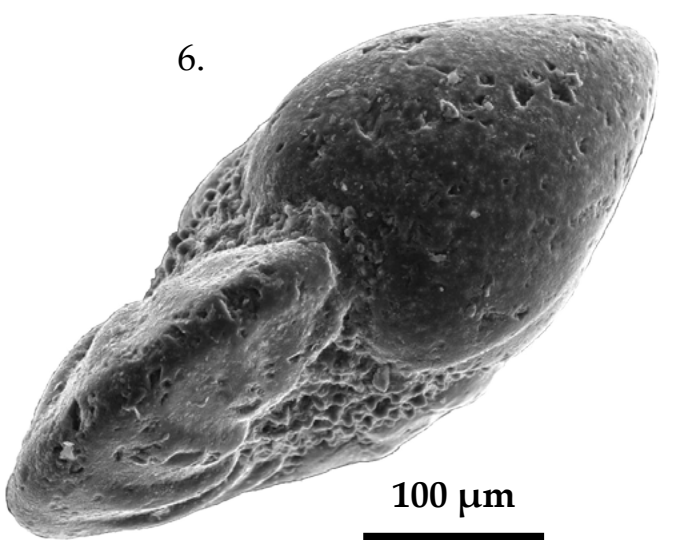
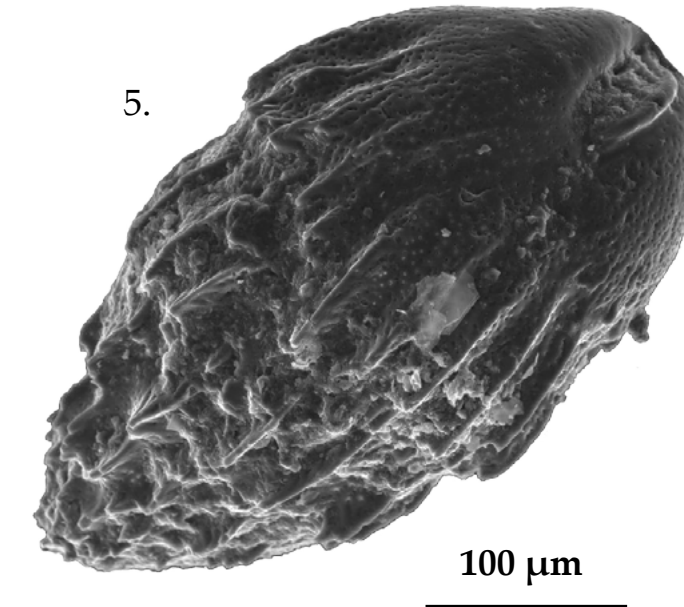
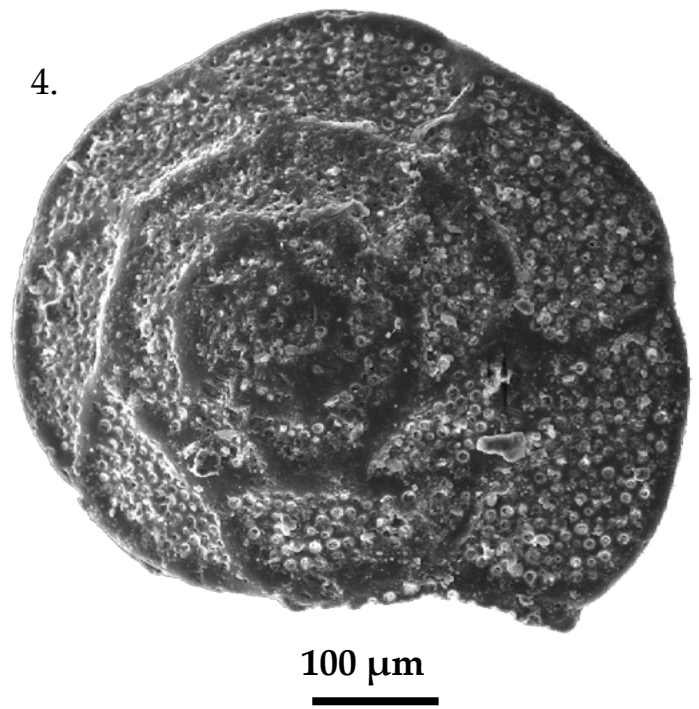
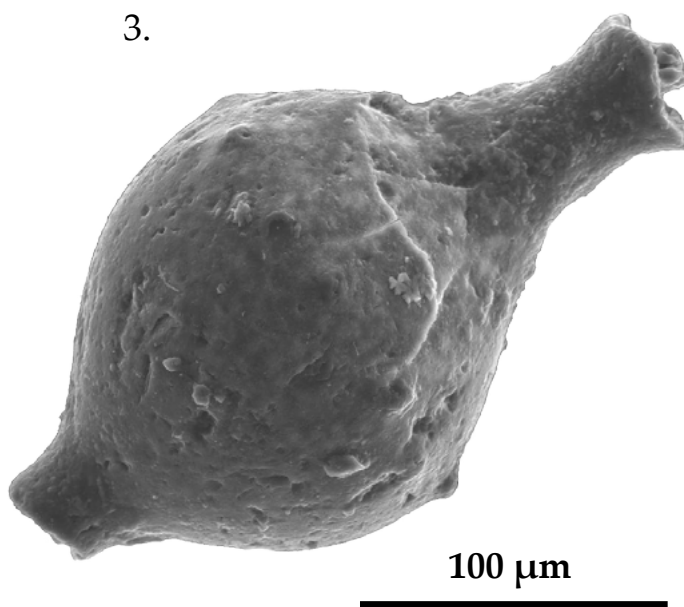
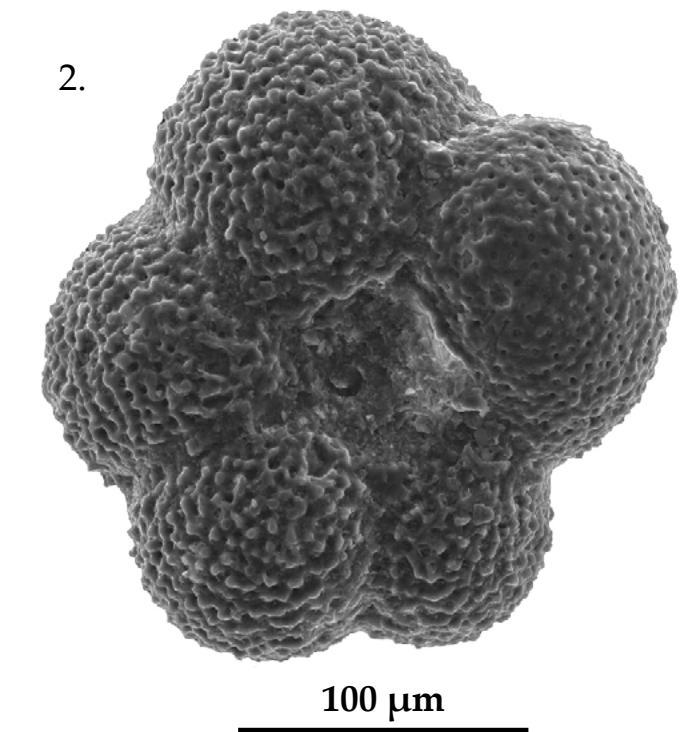
- porcelánszerű, melyet két vagy több rendezetlenül elhelyezkedő kalcitkristályokból álló réteg épít fel
- mikroszemcsés kalcitváz, melyet apró kalcitszemcsék építenek fel
- hialinváz, ami üvegszerű, pórusok járók át, kalcit- vagy aragonitkristályok ülnek benne

A foraminifera vázának alakja rendkívül változatos. Lehet gömb, orsó, korong, lencse és levél alakú, cső- vagy láncszerű. Felszínét díszíthetik tüskék, bordák vagy



bemélyedések. Ma közel 3000 élő fajuk ismert, a kihaltak számát 400 000-re becsülik. Az élő anyag nagy része a vázon belül található, de a váz egy vagy több nyílásán, a szájníláson keresztül állábak formájában akár a váz hosszának tízszeresére is kinyúlhatnak. Az állatok ezek segítségével táplálkoznak. Az állatok ezek segítségével táplálkoznak. Az állatok ezek segítségével táplálkoznak.

Csaknem kizárólag tengerben élnek. A legtöbb foraminifera bentosz életmódú, azaz a tengerfenékiszapjában vagy annak felszínén, vagy vízi élőlényeken mászkál. Legnagyobb alakgazdagságukat a trópusi sekélytengerekben érik el. Több fajuk sok apró kamrára osztott váza, mint üvegház működik az együtt élő algák számára, melyek részben táplálékul szolgálnak, részben a vázkiválasztást segítik a fotoszintézisük által. Csak kevés faj (ma kb. 30) amely a tenger vizében lebegő életmódot folytat. Ezek fő elterjedési öve az 50–100 m mélység között van.

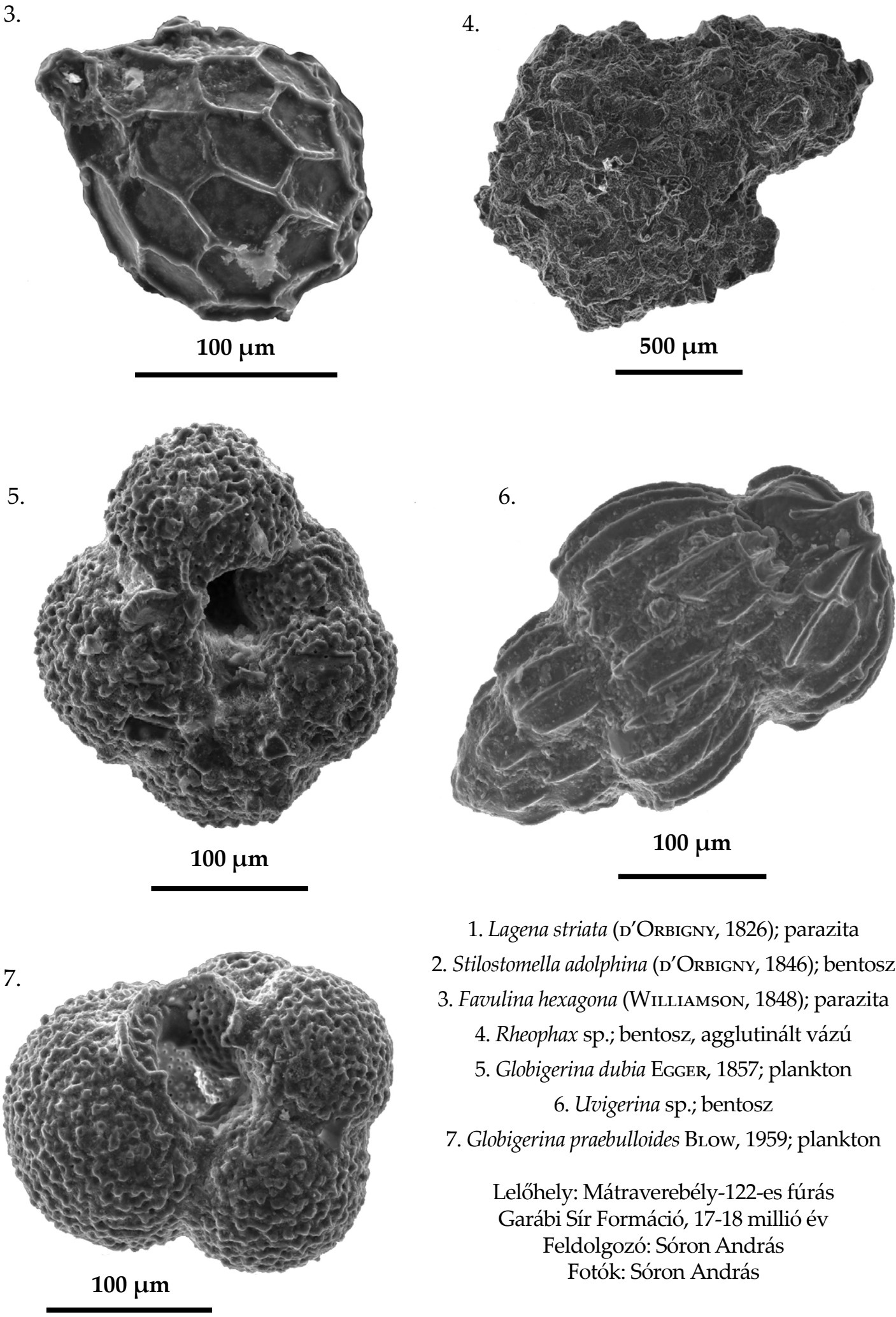
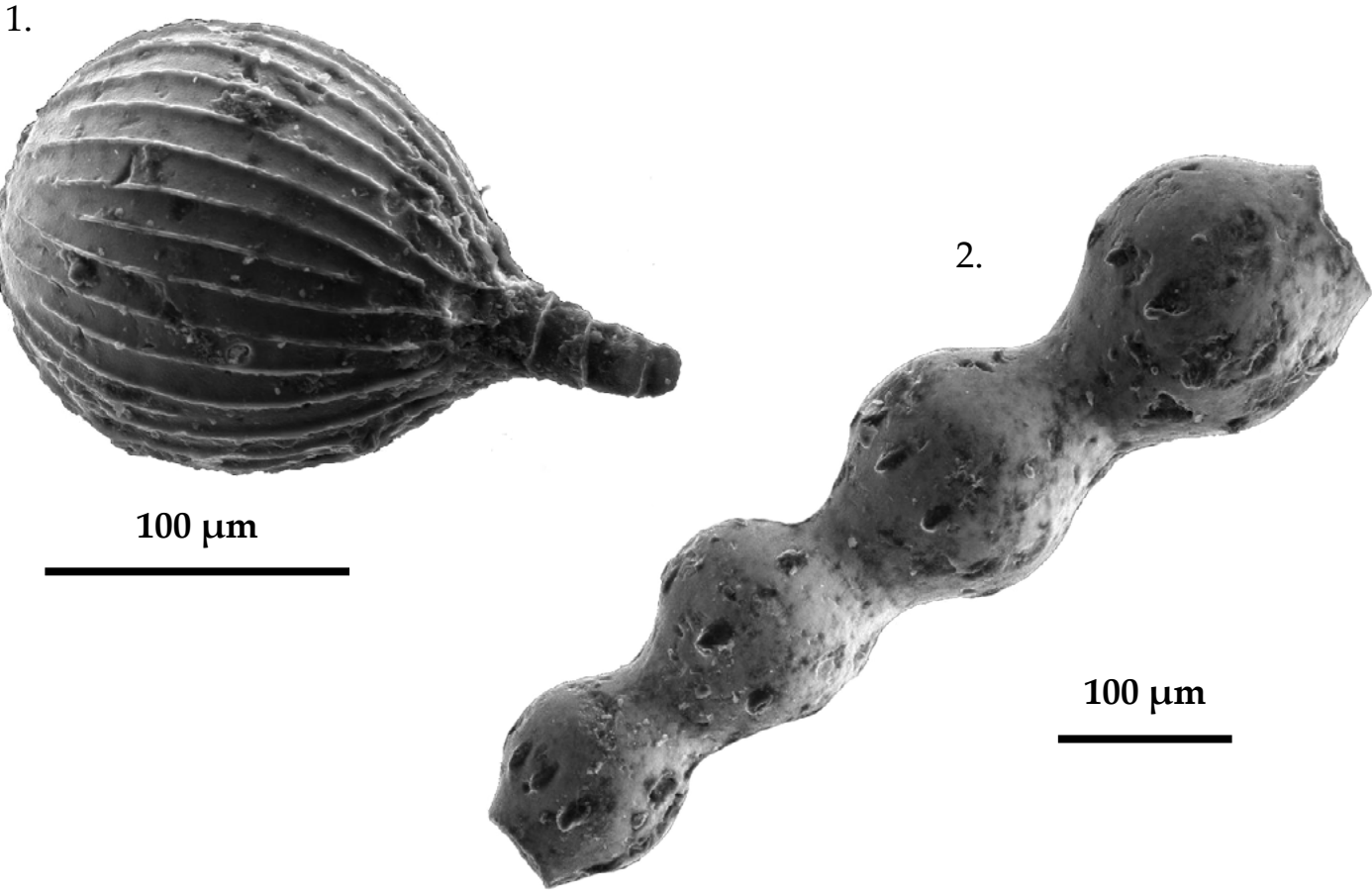


- 1. *Lagena striata* (D'ORBIGNY, 1826); parazita
- 2. *Stilostomella adolphina* (D'ORBIGNY, 1846); bentosz
- 3. *Favulina hexagona* (WILLIAMSON, 1848); parazita
- 4. *Rheophax* sp.; bentosz, agglutinált vázú
- 5. *Globigerina dubia* EGGER, 1857; plankton
- 6. *Uvigerina* sp.; bentosz
- 7. *Globigerina praebulloides* BLOW, 1959; plankton

Lelőhely: Mátraverebély-122-es fúrás
Garábi Sír Formáció, 17-18 millió év
Feldolgozó: Sóron András
Fotók: Sóron András, Tóth Emőke

Elterjedésüket elsősorban a táplálékviszonyok határozzák meg, de jelentős szerepet játszik ebben az üledék összetétele, az üledékképződés gyorsasága, az áramlásviszonyok, a fény, a hőmérséklet, a sótartalom, az oxigénmennyiség és az egyéb élő szervezetek gyakorisága. Általában a finom iszap nyújtja számukra a legkedvezőbb életfeltételeket. Az agglutinált vázú, egyszerűbb felépítésű formák a kontinentális lejtő közelében nagyobb mélységben élnek, míg a bonyolultabb vázú alakok a partközeli öblökben és lagúnákban. A porcelánvázú foraminiferák a nagyon sekély vízben dominálnak és jól tűrik a környezeti változásokat. A selfeken és a korallzátonyokon hialinvázú formák a leggyakoribbak. Már a kambrium elején (540 millió éve) megjelentek. Fajaik száma a nagy kihalási események során drasztikusan lecsökkent. Így a perm-triász határon (252 millió éve), vagy a kréta-paleogén határon (66 millió éve) több csoportjuk is kihalt.

