

# Gyulladással metamorf kőzetek vizsgálata a Salgótarjáni-medence Rónabányán kibukkanó miocén rétegsorában



**Horváth Laura, Vágó Sándor**

Témavezetők: Biró Máté, Weiszborg Tamás

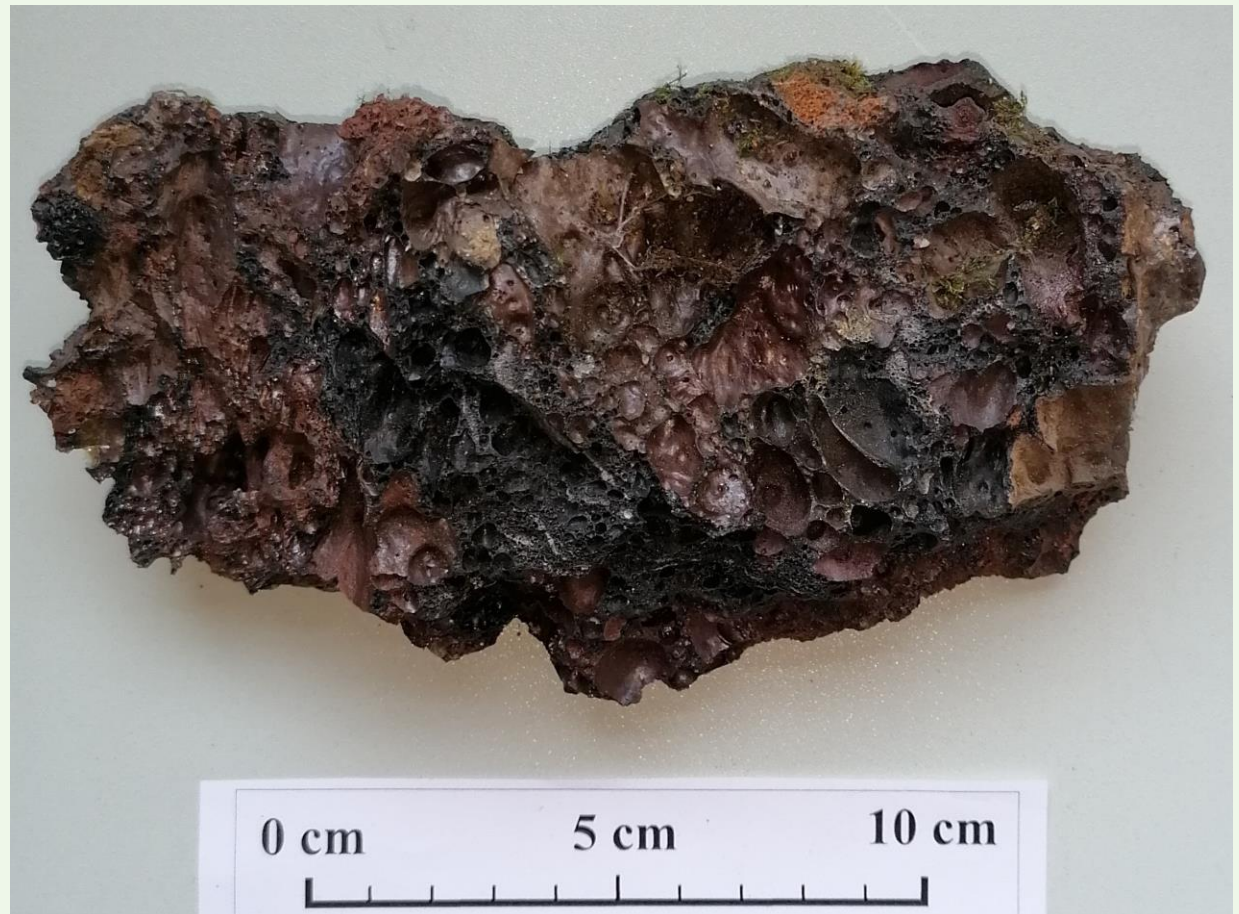
ELTE TTK FFI Ásványtani Tanszék

Konzulens: Prakfalvi Péter, NN-UGGP



# Bevezetés

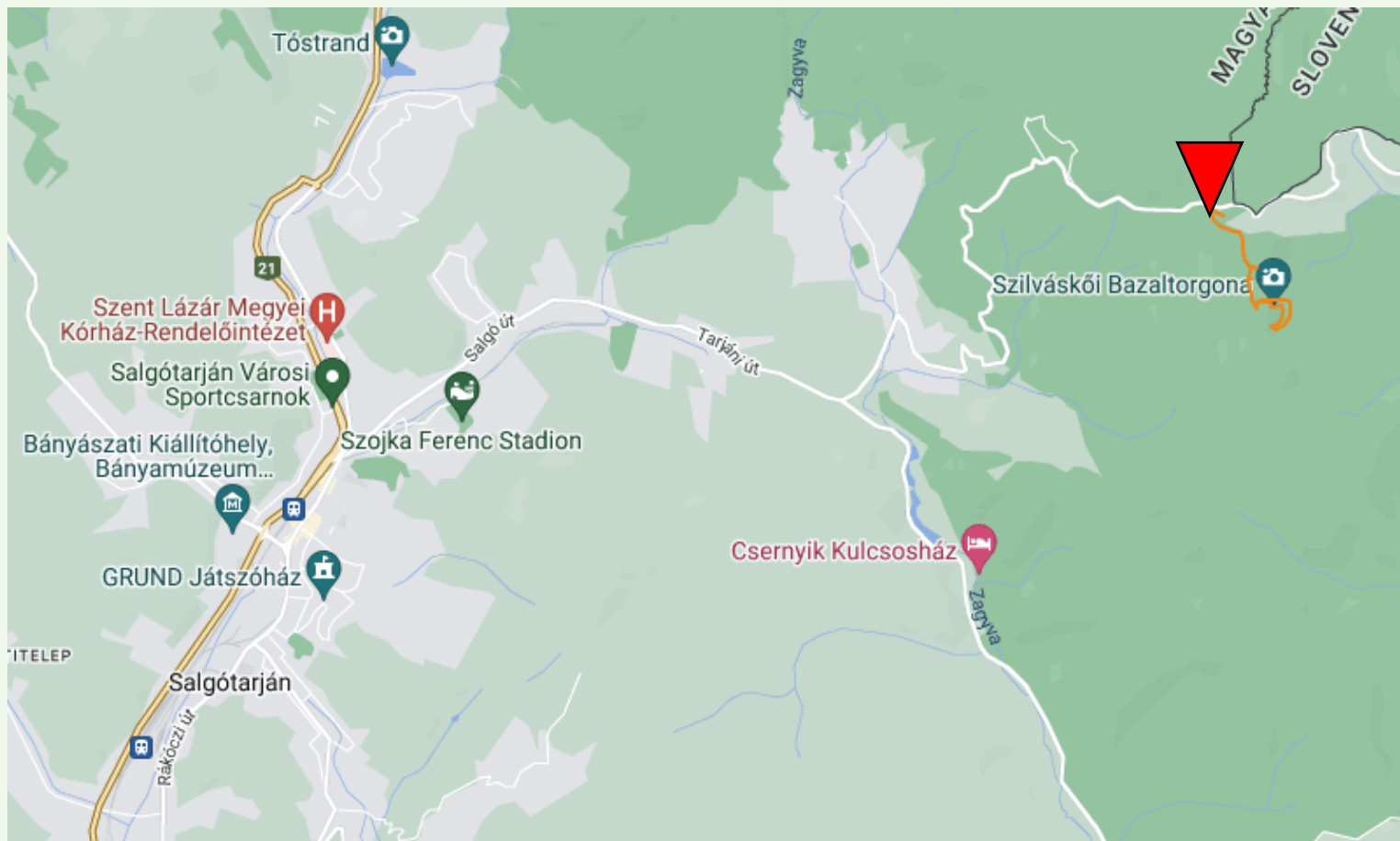
- Cserépszerű kőzetek halmokban állva
- Salakos lávakőzet
- DE! cordierit-tartalom magas



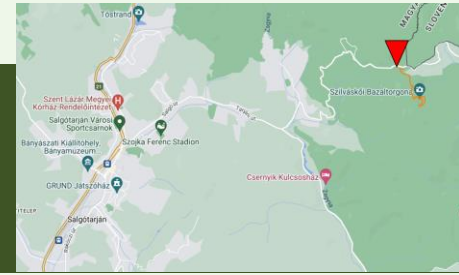
# Célkitűzések

- A szálban kibukkanó kőzetek térbeli lehatárolása, és az alapvető **litológiák elkülönítése**
- **Magyar nevezéktan** bevezetése a nemzetközi szakirodalom alapján
- Egy terepi megfigyelésekre, és szisztematikus mintavételezésre épülő **alapos ásványtani és petrográfiai leírás** elkészítése a komplexum kőzeteiről
- Becslést adni a mikro- és makroléptéken is feltűnően eltérő kőzetek **képződési hőmérsékleteire**
- Alapot adni a képződményt célzó további tudományos munkáknak

# Földtani háttér



# Földtani háttér



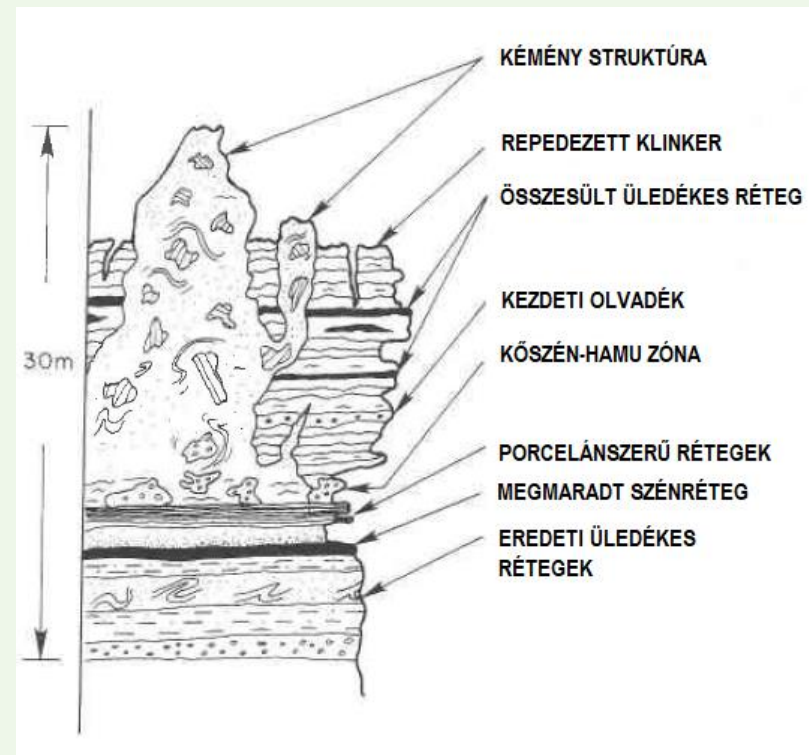
- Salgótarjáni-medence: középső-oligocén – miocén rétegsor
- Gyulakeszi Riolittufa F. diszkordánsan telepszik a Pétervásárai Homokkő F.-ra, kora ~17,1 Ma (Lukács et al. 2018,)
- **Salgótarjáni Barnakőszén F.:** 3 telep, III. limnikus, I. és II. paralikus kifejlődésű
- III. telep: 4-4,40 m vastag, alsó és felső pad, agyagos-homokos betelepülésekkel, legnagyobb fűtőérték
- **Pliocén bazalt vulkanizmus** töri át és fedi le az üledékes képződményeket → erózióvédelem
- A felső pad kitermelése 1912-1919 között zajlott, 1953-1968 között pedig az alsó pad került kifejtésre