A kihalásokat gyorsan felvirágzás követte. Vázaik gyakran kőzetalkotó mennyiségben halmozódtak fel. A mai tengerekben a karbonátermelés 20%-át adják. A Föld korallzátonyain élő foraminiferák karbonáttermelését évi 43 millió tonnára becsülik. Plankton foraminiferák aláhullott vázai borítják a mai óceánok aljzatának nagy részét. Ezek az arányok a földtörténeti múltban is hasonlóak lehettek. A Lánchíd talapzatának vagy az egyiptomi piramisok építőköveinek fő tömegét a foraminiferák váza adja. A gyors evolúciójuk miatt kitűnő korjelzők. Apró természetük miatt a fúrásos kutatásoknál is tömegesen kinyerhetők, ezért különös jelentőséggel bírnak a szénhidrogén- vagy vízkutatásban. A fosszilis foraminifera vázak vizsgálata a földtörténeti múltban lejátszódott éghajlatváltozásokról is tudósít, mivel a vázban lévő oxigén 16-os és 18-as tömegszámú stabil izotópjainak arányából következtethetünk az akkori tengervíz hőmérsékletre.



1. *Lagena striata* (D'ORBIGNY, 1826); parazita
2. *Stilostomella adolphina* (D'ORBIGNY, 1846); bentosz
3. *Favulina hexagona* (WILLIAMSON, 1848); parazita
4. *Rheophax* sp.; bentosz, agglutinált vázú
5. *Globigerina dubia* EGGER, 1857; plankton
6. *Uvigerina* sp.; bentosz
7. *Globigerina praebulloides* BLOW, 1959; plankton

Lelőhely: Mátraverebély-122-es fúrás
Garábi Sír Formáció, 17-18 millió év
Feldolgozó: Sóron András
Fotók: Sóron András

A SUGÁRÁLLATOK, A RADIOLÁRIÁK

Tengerben lebegő, 0,1–0,2 mm nagyságú egysejtű élőlények. Nevüket gömbszimmetrikus felépítésű testükről kapták (bár ez az alapstruktúra korántsem kizárólagos a radioláriák között). Mélységi helyzetüket jól tudják szabályozni a testükben levő gázhólyagok és olajcseppek segítségével. A napfénnel átvilágított felszíni vízrétegekben lebegő fajaik gyakran fotoszintetizáló algákkal élnek együtt. Vannak közöttük ragadozó és filtráló, vagyis a tengervízből kiszűrt szerves anyaggal táplálkozó életmódúak is. A világóceán összes területén előfordulnak, de leggyakoribbak a trópusi területeken.

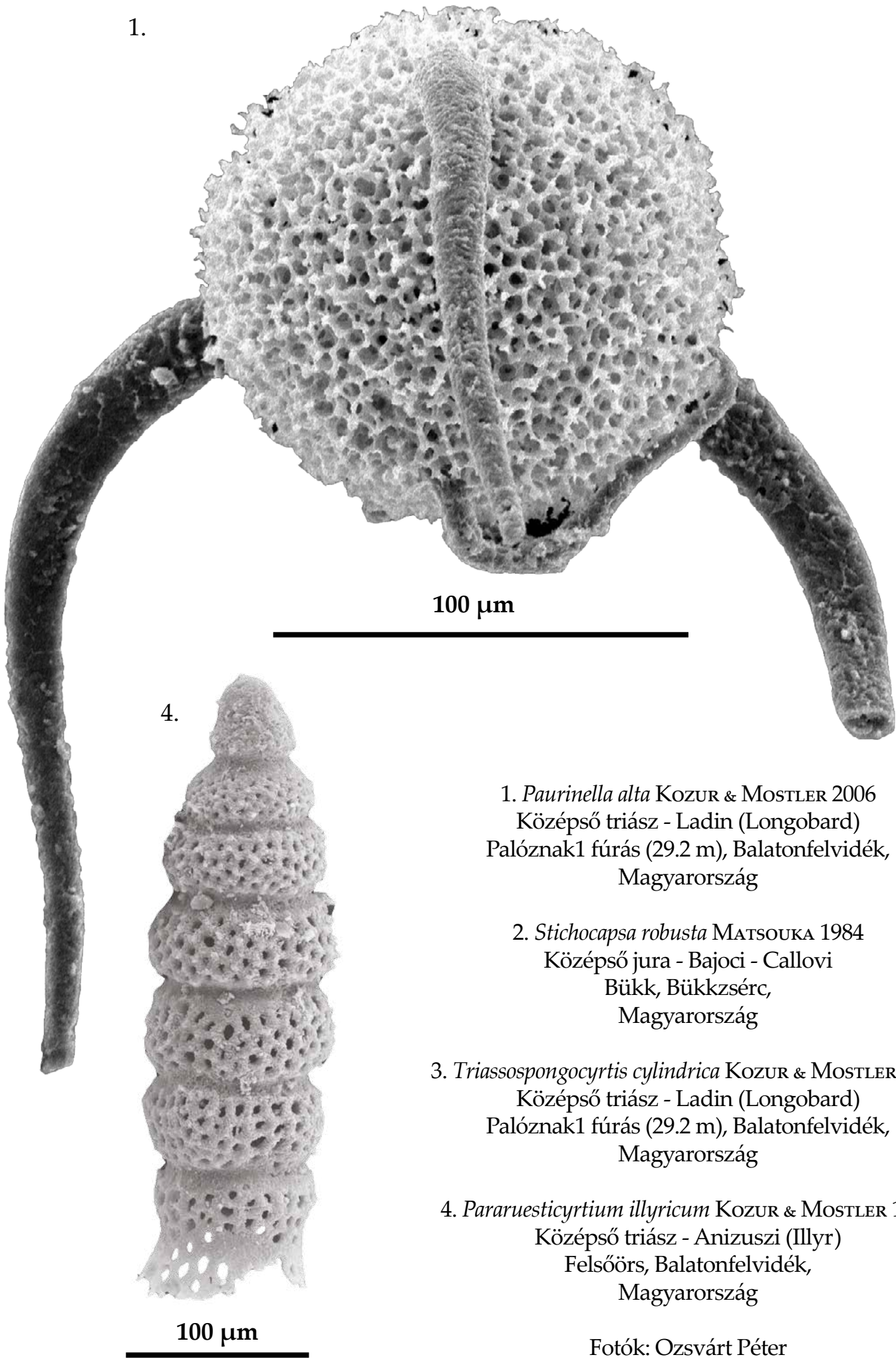
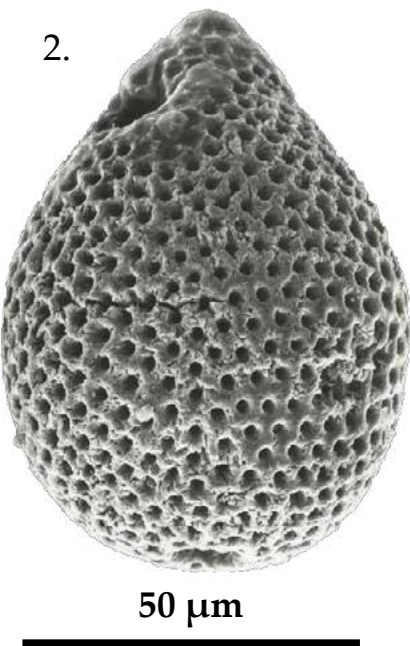
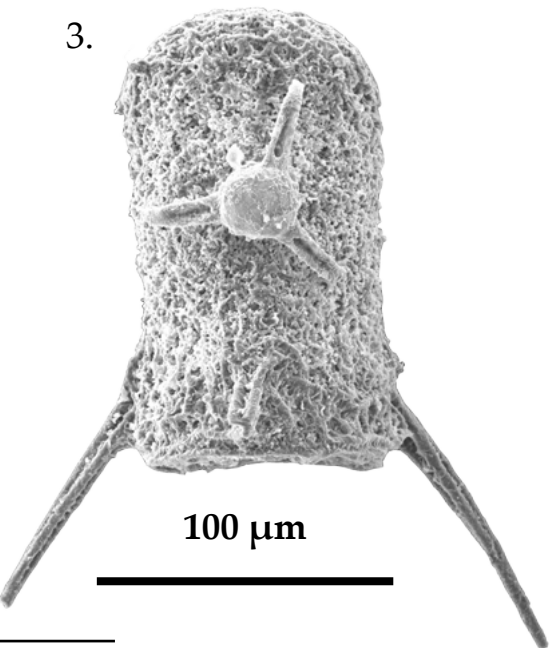
Szilárd vázuk biogén eredetű, amorf (kristályszerkezet nélküli) kovasavból épül fel.

A sejtet felépítő plazma részben a szilárd vázon belül, részben azon kívül helyezkedik el. A radioláriák vázának tömegéből felépülő kőzet a radiolarit. A mai óceánok mélyén 5000 m körüli mélységben halmozódik fel a radioláriás iszap. A betemetődést követően a jelentős nyomás miatt a radioláriák váza átalakul, és mikrokristályos kőzetté válik. A hazánkban is elterjedt triász és jura időszaki radiolaritok valószínű-

leg hasonló mélységű óceáni medencékben keletkeztek. Első biztos képviselőiket kambriumi (542–488 millió éve) kőzetekből írták le. Virágkorukat a triász és a jura időszakokban (245–146 millió évig) élték. A perm végi (245 millió éve) nagy kihalási hullám után kulcsszerepük volt a tengeri életközösségek újrászerveződésében. Ekkor a radiolaria családok száma mintegy 10 millió év leforgása alatt meghatszorozódott. A krétától (146 millió éve) kezdve fokozatosan háttérbe szorultak.

Magyarországon vizsgálatuk már a 19. század végén Hantken Miksa révén elkezdődött és megszakításokkal ugyan, mind a mai napig tart. A Nógrád és Pest megyék határán fekvő, világhírű triász-jura határszelvény (Csóvári-rög) mészkövének radioláriáit elsőként Dosztály Lajos majd Ozsvárt Péter vizsgálta.

Tanulmányozásuk korábban csak kőzetcsiszolatokban volt lehetséges. Különböző kémiai eljárásokkal a radiolaria vázakat ki lehet szabadítani a kemény kőzetből, így azok pásztázó elektronmikroszkóp segítségével akár háromdimenziós felvételekkel is vizsgálhatók.



1. *Paurinella alta* KOZUR & MOSTLER 2006
Középső triász - Ladin (Longobard)
Palóznak1 fúrás (29.2 m), Balatonfelvidék,
Magyarország

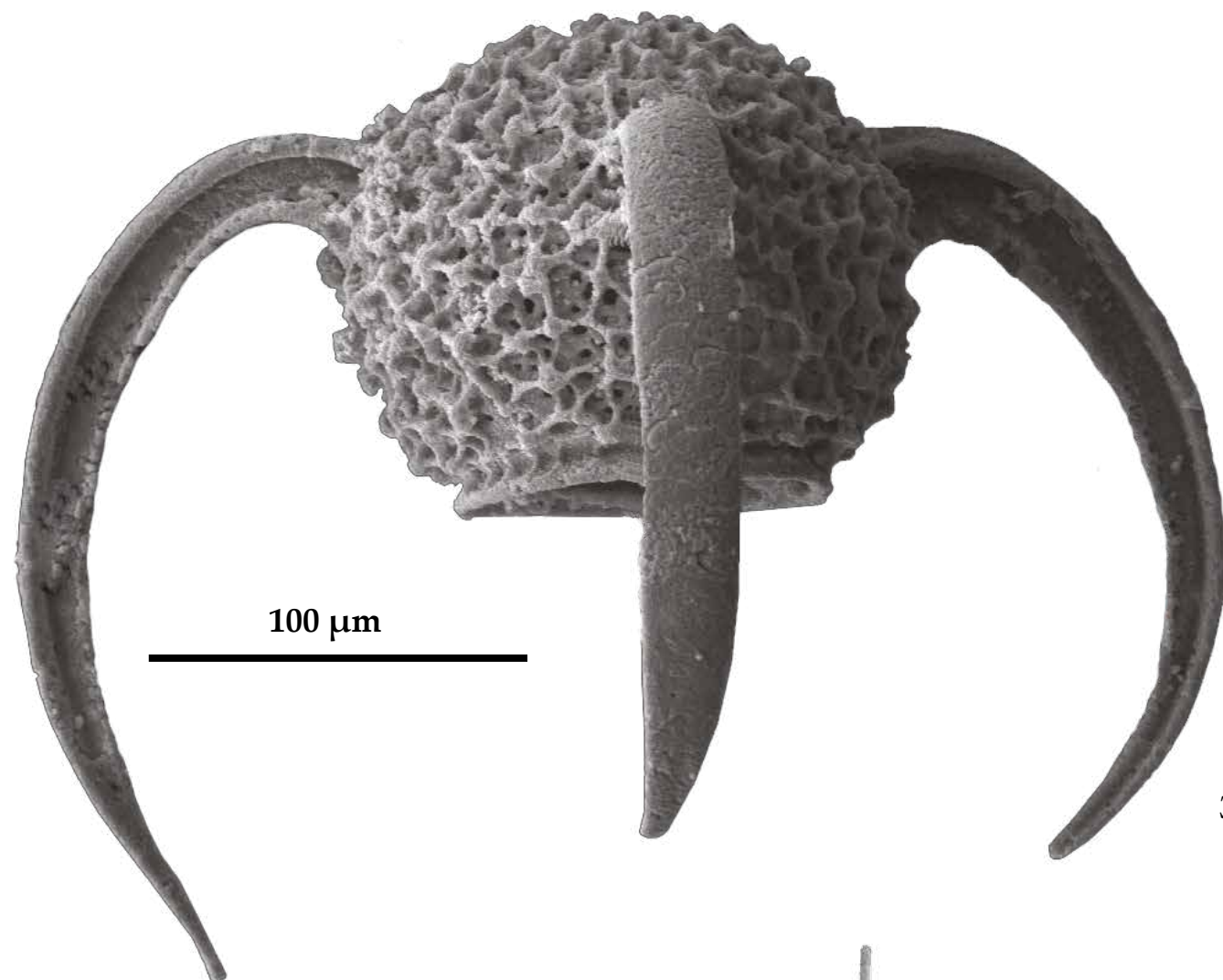
2. *Stichocapsa robusta* MATSOUKA 1984
Középső jura - Bajoci - Callovi
Bükk, Bükkzsérc,
Magyarország

3. *Triassospongocytis cylindrica* KOZUR & MOSTLER 1994
Középső triász - Ladin (Longobard)
Palóznak1 fúrás (29.2 m), Balatonfelvidék,
Magyarország

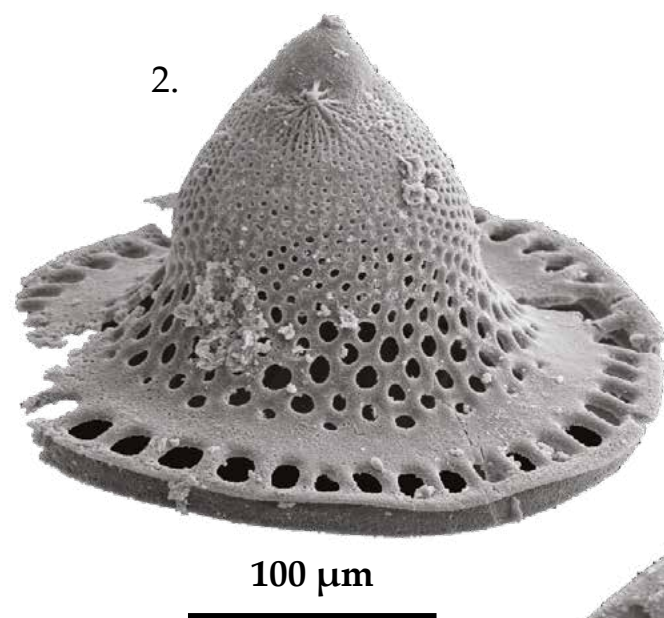
4. *Pararuesticyrtium illyricum* KOZUR & MOSTLER 1981
Középső triász - Anizuszi (Illyr)
Felsőörs, Balatonfelvidék,
Magyarország

Fotók: Ozsvárt Péter

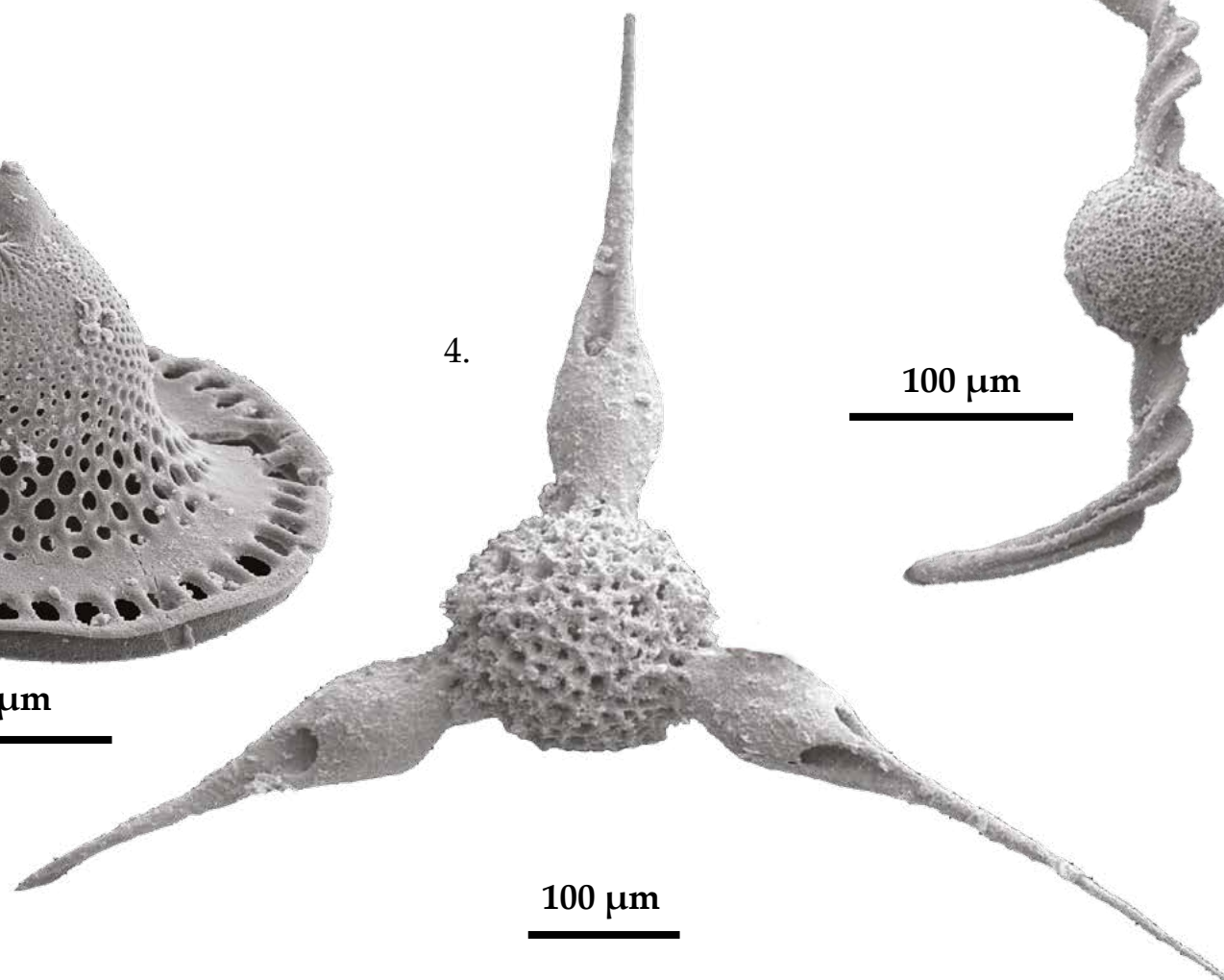
1.