# A gyulladáshoz vezető metamorfózisról általában

- „A gyulladáshoz vezető metamorfózis (angolul: „combustion metamorphism”) egy olyan geológiai folyamat, amely során egy üledékes kőzetben valamely éghető anyag – kőszén, kőolaj, földgáz, bitumen – spontán öngyulladása során a kőzet ásványos összetétele, szöveti jegyei és kémiai kémiája megváltozik.” – Bendor et al. (1981) definíciója
- Pirometamorfózis alfaja
- Hőmérsékletek: szén esetén **1200-1450 °C**
- H<sub>2</sub>O: kőszén szervesanyagának oxidációjából
- Préri tüzek, villámcsapás, **öngyulladásra való hajlam**; elősegíti öngyulladást: pirit- és nedvességtartalom, bányászat – másodlagos porozitás
- Égés során: **gázok + hő** keletkezik (+fumarola-szerű kiválások)

# A gyulladáshoz vezető metamorfózisról általában

- Mechanizmusa: „**égésfront**” a kőszén telep felszíne mentén terjed, a hő konvekcióval vagy diffúzióval terjed a kőzetekben **repedések** mentén horizontálisan és felfelé – T gradiens akár **140 °C/m** is lehet
- Gázok szintén repedések, kürtők mentén, „gáz jet” formájában – **H<sub>2</sub>** és **CO** elégeése → ez alakítja át kőzetek az új. n. kémény-struktúrákban, itt a legmagasabb a hőmérséklet
- Elégett szén, és vízvesztett kőzetek helyén fellépő üres tér → **beszakadások** jellemzik
- **Öngerjesztő folyamat**



Cosca et al. 1989 után módosítva

# A gyulladáshoz vezető metamorfózisról általában



USA, Wyoming, Powder folyó völgye,

forrás: <https://blogs.agu.org/mountainbeltway/2011/09/12/clinker/>



# Szénégészes esetek a Kárpát-régióban

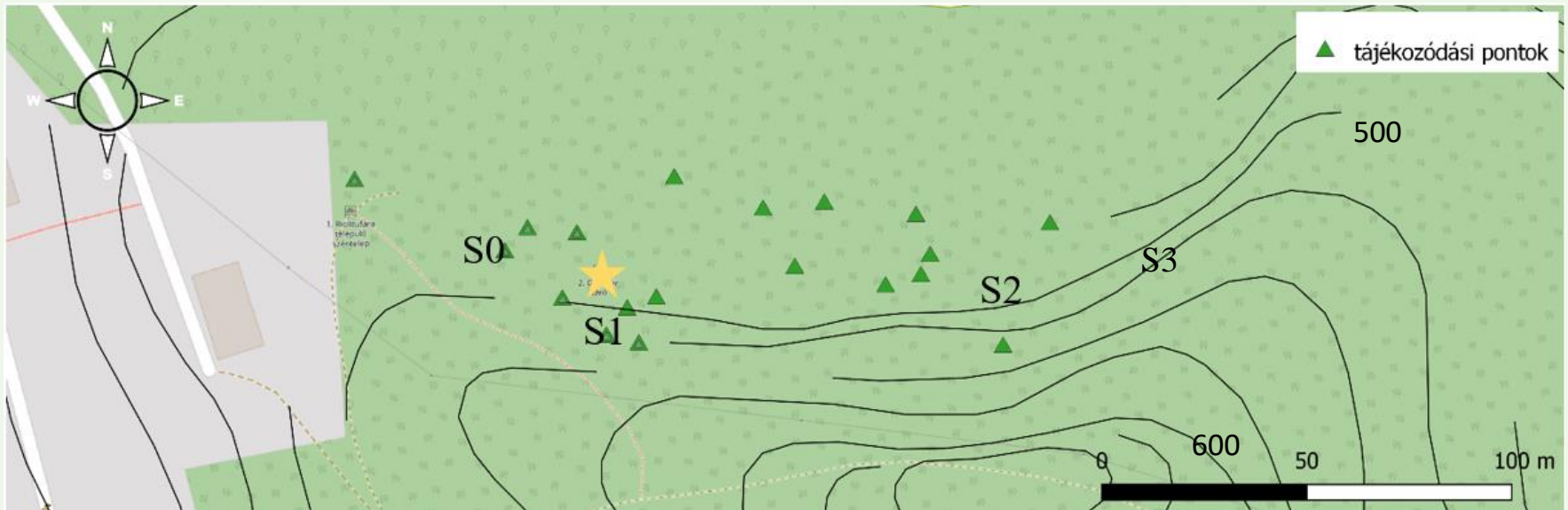
- **Felső-Sziléziai Szénmedence:** D-Lengyelország, 19.2-19.8 Ma , gyulladáisos metamorf komplexum (Grasby et al. 2021)
- Brennbergbánya
- Jenei (1968): Vecseklő község határában 1742-ben, Rónabánya környékén egy füstölgő lyukat találtak, ahol „a föld régóta égett”
- Dzsida (1944): 1767-ből jelentették, hogy a föld kénes szaggal, hosszú lánggal égett, és kőszénné változott

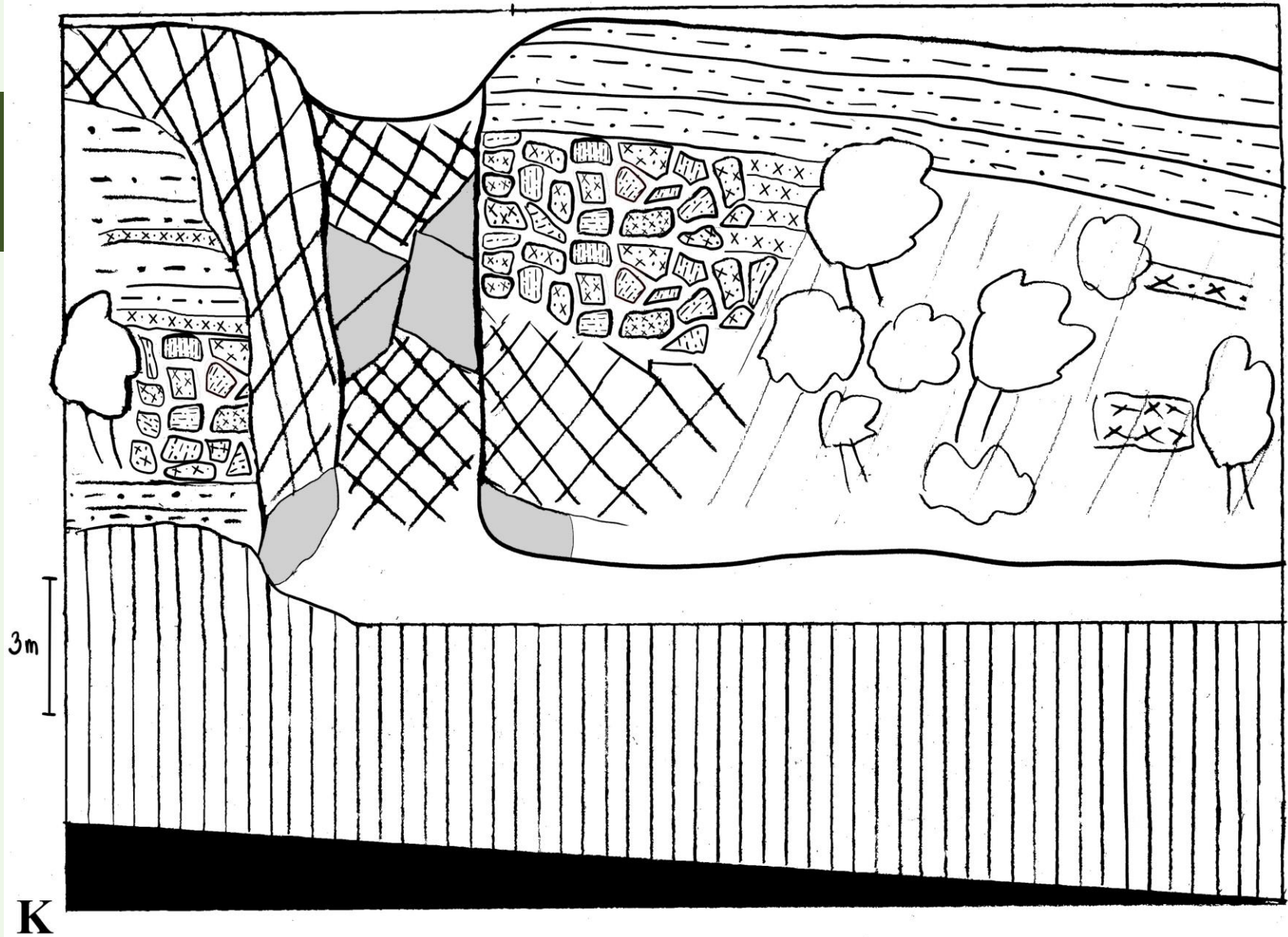
*példa: Smoking  
Hills Formáció,  
Kanada*



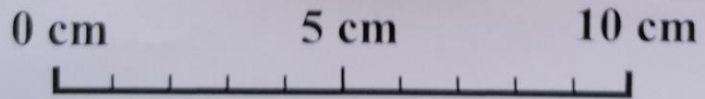
# Terepi megfigyelések és makroszkópos kőzetleírások

- S1 és S2 feltárások között a terep igen meredeken lejt (30-50° között)
- Szisztematikus mintagyűjtés
- komplexum látható kiterjedése 200 m x 10 m