2.



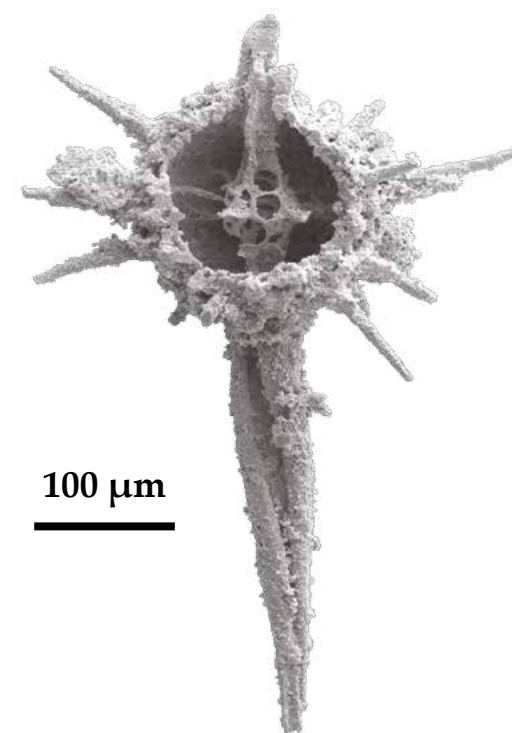
4.



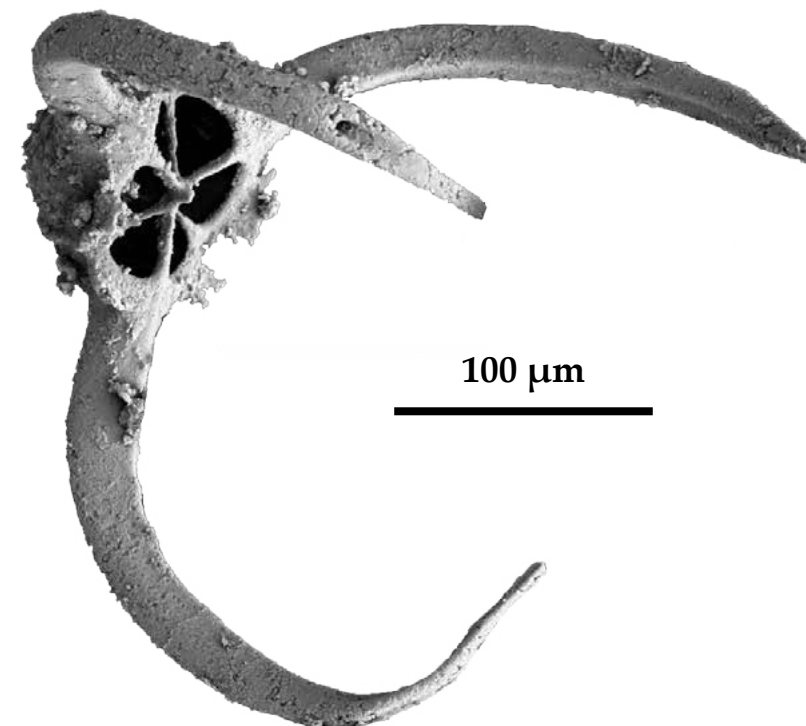
3.



5.



6.



1. *Annulopoulpus reticulatus* (KOZUR AND MOSTLER, 1981)
Felső triász - Karni (Alsó Tuvali)
Sorgun, Törökország

2. *Aropeon cingulatus* OZSVÁRT et al., in press
Felső triász - Karni (Alsó Tuvali)
Rodosz, Görögország

3. *Spongotortilispinus moixi* KOZUR AND MOSTLER, 2007
Felső triász - Karni (Alsó Tuvali)
Sorgun, Törökország

4. *Capnuchosphaera barnabasi* KOZUR, MOIX & OZSVÁRT, 2009
Felső triász - Karni (Alsó Tuvali)
Sorgun, Törökország

5. *Pseudostylosphaera dimitricai* OZSVÁRT, MOIX AND KOZUR, 2015
Felső triász - Karni (Alsó Tuvali)
Sorgun, Törökország

6. *Poulpus piabyx* DE WEVER 1979
Felső triász - Karni (Alsó Tuvali)
Rodosz, Görögország

7. *Pseudostylosphaera gracilis* KOZUR & MOCK 1981
Felső triász - Karni (Alsó Tuvali)
Sorgun, Törökország

Fotók: Ozsvárt Péter

KOVAMOSZATOK

Kova (szilícium dioxid) anyagú vázuk van, mely cipősdobozszerűen illeszkedő két egységből áll. A nagyobbik az epitheca, a kisebbik a hypotheca. A két dobozfél jól záródó dobozt képez, de övek, szalagok ékelődhetnek közéjük, ami biztosítja a sejt növekedését a merev váz ellenére.

A szilárd kovavázon jellemzően kis lyukacsok (pórusok) vannak, de sok más, számunkra díszítőelemnek tűnő struktúra (dudor, tüske, nyúlvány) is előfordul.

A sejtek élő anyaga (a citoplazma) a fedőlap és a fenéklap között hidat alkot. Színtesteik sohasem tiszta zöldek, hanem sárgásbarnák. Sejtjeikben soha sincs keményítő. Fotoszintézisük terméke olaj, amely biodízel gyártására is alkalmas. Sejtjeik átmérője 0,002–0,2 mm között van, de elérheti a 2 mm nagyságot is.

Több, mint 20 000 fajukat írta le eddig a tudomány, de konzervatív becslések szerint is legalább egy nagyságrenddel több, azaz több, mint 200 000 fajuk élhet a Földön. A fajok megismerése egyre gyorsuló ütemben folyik, így tudásunk a diatómák

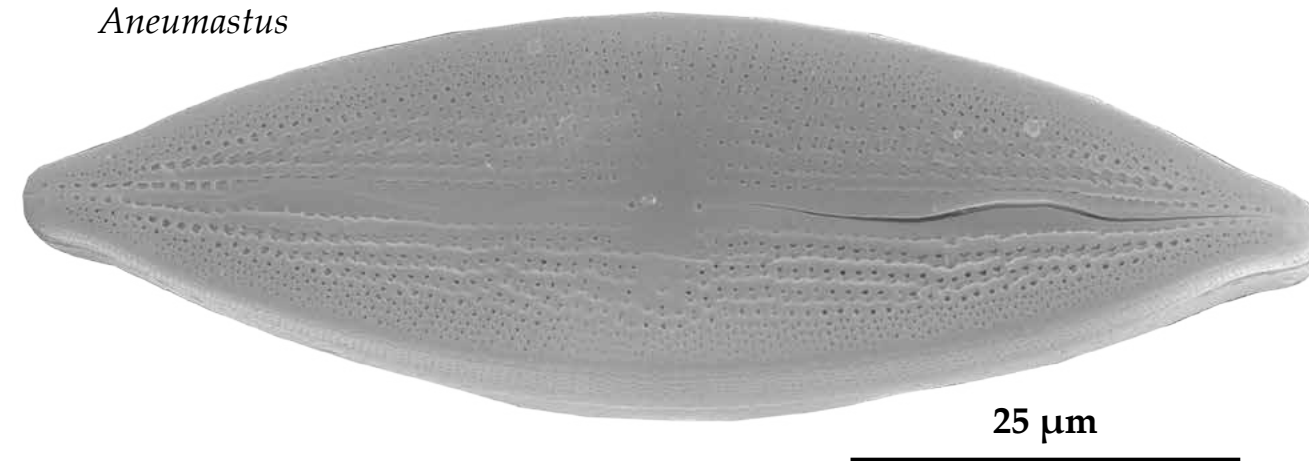
sokféleségéről egyre nő. Az utóbbi évtizedekben évente és átlagosan több mint 400 fajt írnak le.

Alaki szempontból két nagy csoportjuk van. A sugaras kovamoszatok (Centrales rend tagjai) felülnézetben kör, ovális, vagy sokszög alakúak. Díszítésük mindig sugárirányú.

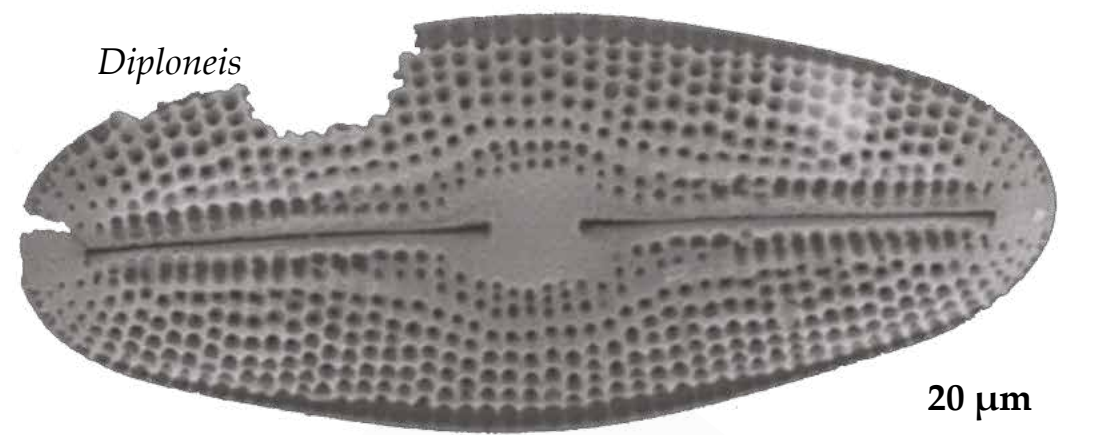
A Pennales rend tagjai viszont megnyúlt csónak, vagy pálcika alakúak és díszítésük merőleges a hossz tengelyre. Közöttük egyaránt előfordulnak lebegő és fenéken élő, mozgó, vagy helyhez kötött alakok.

A lebegő életmódot folytatók nagy része sugaras felépítésű, a fenéken élők kétoldali részarányosak, vagy helyhez kötöttek. Többnyire mozdulatlanul élnek, vagy passzívan mozognak. A megnyúlt formák egy része képes sajátos aktív helyváltoztatásra. Ezek borítólemezein egy hosszanti vájat, ún. rafé található, amelyen a plazma a sejtből kiléphet, s egy másik nyíláson visszaáramolhat. Ilyen módon a sejt hernyótalp-szerű mozgással előrehalad és az iszapos, agyagos felszíneken képes megvédeni magát a betemetődéstől.

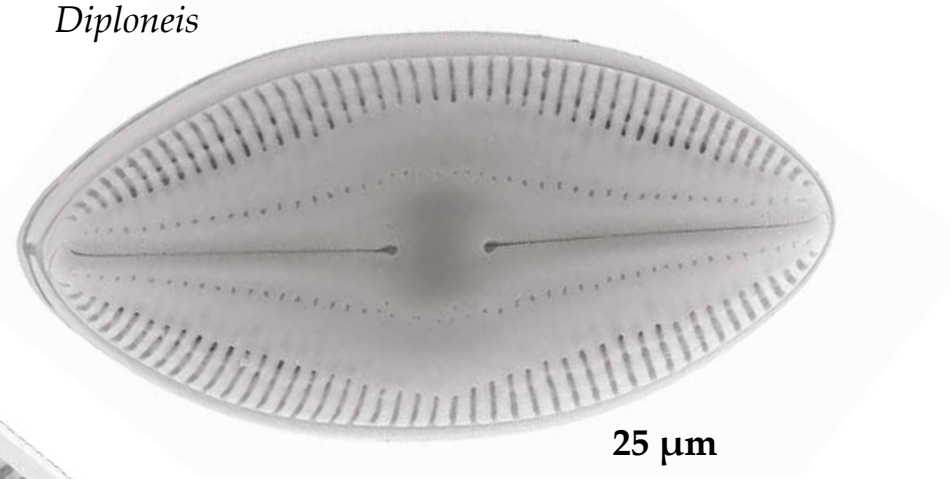
Aneumastus



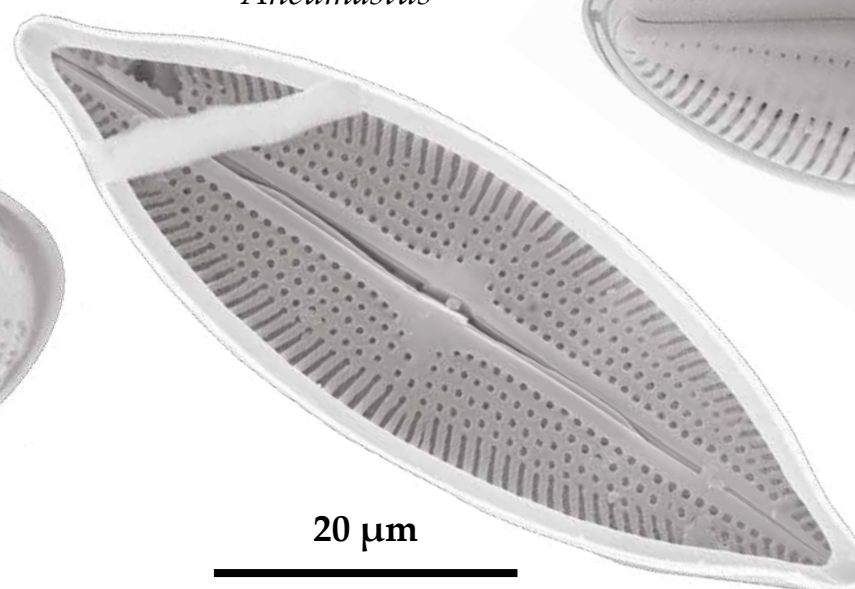
Diploneis



Diploneis



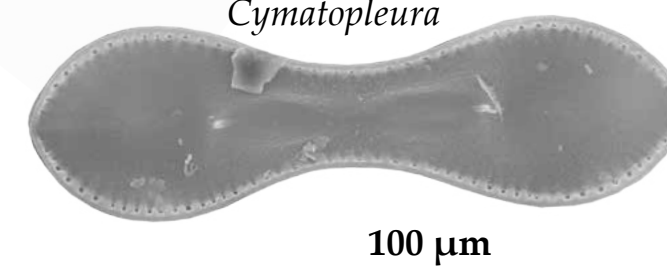
Aneumastus



Gomphonema

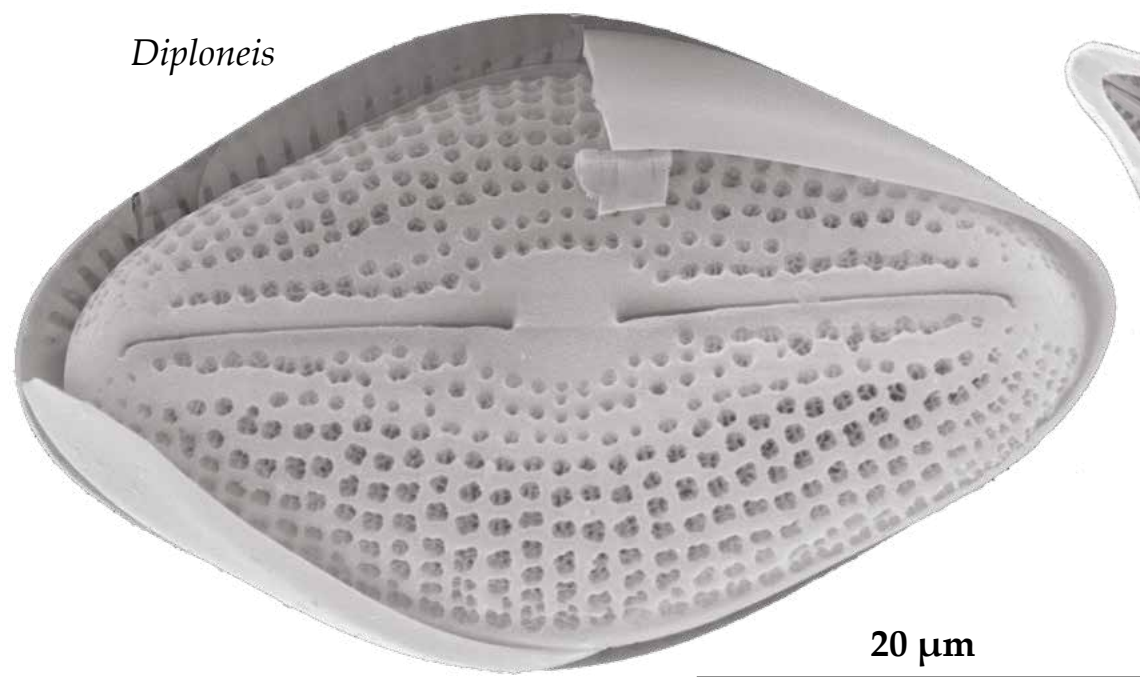


Cymatopleura



Fotók: Buczkó Krisztina

Diploneis



20 μm

25 μm

20 μm

100 μm

Több életformájukat is megkülönböztetik. Vannak egyenként szabadon élők, míg mások helyhez kötöttek. Közülük vannak olyan fajok, melyek kocsonyanyélen egymáshoz kötődve, virágcsokorszerű kolóniákat, cikk-cakos láncokat alkotnak tavak fenekén, vagy vízínövényekhez tapadnak. Sok fajuk kocsonyacsőben él.