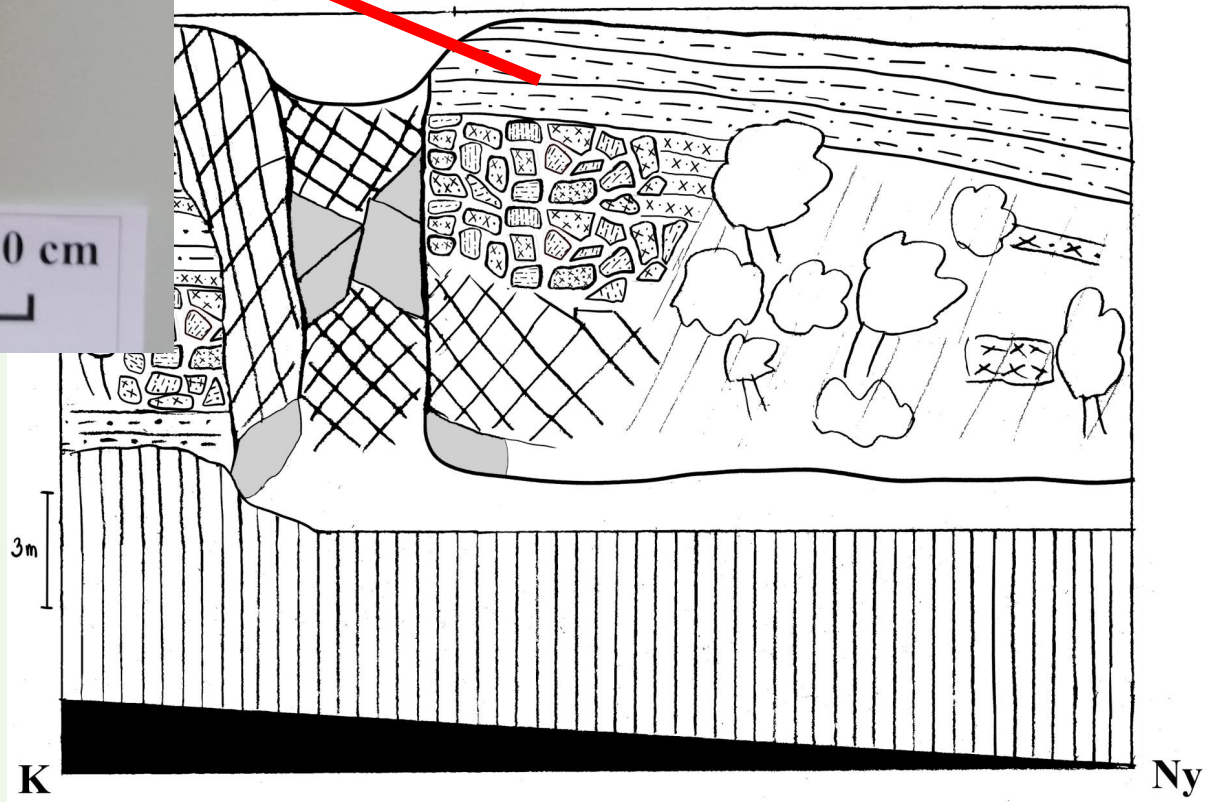




Ny



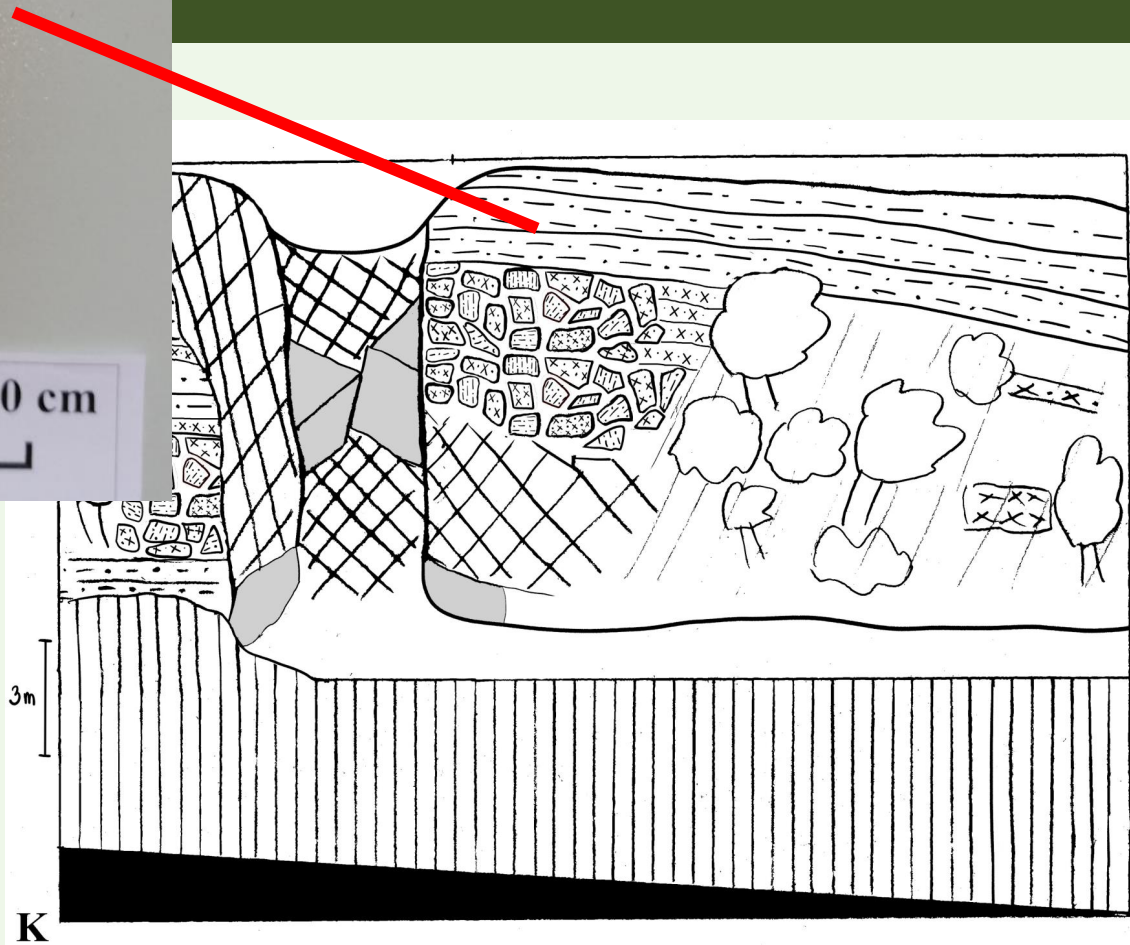
- Vörös kőzet, szemcsemérete: agyag, aleurit
- Friss törési felszínén csillámlik, néhol enyhén sávozott
- 0,5 mm nagyságú fekete csomók, jellemzően sávozottsággal párhuzamosan