Külső vázuk dekoratív mintázata miatt sok műkedvelő is foglalkozik velük. Formai változatosságuk művészeket is megihletett. A rajzolatok, mintázatok annyira jellemzőek egyes fajokra, hogy azok alapján meghatározhatók.

Az első kovamoszatok a jurában jelentek meg, a molekuláris órák becslése alapján kb. 200 millió évvel ezelőtt. Jó megtartású tömeges maradványaik azonban csak a középső krétától ismeretesek. Igazi virágkorukat a harmadidőszaktól kezdődően élik.

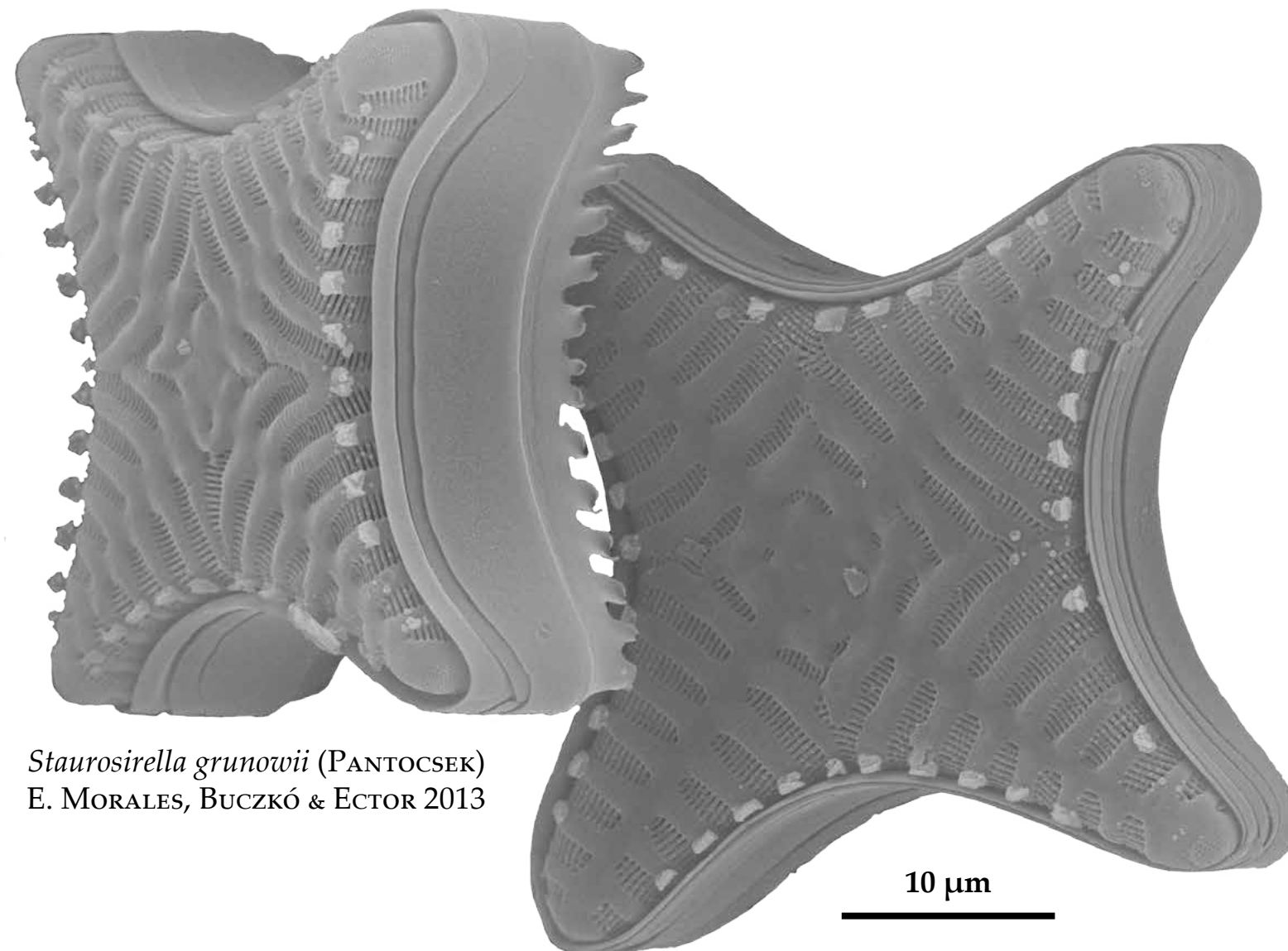
A kovaalgák vagy diatómák a mikroszkopikus egysejtűek között evolúciós értelemben a legsikeresebb csoportnak tekinthetők. Mintegy 200 millió éves történetük során olyan forma- és fajgazdagságuk alakult ki, melyet más csoportok meg sem közelítenek.

A tengerekben 40 m mélységig gyakoriak, de megtalálhatók édesvizekben, talajban, nedves köveken és akár 50 °C hőmérsékletű hévforrások vizében is. Egy liternyi vízben több millió kovamoszat is élhet. A hidegebb tengerekben különösen intenzíven szaporodnak, így a sarki tengerekben élő állatok legfontosabb táplálékforrásai.

Szerepük a földi élet egésze szempontjából meghatározó, bár a köznapi ember szeme előtt rejtve van. A szén-dioxid megkötés közel egynegyedét a kovaalgák végzik, így nyilvánvalóan a biogeokémiai ciklusok szempontjából a populációk mérete, elterjedése dinamikája egyáltalán nem elhanyagolható.

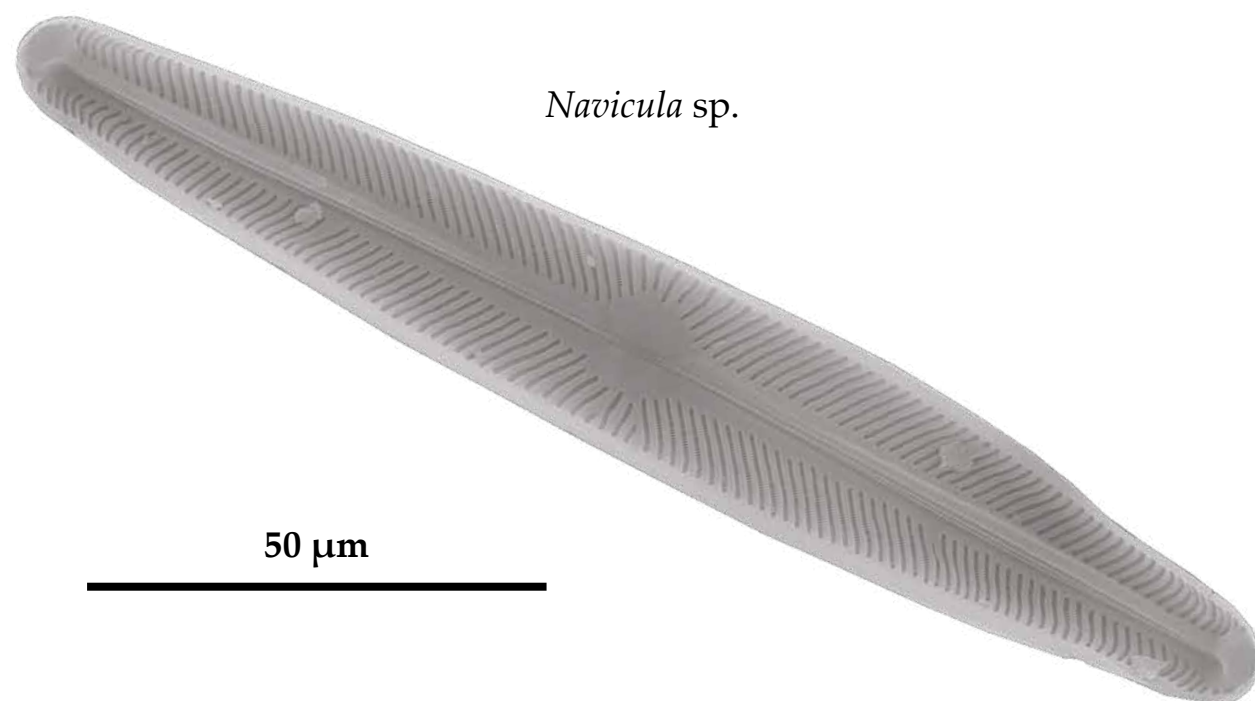
Hatalmas plankton felhők élnek az óceánokban, de a tavakban, folyókban, sőt a szárazföldön is nagy tömegben tenyésznek. A fajok elterjedésének, tömegviszonyainak megismerésében még nagyon az elején járunk.

A vázak az élőlények elhalása után tömegesen halmozódhatnak fel. Így keletkezik a könnyű, laza kovaföld, vagy diatomit.

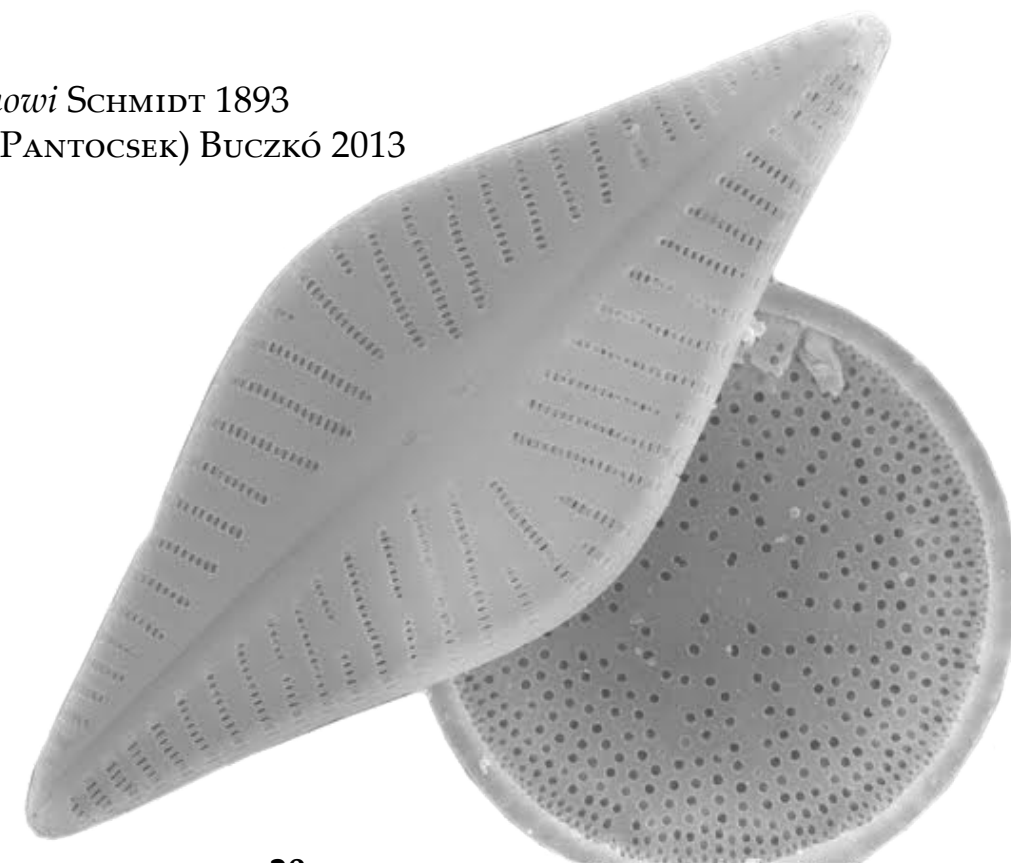


Staurosirella grunowii (PANTOCSEK)
E. MORALES, BUCZKÓ & ECTOR 2013

Navicula grunowi SCHMIDT 1893
Spicaticribra minuta (PANTOCSEK) BUCZKÓ 2013



Navicula sp.



20 μm

Fotók: Buczkó Krisztina

Legjelentősebb magyar kutatóik Pantocsek József pozsonyi kórházi főorvos és Hajós Márta geológus.

Addig, amíg a mikroszkóp felfedezését követően, a jómódú családoknál a mikrovilág megismerése a műveltség része volt, és lelkes amatőrök versengtek a formavilág feltárásán, addig ma már szinte csak jól felszerelt kutatóhelyeken folynak a vizsgálatok.

A magyarországi kovaföld előfordulások közül a Gyöngyöspatai-medence bádeni korú (16–13 millió év) rétegösszlete a legteljesebb. A kb. 45 m öszsvastagságú alig-sósvízi-édesvízi környezetben lerakódott kovaföld a piroxénandezit egyenetlen felszínére települ. A vulkáni tevékenység következtében a víz oldott kovasavban dús

volt. A kovaalga fajok nagy része vízínövényekhez tapadva élt.

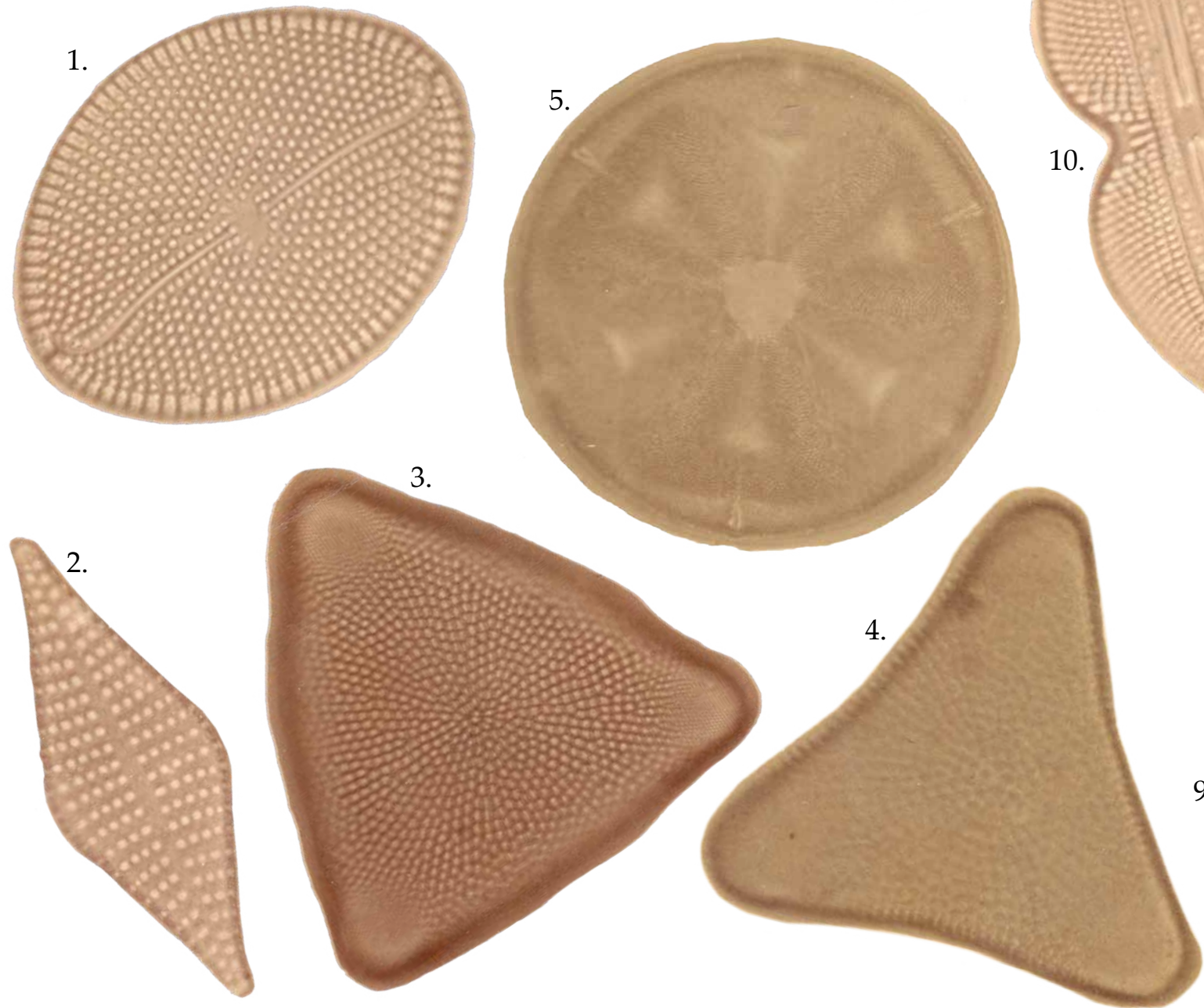
Később a terület megsüllyedt és kapcsolatba került a nyílt tengerrel. A felső tengeri kovaföld összetétet főként planktoni (szabadon lebegő) kovaalga fajok vázainak tömege építi fel. Közülük a ma is élő fajok a melegebb tengerekben élnek, sőt akadnak közöttük kifejezetten 20 °C-nál is melegebb vizet igénylő fajok.

Vizsgálatuk fénymikroszkóppal 1000-szeres nagyítással történik. A finomszerkezet ill. díszítettség részletesebb megismeréséhez a transzmissziós és a pásztázó elektronmikroszkópra van szükség, mely egyre több faj esetében elengedhetetlen a határozáshoz.