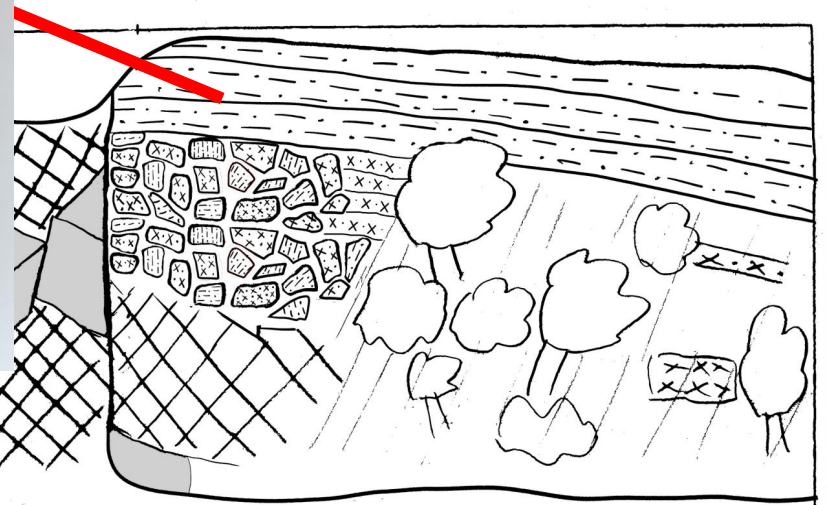
## *Metaaleurolit, „cserép”*

0 cm      5 cm      10 cm

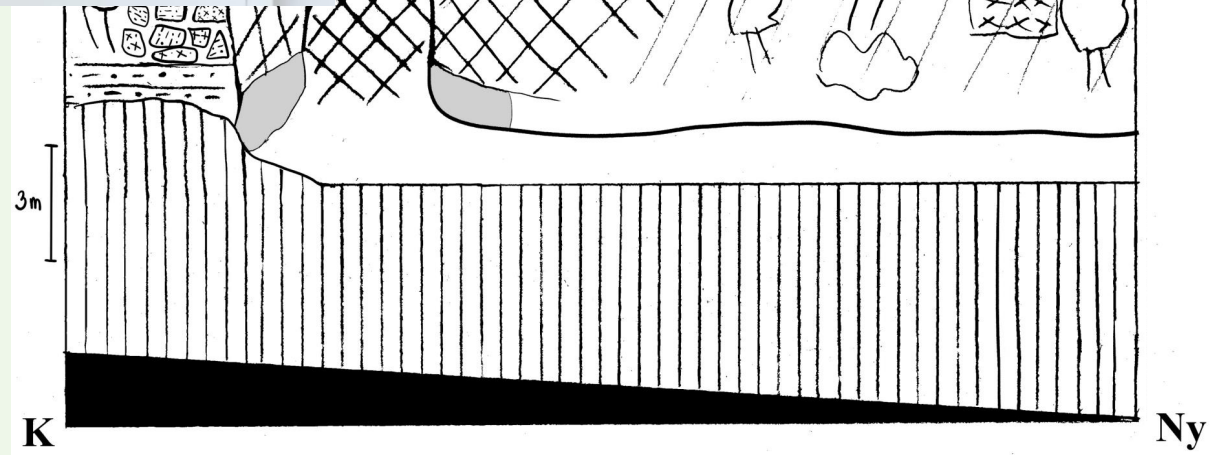


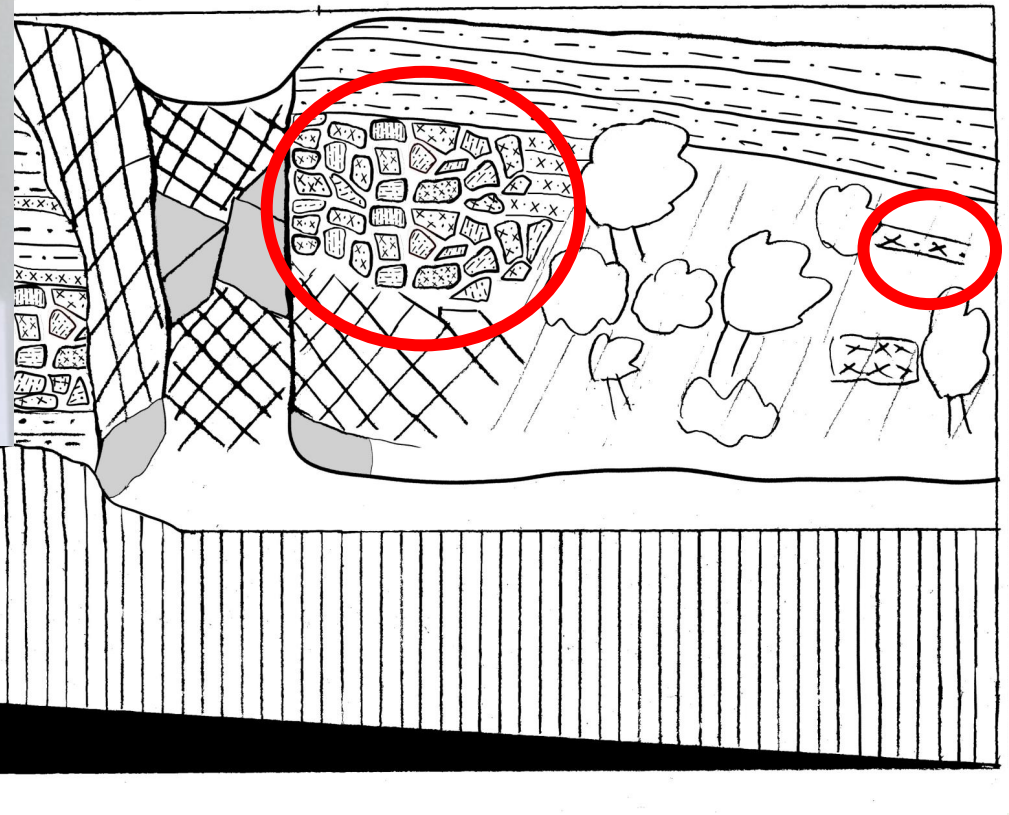
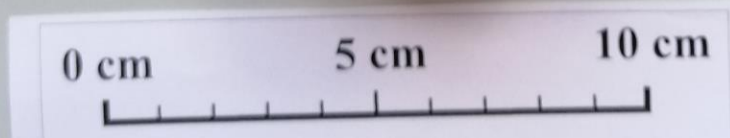
- Vörös kőzet, szemcsemérete: agyag, aleurit
- Friss törési felszínén csillámlik, néhol enyhén sávozott
- 0,5 mm nagyságú fekete csomók, jellemzően sávozottsággal párhuzamosan