Pantocsek József
1846-1916

Kórházigazgató főorvos Pozsonyban. Az 1880-as évektől foglalkozott kovaalgák kutatásával. Több száz új fajt írt le, melyek közül sok ma is érvényes. Magyarországon elsőként foglalkozott mikrofotográfiával. Az itt található mikroszkópi képeket is ő készítette.



- 1. *Orthonais splendida* GRUNOW 1868
- 2. *Raphoneis gemmifera* PANTOCSEK 1889
- 3. *Triceratium antiquum* PANTOCSEK 1889
- 4. *Triceratium* sp
- 5. *Coscinodiscus heteromorphous* RATTARY 1890
- 6. *Dimeregramma boryanum* PANTOCSEK 1889
- 7. *Navicula* sp
- 8. *Triceratium hungonlium* PANTOCSEK 1892
- 9. *Navicula aspera van hungaica* PANTOCSEK 1889
- 10. *Navicula nobilis* PANTOCSEK 1889
- 11. *Navicula Le Tourneutti* PANTOCSEK 1889

Fotók: Pantocsek József

A MOHAÁLLATOK

Helyhez kötött, telepeket alkotó állatok (mindössze egyetlen szabadon úszó fajuk ismert). Táplálékukat a vízből szűrik a tapogatókoszorú segítségével. Többségük a tengerek lakója, de édesvízi fajaik is vannak. A földtörténeti múltban élt telepekből maradt mészvázak rendkívül változatosak és díszesek. Osztályozásuk a telepek alak-tani sajátosságain alapul.

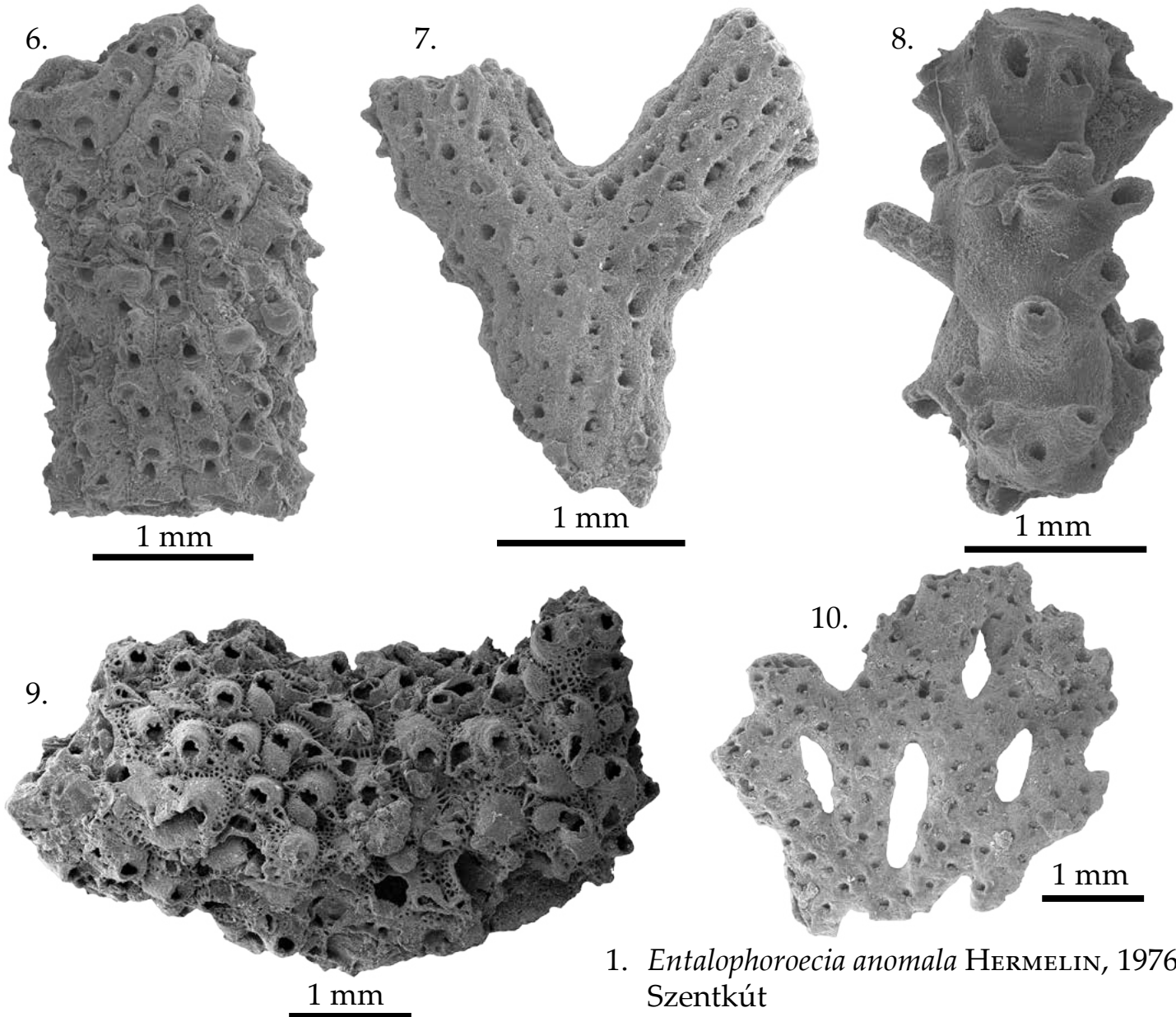
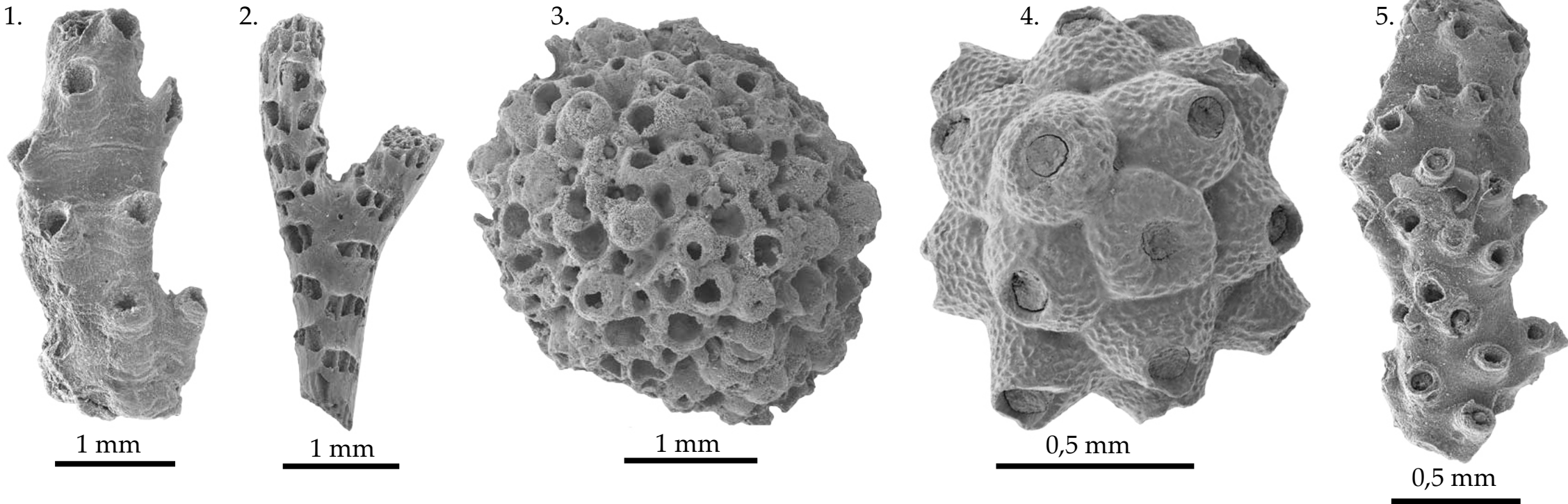
A telepet egyetlen lárva alapítja. Az Adrián végzett megfigyelések szerint kedvező körülmények között öt hónap alatt egy 40 000 egyedből álló telep képződhet.

A tengerek sekély, jól átvilágított (20–80 m mélységű) zónájában találjuk a legtöbb fajukat. Ez azért érdekes, mert a mohaállatoknak nincs közvetlen fényigényük. A mélyebb régiókban élő fajok telepei bokorszerűen elágazóak. Fő ellenségeik egyes halfajok, tengerisünök és a csupaszcsigák, melyek közül néhányan kizárólag mohaállatokkal táplálkoznak. Mintegy 4000 ma élő fajukat ismerjük, de a kihalt fajok száma eléri a 15 000-et. Már

a szilurban (kb. 400 millió éve) megjelentek. Az ősi típusú mohaállatok a perm végi nagy kihalás (245 millió éve) során eltűntek. Ismételt felvirágzásuk a jurától maig tart.

Kőzetalkotó mennyiségben is előfordulnak. A Budai-hegység eocén korú (65–34 millió év) „bryozoás márgájában” a mohaállatok vázai szabad szemmel is felismerhetők. Ez az életközösség több száz méter mély tengerben élt.

A középső miocén (bádeni korszak: 16–13 millió év) tengere különösen kedvező életteret jelentett a bryozoák számára. Pásztóhoz közel, a szentkúti barátlakásoknál feltárt bádeni korú meszes homokból 93 mohaállat fajt írt le Dulai Alfréd és Pierre Moissette. Többségük földközi-tengeri, vagy kelet-atlanti eredetű, de hét trópusi faj is előfordul az anyagban. A még ma is élő fajok jól ismert környezeti igényei alapján a feldolgozók úgy látják, hogy a szentkúti mohaállat együttes viszonylag sekély, 30–60 m mélységű vízben élt.



- 1. *Entalophoroecia anomala* HERMELIN, 1976 Szentkút
 - 2. *Idmidronea disticha* (REUSS, 1848) Szentkút
 - 3. *Celleporina costazi* (AUDOUIN, 1826) Szentkút
 - 4. *Batopora rosula* (REUSS, 1848) Tengelic
 - 5. *Ybselesoecia typica* (MANZONI, 1878) Szentkút
 - 6. *Schizomavella auriculata* (HASSALL, 1842) Szentkút
 - 7. *Hornera frondiculata* LAMOUROUX, 1821 Szentkút
 - 8. *Annectocyma major* (JOHNSTON 1847) Szentkút
 - 9. *Escharoides coccinea* (ABILDGAARD, 1806) Szentkút
 - 10. *Reteporella cellulosa* (LINNAEUS, 1767) Szentkút
- Fotók: Dulai Alfréd

ÚSZÓ MINIATŰR BABSZEMEK: A KAGYLÓSRÁKOK

Mikroszkópikus méretű rákok csoportja, melynek összesen 70 000 kihalt és ma is élő faja ismert. Nevüket elmeszesedett kettős teknőjükről kapták. Általában 0,7–0,8 mm hosszúak, de a mélytengeri óriás kagylósrák, a *Gigantocypris* nemzetség elérheti a 32 mm-es nagyságot is. A teknőpár a háti oldalon található zárosperemmel kapcsolódik egymáshoz. A teknők nyitását ligamentum (rugalmas szalag) végzi, a zárást pedig a testen áthaladó záróizmok. A teknők alakja, díszítése, a pórusok elrendeződése, az izomhegek és a zárszerkezet felépítése fontos rendszertani bélyeg. Függelékeik csápként, evezőként, járólábként, esetleg ásólábként szolgálnak. Érdekesség, hogy a hím kagylósrák ivarszervének mérete elérheti akár a testméretének 1/3-át is.

Egyedfejlődésük során a váz növekedése nem folytonos. Ha a kagylósrák kinövi teknőit, akkor levedli és újat növeszt. Az állat minden vedlési stádium után növekszik. A ma élő fajok nyolc vedlési stádiumon mennek át, mire felnőtté válnak. A teknők alakja, mintázata ugyanazon faj esetén is különböző lehet az egyes vedlési stádiumokban.

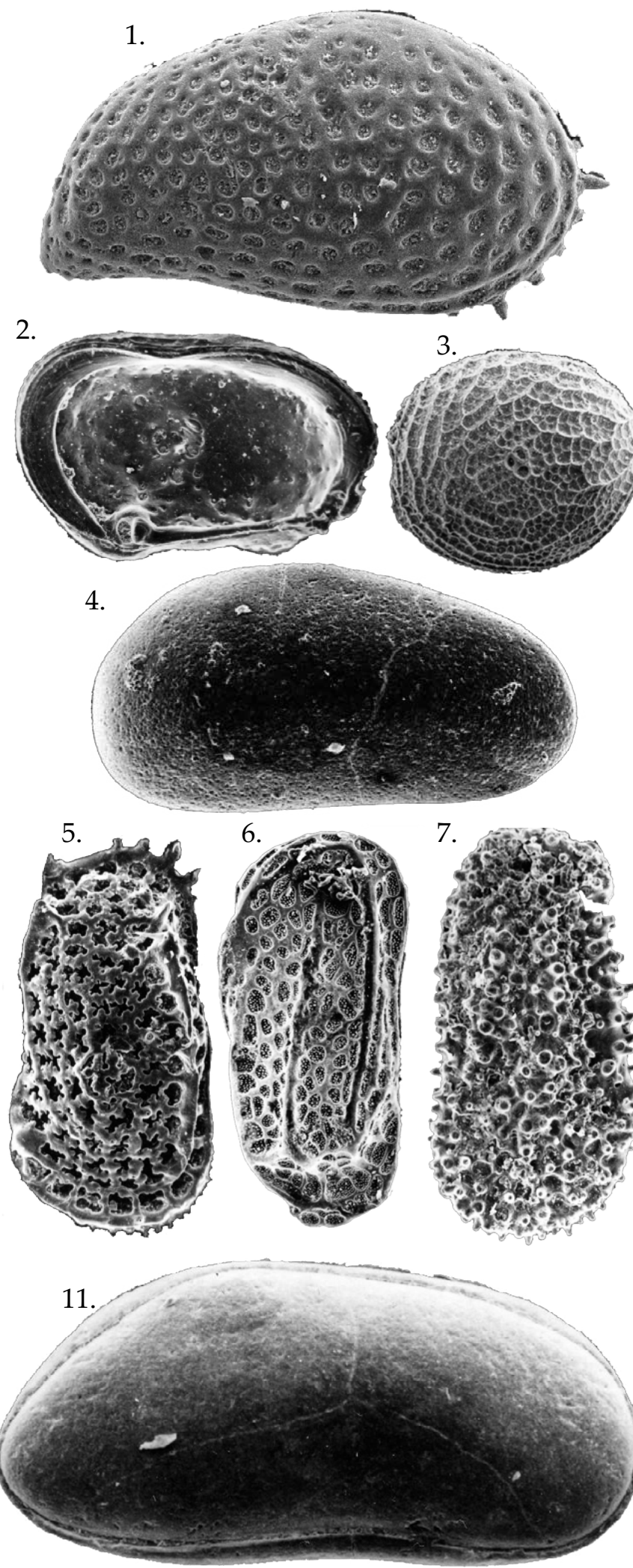
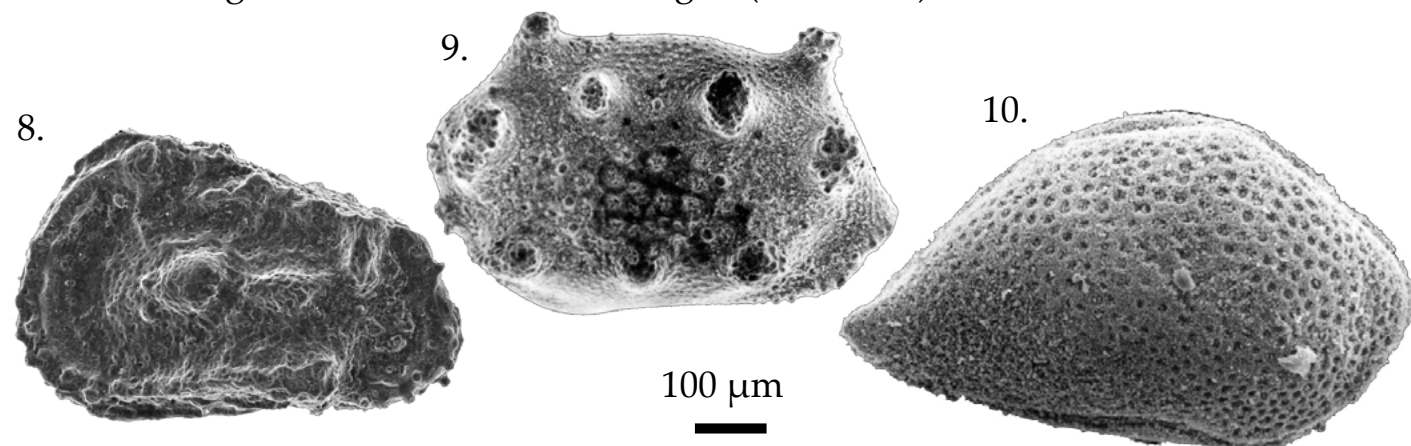
Élőhelyüket és életmódjukat tekintve, minden vízi környezetben előfordulnak, mélytengerektől a trópusi broméliák kelyhében összegyűlő esőcseppekig. Vannak köztük az aljzaton és az aljzatban mászkáló formák, de a víztömegben szabadon úszó és lebegő

egyedek is. Többségük a vízből kiszűrt szerves anyaggal táplálkozik, de akadnak közöttük növényevők és kevés ragadozó is. Az édesvíziek tavakban, folyókban, mocsarakban élnek. Az édesvízi fajok teknői általában vékonyak és díszítetlenek. A csökkentsósvízi formák teknője általában vastag, de díszítése gyenge. Többségük normálsós sekélytengeri környezetben él. Erős, jól fejlett csomó jellemzi őket. Utóbbi egy átlátszó lencse a vázon a szem felett, mely a fény összegyűjtésére szolgál.

Az Ostracoda közösségek mind ma és mind a földtörténeti múlt során érzékenyen jelzik a sótartalom ingadozását, így az apróbb tengerelönyomulásokat és visszahúzódásokat is. Gyakoriságuk és jó környezetjelző szerepük okán segítik a geológusok munkáját, a földtani folyamatok megismerését. Jelentős információkkal szolgálnak a nyersanyagkutatásban, például a mélyfúrások magmintáinak feldolgozásakor.

Az Ostracodák ősei valószínűleg már a kambriumban (540–490 millió év) megjelenhettek, de a ma is élő rendek képviselői bizonyosan már az ordovíciumtól (450 millió éve) ismertek. Az első édesvízi kagylósrákokat karbon korú (360 millió év) képződményekből ismerjük.

A Kárpát-medencében a fosszilis kagylósrákok kutatásában úttörő szerepe volt Méhes Gyulának (1881–1961) és Zalányi Bélának (1887–1970).



1. *Cytheridea* sp.
A miocén korban (23–5 millió év) csökkentsósvízű tengeri környezetben élt.
Lelőhely: Budapest, Ludovika tér.
2. *Echinocythereis* sp. belső nézet
Eocén korú (56–34 millió év) tengerekben az aljzaton élt.
Lelőhely: Ótokod, Gerecse
3. *Polycopse* sp.
Triász korú (251–200 millió év) tengerekben úszó életmódot folytatott.
Lelőhely: Litér, Gerecse
4. *Darwinula* sp.
A triász korban (251–200 millió év) édesvízi környezetben aljzaton mászkáló életmódot folytatott.
Lelőhely: Kantavári kőfejtő, Mecsek
5. *Hermanites* sp.
Eocén korú (56–34 millió év) sekélytengerekben az aljzaton mászkáló életmódot folytatott.
Lelőhely: Dudar, Bakony
6. *Costa* sp.
A miocén korban (23–5 millió év) sekélytengeri környezetben aljzaton mászkáló életmódot folytatott.
Lelőhely: Szabó-bánya, Várpalota
7. *Henryhowella* sp.
A miocén korban (23–5 millió év) mélyebb tengeri környezetben, aljzaton mászkálva élt.
Lelőhely: Szabó-bánya, Várpalota
8. *Rehacythereis* sp.
Kréta korú (145–65 millió év) tengerekben élt.
Lelőhely: Vértessomló, Vértess
9. *Triebelina* sp.
Triász korú (251–200 millió év) sekélytengerek aljzatán élt.
Lelőhely: Barnag, Balatonfelvidék
10. *Bairdia* sp.
Jura korú (200–145 millió év) tengerekben az aljzaton élt.
Lelőhely: Pisznice, Gerecse
11. *Candona* sp.
Az oligocén korban (34–23 millió év) erősen kiédesedett tengerben, vagy tavakban élt az aljzaton mászkálva.
Lelőhely: Eger, Kiseged
Fotók: Tóth Emőke

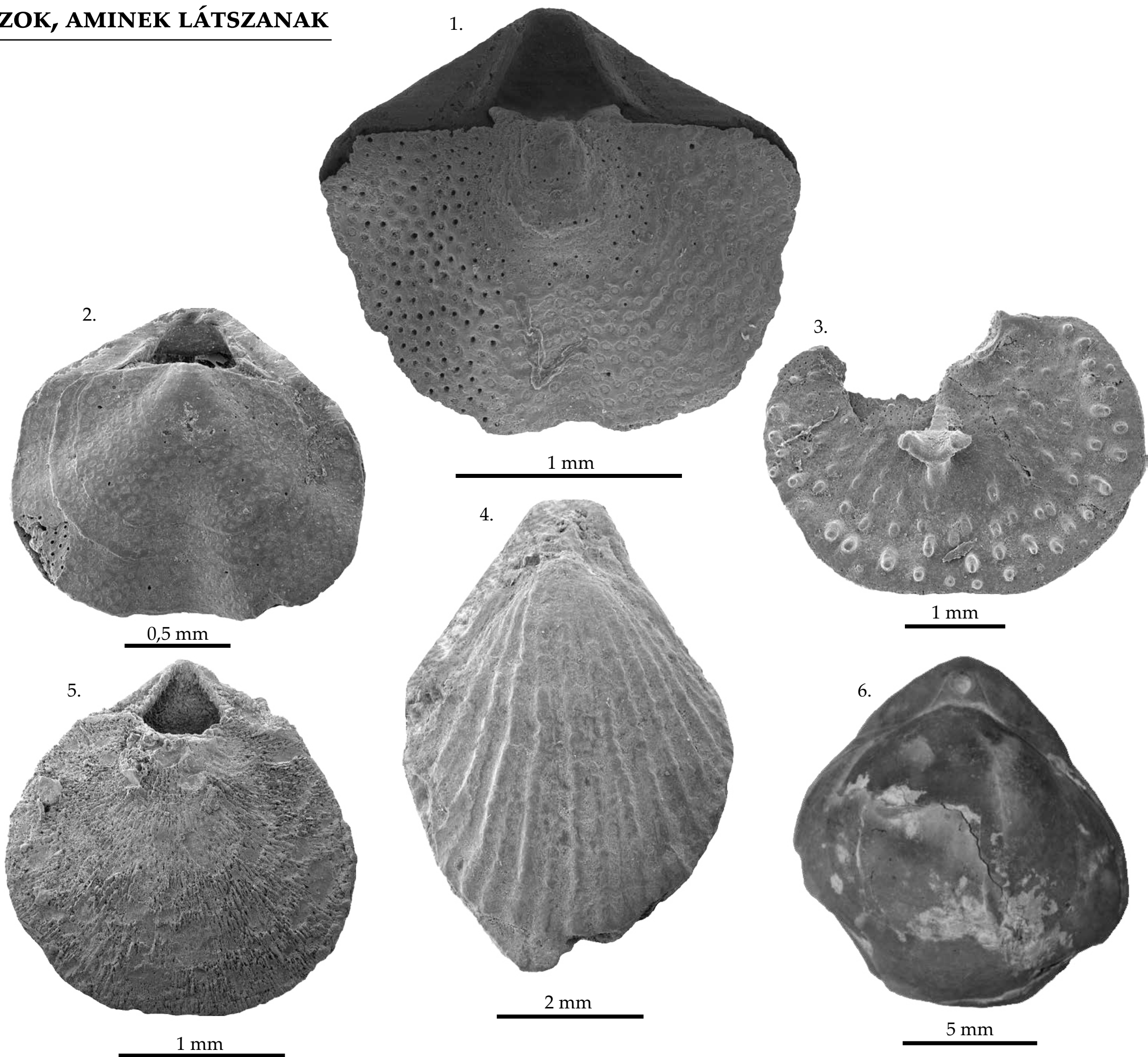
PÖRGEKARÚAK, AMIK NEM AZOK, AMINEK LÁTSZANAK

A brachiopodák annyiban emlékeztetnek a kagylókra, hogy szintén két teknő védi testüket, és ugyanúgy a vízből kiszűrt szerves anyaggal táplálkoznak. A pörgekarú teknők azonban nem oldalsó (jobb-bal), hanem hát-hasi helyzetűek és gyakran apró csatornák járók át őket. Olajmécstesre emlékeztető alakjuk miatt a régebbi népszerűsítő irodalom „mécskagylók” néven emlegette őket.

Az alsó kambriumban (540 millió éve) már megjelentek és mind a mai napig élnek. Legnagyobb alakgazdagságukat a devonban és a karbonban (415–300 millió évek között) érték el. A perm/triász határon (250 millió éve) csaknem kihaltak, de a középső triástól újra virágzásnak indultak. A jurában (196–150 millió év) nemegyszer közelemből fordulnak elő.

A 16–13 millió éve Közép-Európa területén hullámozó bádeni tengerben (Középső-Paratethys) ritka egzotikus elemekként még éltek apró termetű pörgekarúak. Az itt bemutatott fajok is ebben az időszakban éltek, maradványaik nógrádi lelőhelyeken is előfordulnak. Első feldolgozójuk Csepregyhé né Meznierics Ilona volt, aki sokat foglalkozott nógrádi ősmaradványokkal. Az utóbbi években Dulai Alfréd, a Természettudományi Múzeum Őslénytani és Földtani Tárának igazgatója végezte el revíziójukat.

- 1. *Argyrotheca cuneata*, (Risso, 1826)
Mátraszőlős
 - 2. *Joania cordata*, (Risso, 1826)
Costei
 - 3. *Megerlia truncata*, (LINNAEUS, 1767)
Costei
 - 4. *Terebratulina retusa*, (LINNAEUS, 1758)
Püspökhatvan
 - 5. *Platidia anomioides*, (SCACCHI & PHILIPPI, 1844)
Mátraverebély
 - 6. *Aphelesia bipartita*, BROCCHI, 1814
Márkháza
- Fotók: Dulai Alfréd



A REJTÉLYES CONODONTÁK

A conodonták mikroszkópikus méretű (átlag 0,2–3 mm méretű), sárga, sárgásbar-na színű lemez-, vagy fogszerű képződmé-nyek. Az egyes elemek általában egymás-tól elkülönülten fordulnak elő, kivételesen összetett együtteseket, ún. apparátusokat alkotnak. Anyaguk apatit, mely rendkívül ellenálló. Savas oldással kemény kőzetek-ből is kiszabadíthatók.

Az első conodontákat 1856-ban szilur időszaki halak fogaiként írta le Christian Pander (1794–1865) balti német természet-tudós. A leleteket mesterséges nemzetsé-gekbe és fajokba sorolta. Ma már valószínű, hogy nem halak, hanem előgerinchúrosok rágószervei voltak. Kizárólag tengerben éltek. Valószínűleg mikroszkópikus mére-tű planktoni szervezetekkel táplálkoztak. Nem tudjuk, hogy lebegő, úszó, vagy ten-gerfenéken élő életmódot folytattak-e.

1982-ben sikerült egy teljes testlenyomatot találni, amely mintegy 40 mm hosszú szel-

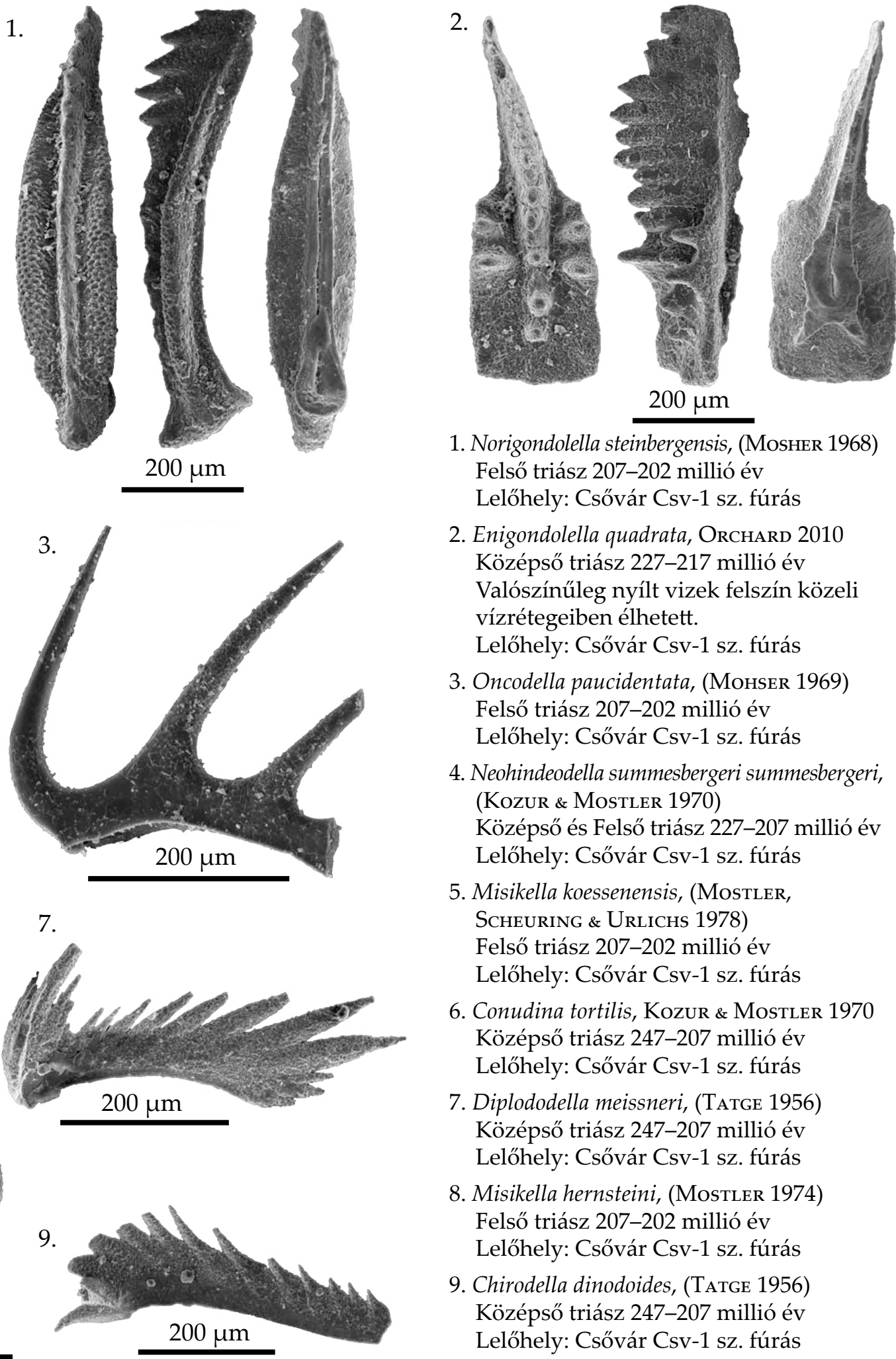
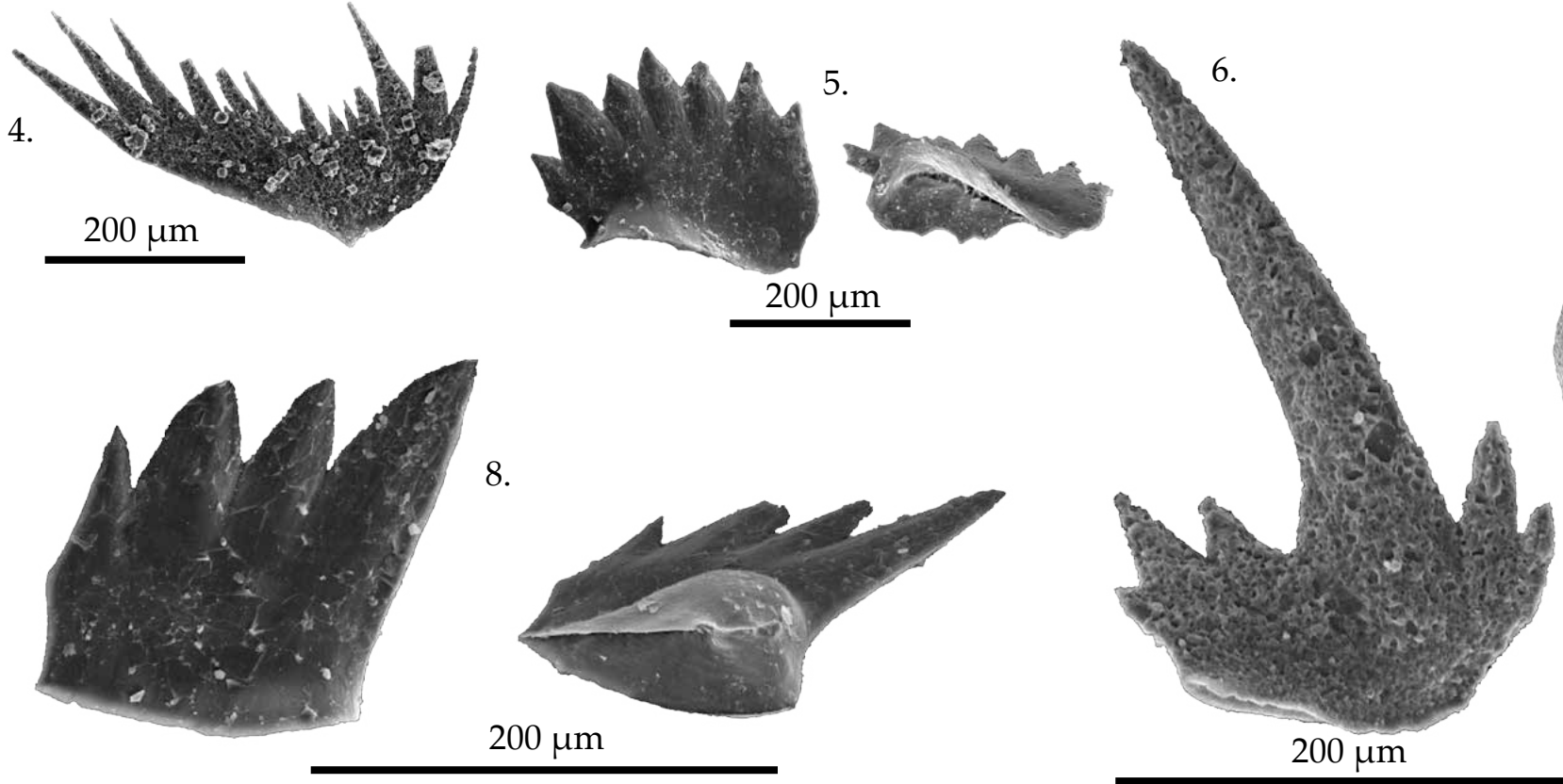
vényezett, féregszerű állattól származik és ennek feji tájékán helyezkedett el a cono-donta apparátus.

A conodonták kambriumi (542–488 millió év) korú kőzetekben jelentek meg először és a kor végére csaknem ki is haltak.

Utána azonban egészen a triász végéig többször is ismételt felvirágzásokat pro-dukáltak.

Annak ellenére, hogy rendszertani helyük és életmódjuk mind a mai napig bizonyta-lan, alakgazdagságuk és gyakoriságuk mi-att jól használhatók a rétegtani munkában. Ezért nevezik őket a rétegtan „csodafegy-vereinek”.