## *Metaaleurolit, „cserép”*



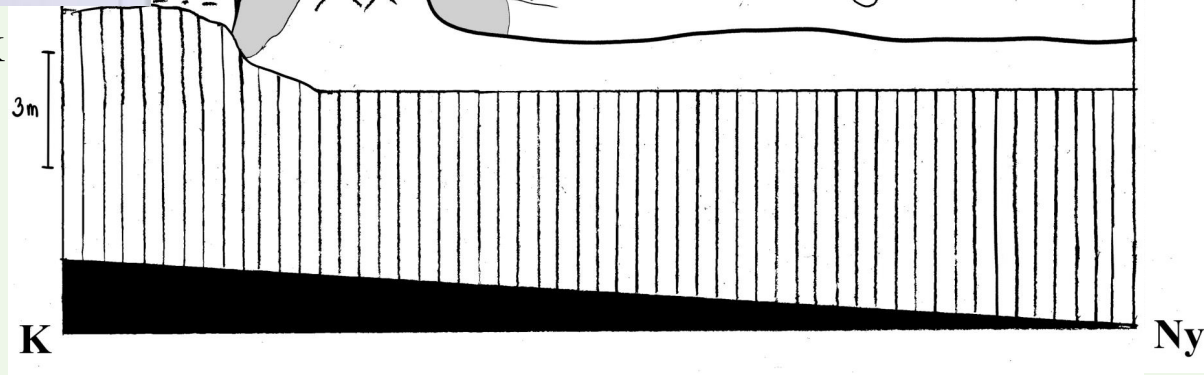
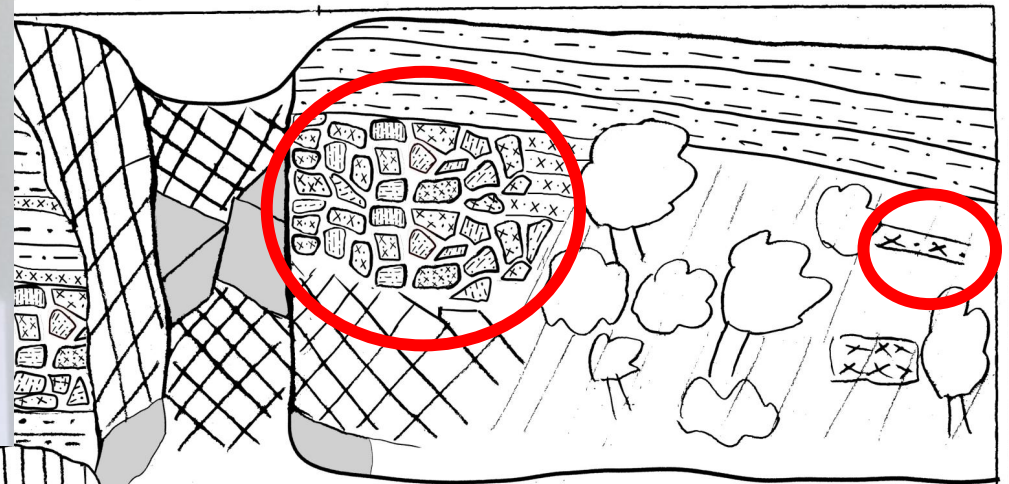
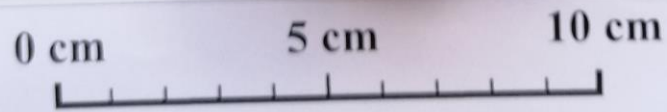
- Vörös kőzet, szemcsemérete: agyag, aleurit
- Friss törési felszínén csillámlik, néhol enyhén sávozott
- 0,5 mm nagyságú fekete csomók, jellemzően sávozottsággal párhuzamosan





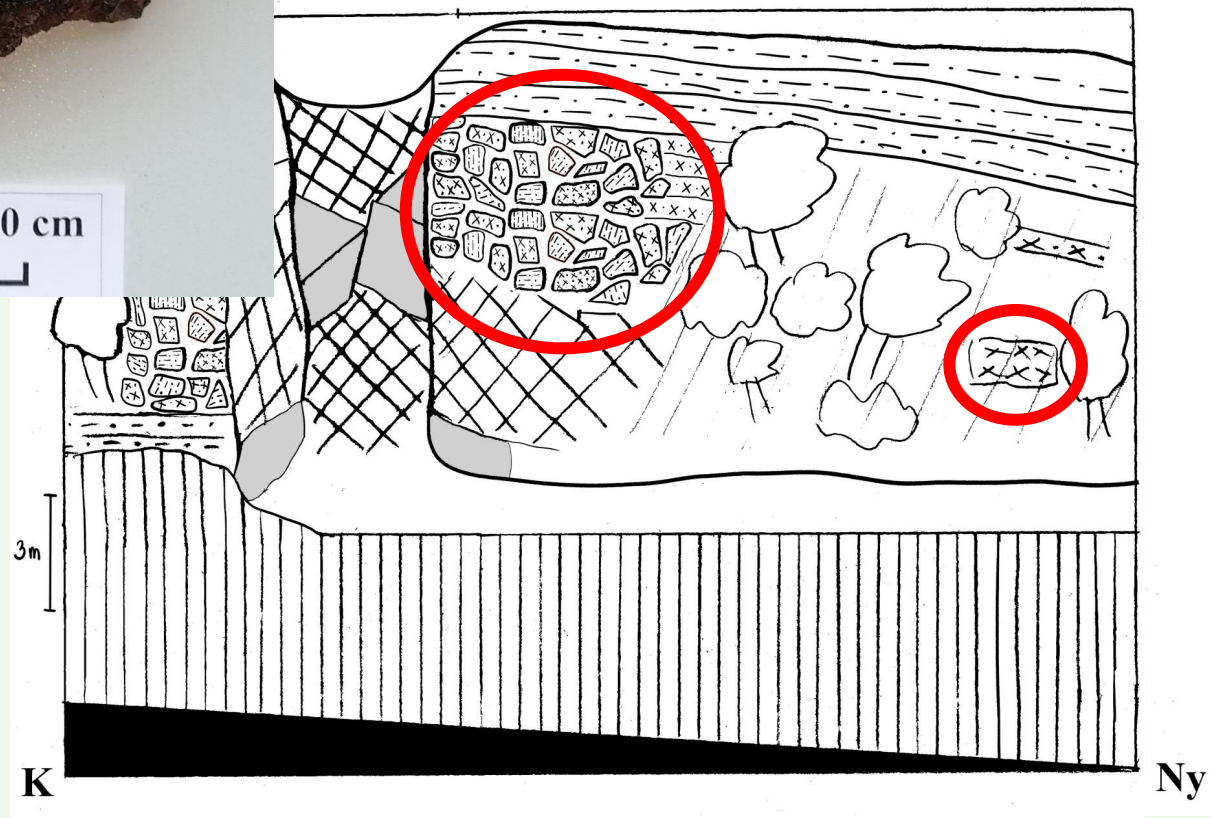
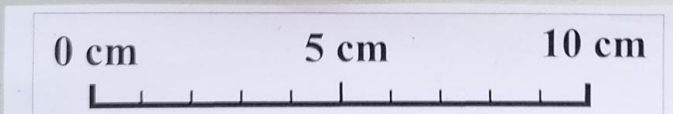
- Afanitos, sávozottság: üregek méretbeli változása leköveti
- Olvadt, de relik t üledékes szövete van
- Hülési repedezettség jellemzi
- Gázkiszökések megfigyelhetők makro léptékben is