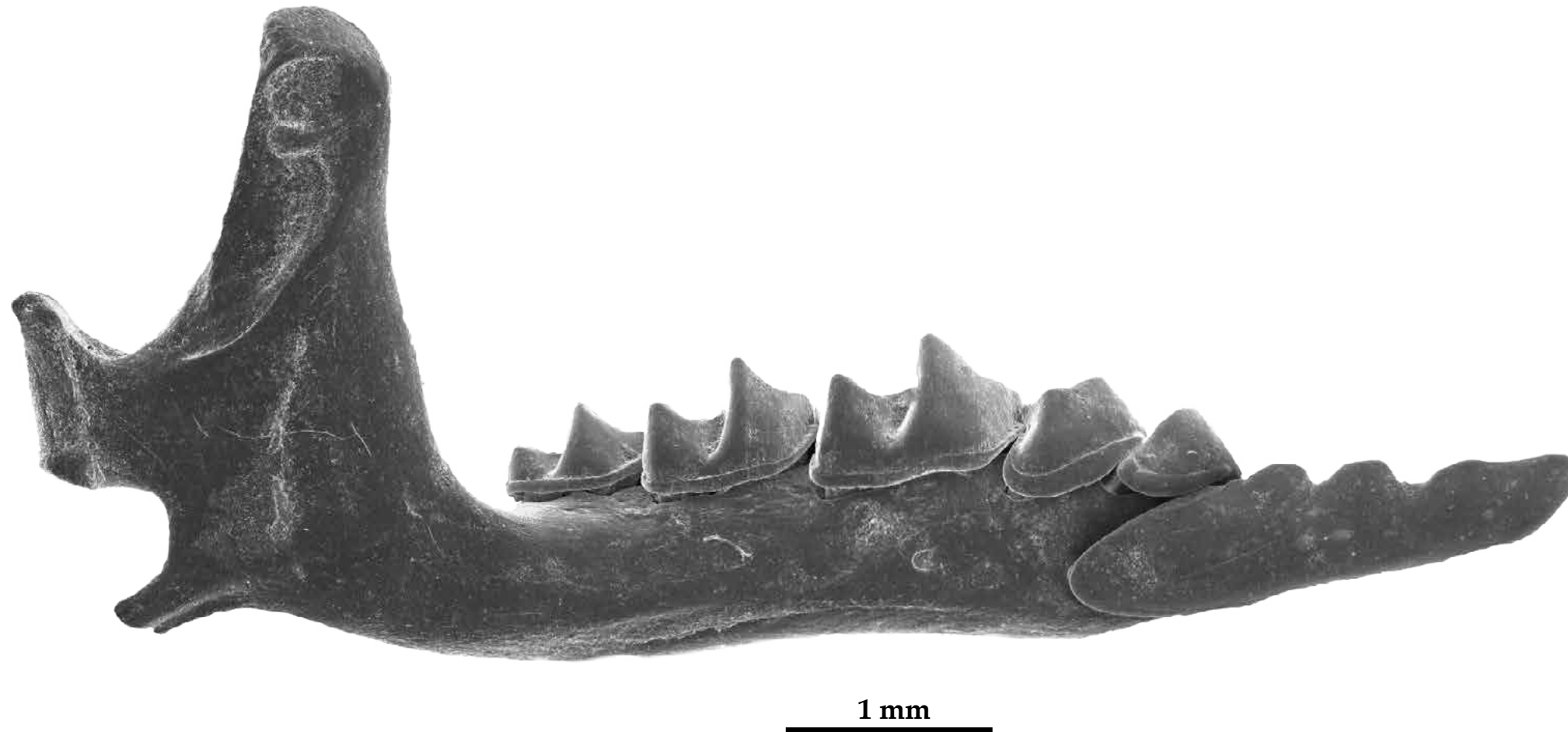
Nógrád és Pest Megye határán fekvő cső-vári tűzköves mészkő korát is részben co-nodonták segítségével sikerült pontosítani. Sikeresen alkalmazták őket Észak-Magyar-ország és a Szlovák-karszt mélyebb tengeri környezetben lerakódott üledékes kőzetei korának tisztázásában.



- 1. *Norigondolella steinbergensis*, (MOSHER 1968)
Felső triász 207–202 millió év
Lelőhely: Csővár Csv-1 sz. fúrás
- 2. *Enigondolella quadrata*, ORCHARD 2010
Középső triász 227–217 millió év
Valószínűleg nyílt vizek felszín közeli vízrétegeiben élhetett.
Lelőhely: Csővár Csv-1 sz. fúrás
- 3. *Oncodella paucidentata*, (MOHSE 1969)
Felső triász 207–202 millió év
Lelőhely: Csővár Csv-1 sz. fúrás
- 4. *Neohindeodella summesbergeri summesbergeri*, (KOZUR & MOSTLER 1970)
Középső és Felső triász 227–207 millió év
Lelőhely: Csővár Csv-1 sz. fúrás
- 5. *Misikella koessenensis*, (MOSTLER, SCHEURING & URLICH 1978)
Felső triász 207–202 millió év
Lelőhely: Csővár Csv-1 sz. fúrás
- 6. *Conudina tortilis*, KOZUR & MOSTLER 1970
Középső triász 247–207 millió év
Lelőhely: Csővár Csv-1 sz. fúrás
- 7. *Diplododella meissneri*, (TATGE 1956)
Középső triász 247–207 millió év
Lelőhely: Csővár Csv-1 sz. fúrás
- 8. *Misikella hernsteini*, (MOSTLER 1974)
Felső triász 207–202 millió év
Lelőhely: Csővár Csv-1 sz. fúrás
- 9. *Chirodella dinodoides*, (TATGE 1956)
Középső triász 247–207 millió év
Lelőhely: Csővár Csv-1 sz. fúrás

Fotók: Karádi Viktor

ROVAREVŐK, DENEVÉREK

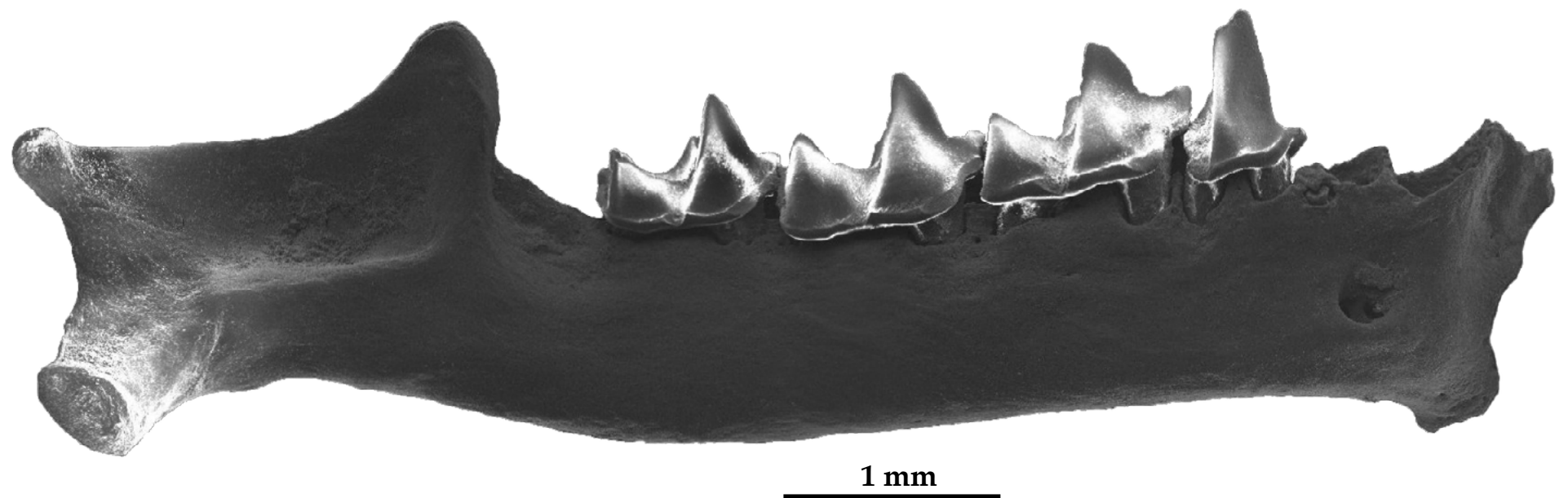


Erdei cickány *Sorex araneus* LINNEUS 1758 állkapcsa. Hajnóczy-barlang.

A denevérek

Chiroptera

Bőrszárnyukkal aktív repülésre képesek. Ezzel egyedül állnak az emlősállatok között. Térdüket nemcsak befelé, hanem kifelé is képesek mozgatni, ami szükséges a landoláshoz és a függeszkedéshez. Ultrahanggal tájékozódnak, melyet kiáltással bocsátanak ki és fülükkel, valamint a patkósdenevérek az orruk környékével is képesek érzékelni. Hosszabb-rövidebb téli álmot alszanak, melynek hossza a külső hőmérséklettől függ. Evolúciójuk mélyen a kréta időszakba nyúlik vissza. Az eocén korú (45–34 millió év) denevérek testfelépítése csak finom részletekben különbözik a ma élő denevérekétől. Maradványaikat főleg barlangi üledékekből ismerjük. A pliocén korban (5–2,5 millió év) trópusi gyümölcssevő denevérek is előfordultak a Kárpát-medencében.



Nagy patkósdenevér *Rhinolophus ferrumequinum* (SCHREBER 1774) állkapcsa. Hajnóczy-barlang.

A rovarrevők

Insectivora

A rovarrevők a legkorábbi méhlepényes emlősök. Testük hengeres, arckoponyájuk megnyúlt, végtagjaik aránylag rövidek. Érzékszerveik közül szaglásuk és hallásuk kitűnő (egyes fajaik az ultrahangot is érzékelik), látásuk gyengébb. Többségük éjszakai életmódot folytat és téli álmot alszik.

Európában jelenleg 17 fajuk él: cickányok, sünök és vakondfélék. Táplálékuk döntően rovarokból áll, de csigákat, gilisztákat, halakat, békákat, hüllőket, madártojást is elfogyasztanak. Anyagcseréjük gyors, naponta a saját testtömegükkel egyenlő mennyiségű táplálékot kell elfogyasztaniuk. Fogazatuk metszőfogakból, változó számú előzáfogakból és záfogakból áll. Cickányoknál előfordul, hogy a fogak színezettek. A ma élő erdei cickány és a törpe cickány esetében vörös, a kihalt gyöngyfogú cickányok esetében narancssárga, míg a jégkori „szörnyetegcickányok” esetében sötétbordó. Pontos határozásukhoz egy fog sohasem elegendő, többnyire legalább töredékes állkapcsokra van szükség. A ma élő európai rovarrevők közvetlen ősei az oligocén-miocén határon (23 millió éve) jelentek meg.

MÓKUSOK, PELÉK

Mókusfélék, *Sciuridae*

Jellemző rájuk a széles homlokcsont és a nagy szemek. Életmódjuk alapján három csoportra bonthatók: földi mókusok, fák lombkoronájában élők, repülő mókusok.

Repülő mókus, *Albanensia grimmii*

Mellső és hátsó végtagjaik között feszülő bőrvitorlájuk segítségével siklórepüléssel

meghosszabbított ugrásokra képesek. Ma Délkelet-Ázsia és az Indonéz-szigetvilág erdeiben élnek. A magyarországi miocén lelőhelyek többségénél előfordulnak. Egyes leletegyüttesekben akár 3–4 fajuk is megélhetett egymás mellett. Fogazatukra a krenulációval és mellékes zománcredőkkel komplikált rágófelszín a jellemző. Zárt, több lombkoronaszintből álló erdei környezetet jeleznek.



Sperophilinus bredai
(VON MEYER, 1848)
felső fogai,
Felsőtárkány 3/2



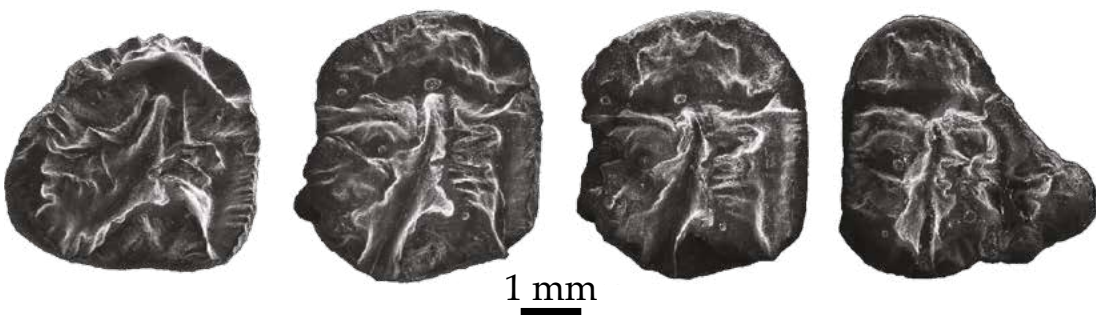
Sperophilinus bredai
(VON MEYER, 1848)
alsó fogai,
Felsőtárkány 3/2

Pele, *Miodyromys aegercii*

Ma tölgyes, bükkös, esetleg fenyves erdők lombkoronájában élnek. Hosszú téli álmat alszanak. Többnyire vegetáriánusok, de rovarokat és madártojást is elfogyasztanak. Virágkorukat a miocén szubtrópusi erdőkben élték. Számos kihalt fajukat ismerjük hazánkban is. Zápfoгаikra egy sajátos harántirányú redőrendszer jellemző, mely alapján az egyes fajok jól meghatározhatók.

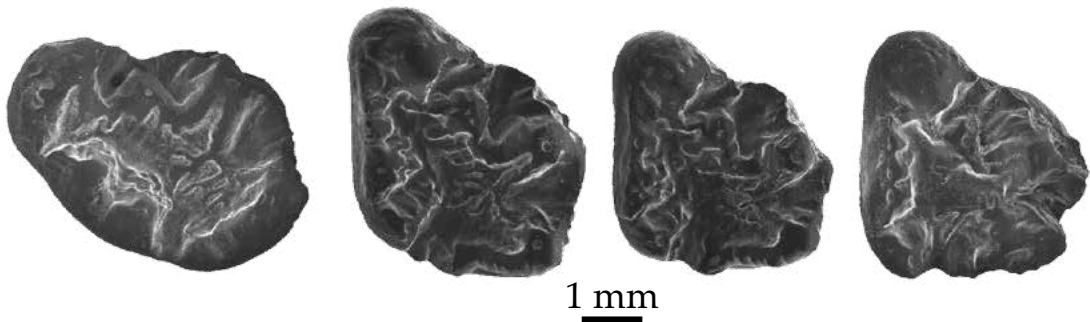
A középső miocén során – kb. 16 és 11 mil-

lió évek között – gyakori volt Közép-Európában. Ma élő leszármazottja a Bulgária és Törökország határvidékén élő földi pele, *Myomimus roachi*, mely nem fák lombkoronájában, hanem a talajba vájt katorékban él. Ez alapján feltételezik, hogy a *Miodyromys* fajok szárazabb éghajlatot is képesek voltak elviselni és nyílt vegetációban is megéltek. A sámsonháza leletegyüttes többi tagja (főleg a rovarvők) ugyanakkor inkább csapadékos éghajlatot jelez.



Albanensia grimmii
BLACK 1966
felső fogsora,
Felsőtárkány 3/2

Albanensia grimmii
BLACK 1966
alsó fogsora,
Felsőtárkány 3/2



Földi mókus, *Sperophilinus bredai*

A talajban katorékban laknak. Ide tartoznak az ürgék, az észak-amerikai prérikutya és a mormoták. Fogazatukra a vastag sima zománc a jellemző. Miocénkorú földi mókus. Egész Európában elterjedt.

Magyarországon szinte valamennyi középső- és késő miocén korú lelőhelyen

előfordul. Az eddig ismert adatok szerint a nedves, szubtrópusi erdők lakója volt és főleg gyökereket, magvakat, gyümölcsöket fogyasztott. A szubtrópusi erdők eltűnésével kb. 8 millió évvel ezelőtt nem haltak ki, hanem sikeresen alkalmazkodtak a lombhullató erdőkhöz és egészen a pliocén végéig (kb. 2,5 millió év) jelen voltak a Kárpát-medencében.



Miodyromys aegercii
(BAUDELLOT 1972)
felső fogai,
Sámsonháza

Miodyromys aegercii
(BAUDELLOT 1972)
alsó fogai,
Sámsonháza



HÖRCSÖGÖK

Hörcsögfélék *Cricetidae*

Ma nyílt füves pusztákon és mezőgazdasági területeken élnek. Táplálékuk jobbára zöld növényi részekből és fűmagokból áll. Ezekből akár 10–15 kilónyi téli tartalékot is felhalmozhatnak. Ma Magyarországon egyetlen fajuk él (*Cricetus cricetus*), de a középső miocén során (16–11 millió éve) akár 4–5 hörcsögfaj is megélhetett egy időben. Zápfoaik felszínén egy kúpokból és zománcredőkből álló mintázat van, mely nemcsak a fajok meghatározását, de evolúciós kapcsolataik tisztázását is lehetővé teszi. A szárazulati üledékek időrendi tagolásához nélkülözhetetlenek. A miocén kori hörcsögök többnyire erdei környezetben éltek.

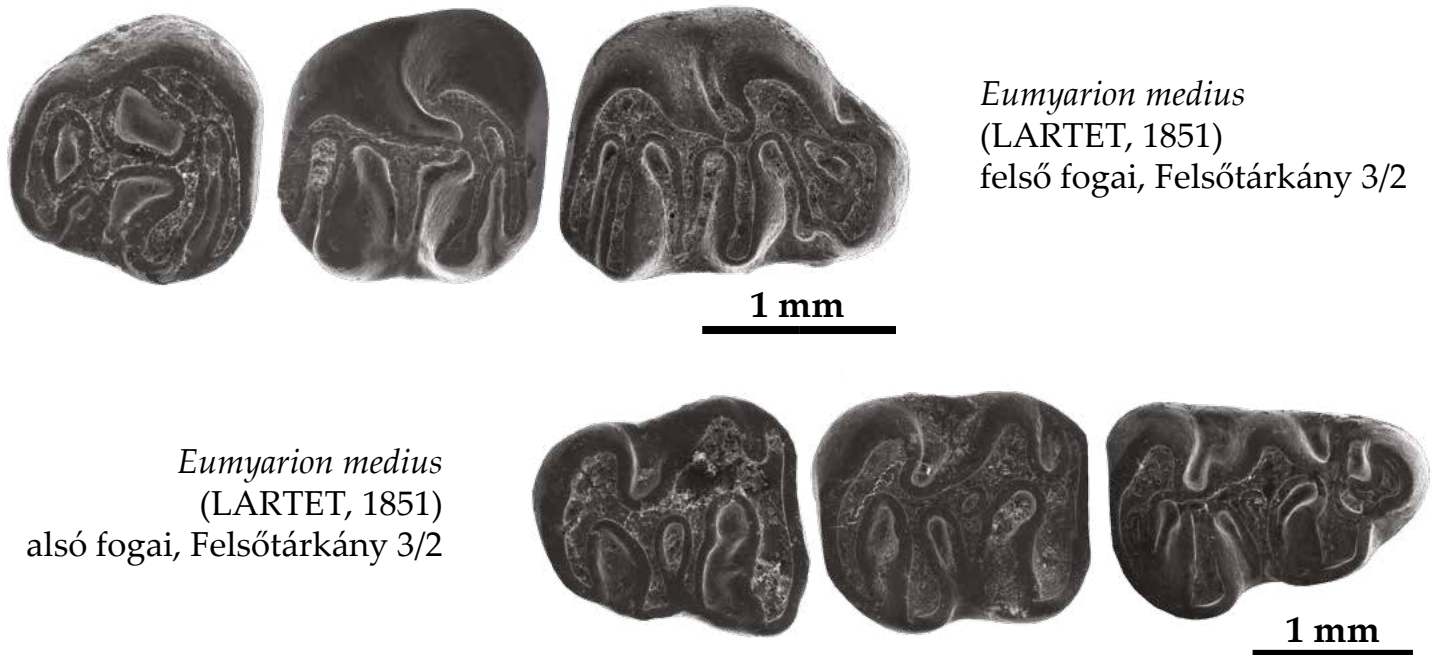


Megacricetodon

A *Megacricetodon* egy apró termetű hörcsögnemzetség, mely a középső miocén (kb. 17 és 10 millió évek között) során igen gyakori volt. Kis-Ázsiából vándoroltak Európába. Spanyolországi és franciaországi lelőhelyeken több evolúciós vonalukat is megkülönböztetik. A Kárpát-medencében csaknem minden középső miocén korú lelőhelyen

Eumyarion medius

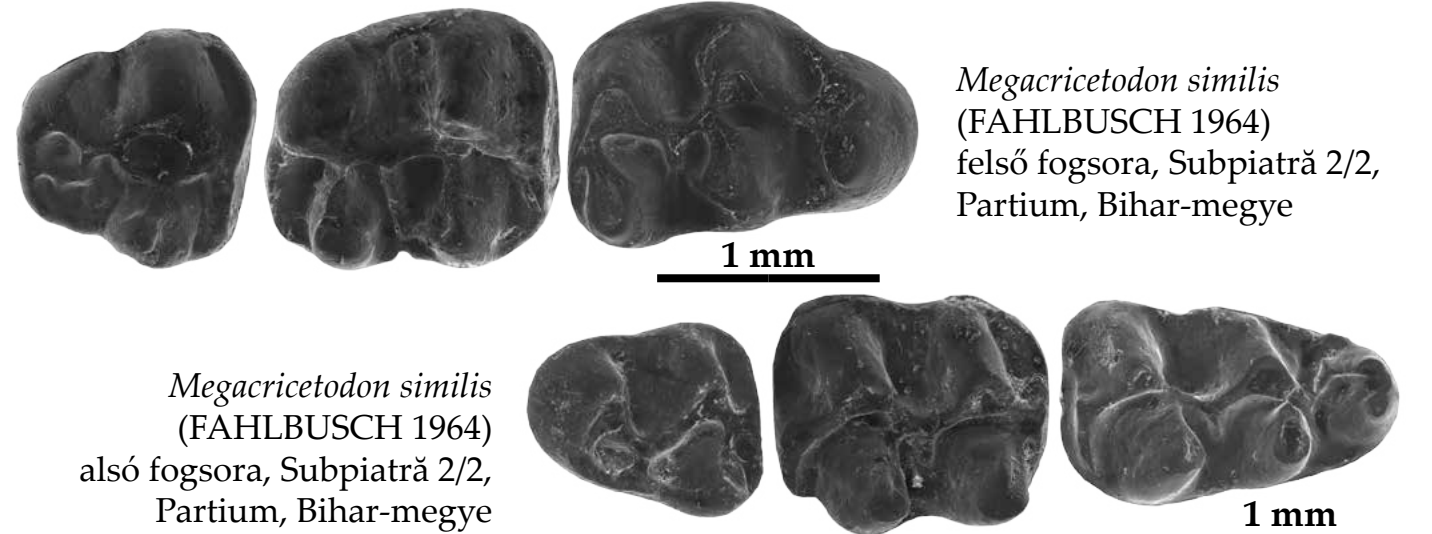
Ősi szabású hörcsögféle, mely Kis-Ázsia felől kb. 17 millió éve vándorolt Európába. Főleg svájci és bajorországi lelőhelyekről ismerjük. Az utóbbi évtizedekben Magyarország és Románia középső miocén korú tavi, mocsári és lagúnaüledékeiből is sikerült kimutatni. Észak-Magyarországon Hasznos, Mátraszőlős, Sámsonháza, Rudabánya lelőhelyein került elő. Feltételezzük, hogy csapadékos éghajlaton szubtrópusi erdőkben élt. A korai pannon során (mintegy 8 millió éve) halt ki.



Cricetodon cf. hungaricus

A *Cricetodon* fajok nagytermetű hörcsögfélék. Mintegy 15 millió éve Kis-Ázsia felől vándoroltak Európába. A Kárpát-medencében első képviselőjük a *Cricetodon meini* faj a nógrád megyei Litke község határából is előkerült korai bádeni korú (15 millió év) lagúnaüledékből. A *Cricetodon hungaricus* fajt a középső bádeni (14 millió év) Hasznos, a tőle csekély mértékben különböző *C. cf. hungaricus* Sámsonháza leletanyagából ismerjük. A korai szarmata korú (12 millió év) Kozárd faunájának leggyakoribb eleme a *Cricetodon cf. klariankae*. A Felsőtárkányi-medence

ce késői szarmata (11 millió év) mocsári üledékeiből írtuk le a magas fogkoronájú *Cricetodon klariankae*-t. Közép-Európában pannóniai korú (11–5 millió év) üledékekből már teljesen hiányoznak, ugyanakkor a Földközi-tenger mellékén és Kis-Ázsiában egészen a miocén végéig (5 millió év) gyakoriak voltak. Ennek hátterében feltételezhetően az áll, hogy a *Cricetodon*ok száraz meleg éghajlaton érezték jól magukat. A szarmata-pannon határon nálunk az éghajlat erősen csapadékosná vált, feltételezhetően ez okozta a közép-európai kihalásukat.



EGEREK, POCKOK

Egerek

Muridae

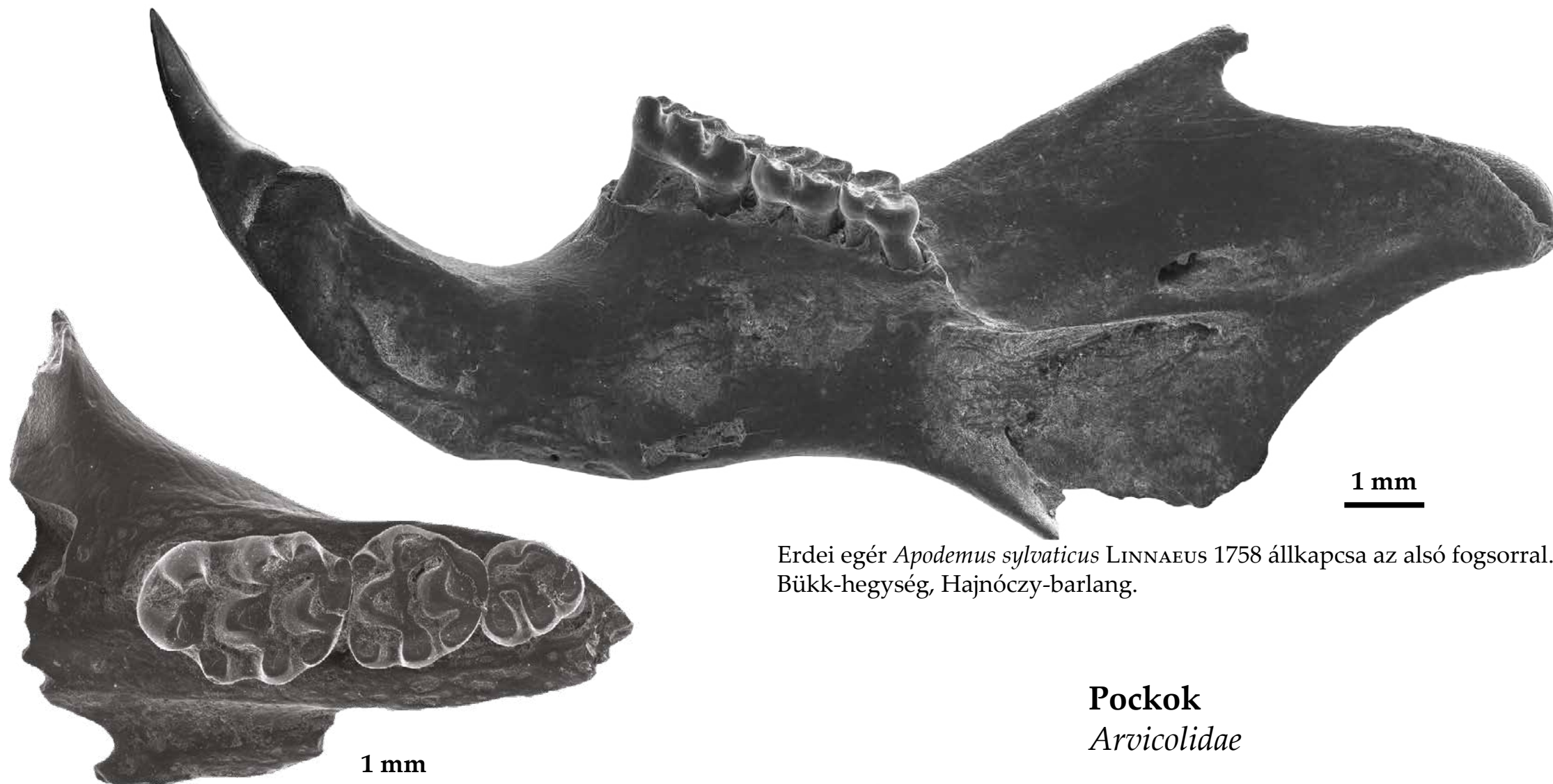
Dél-Ázsia trópusi területein alakultak ki. Ma is itt élnek a legnagyobb változatossággal. A ma élő egerek erdőkben, nyílt területen egyaránt megtalálhatók. A házi egér és a patkány az emberi ételszerkeszletek dézsmálására szakosodott. Fogaikon kúpokból és zománcredőkből álló mintázat látható.

Európában a késői miocén során, kb. 8 millió évvel ezelőtt jelentek meg és gyorsan kiszorították az addig uralkodó hörcsög-féléket. Evolúciós sikerük főleg szaporaságukkal magyarázható.



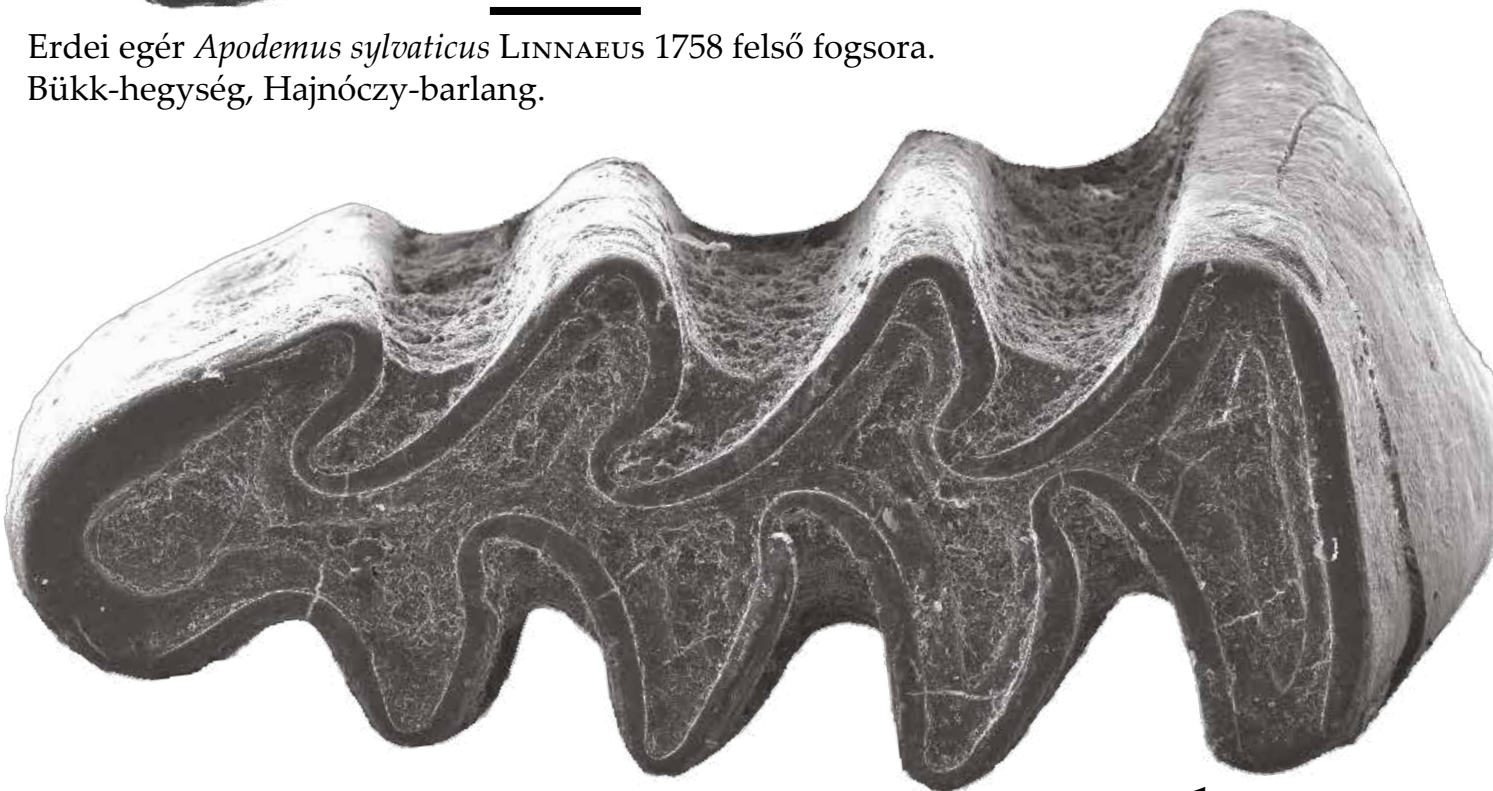
1 mm

Erdei pocok *Clethrionomys glareolus* SCHREBER 1780
alsó első (m1) zápfogának oldalsó nézete.
Bükk-hegység, Hajnóczy-barlang.



1 mm

Erdei egér *Apodemus sylvaticus* LINNAEUS 1758 állkapcsa az alsó fogsorral.
Bükk-hegység, Hajnóczy-barlang.



1 mm

Erdei pocok *Myodes glareolus* SCHREBER 1780 alsó első (m1) zápfogának rágófelszíne.
Bükk-hegység, Hajnóczy-barlang.

Pockok

Arvicolidae

Eurázsia mérsékelt és hideg éghajlatú területein a ma élő emlős állattársaság többségét adják. Jelentős egyedszámban élnek erdőkben, nyílt területen, szántóföldeken, folyóvizek, tavak partján, de még a magashegységekben is megtalálhatók. Téli álmot nem alszanak. Időnként túlszaporodnak (ezt a jelenséget „pocokinvázióknak” nevezik). A ragadozó madarak és a ragadozó emlősök fő zsákmányai. Prizmákból álló fogszerkezetük a hörcsögök fogaiból vezethető le. Evolúciójuk szinte viharos gyorsasággal zajlott le az utóbbi 5 millió év folyamán, ezért kronológiai, rétegtani jelentőségük kiemelkedő.

Egy barlangi réteg pocokfaunájának összetételéből vissza lehet következtetni az egykori környezetre, éghajlatra. Ezt a módszert a szakmai zsargonban „pocokhőmérőnek” nevezik, melyet a magyar Kretzoi Miklós és Kordos László dolgoztak ki.

Fotók: Bendő Zsolt

A kiállítást képkölcsönzéssel, tárgykölcsönzéssel és szakértelmükkel támogatták:

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Ásványtani Tanszék, Kőzettani-Geokémiai Tanszék,
Őslénytani Tanszék

Magyar Természettudományi Múzeum
Ásvány- és Kőzettár, Növénytár,
Őslénytani és Földtani Tár

Bendő Zsolt, Buczkó Krisztina, Dulai Alfréd, Görög Ágnes,
Harangi Szabolcs, Jánosi Melinda, Karádi Viktor,
Ozsvárt Péter, Sági Tamás, Simon István,
Sóron András, Szakmány György,
Tóth Emőke, Weiszburg Tamás

Polytechnik Hungária Kft.

A kiállítás elkészítését támogatta:
Nemzeti Kulturális Alap Közgyűjtemények Kollégiuma