# Álrétegzett szövetű buchit



- Afanitos, sávozottság: üregek méretbeli változása leköveti
- Olvadt, de relikv üledékes szövete van
- Hülési repedezettség jellemzi
- Gázkiszökések megfigyelhetőek makro léptékben is





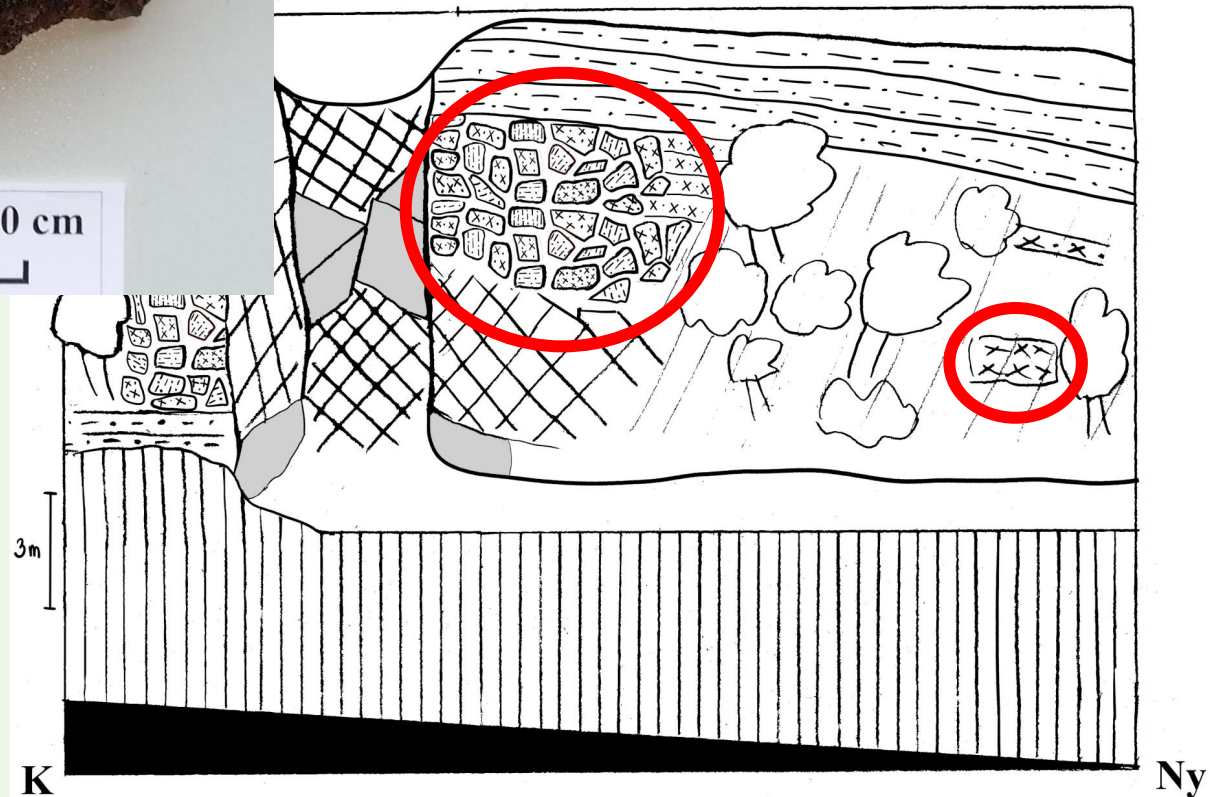
- Kőzet 90%-a üreg, alakjuk nyúlt, lapított, irányultságot mutatnak, méretük 80  $\mu\text{m}$ -4 mm
- Üregek fala kőzetüveggel kikent
- Néhol feltépett cserép klasztokat tartalmaz

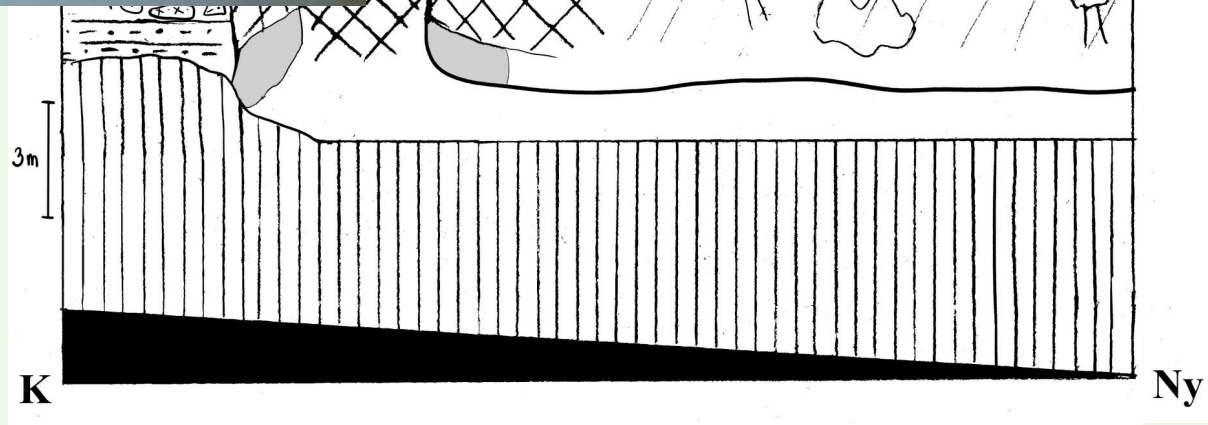
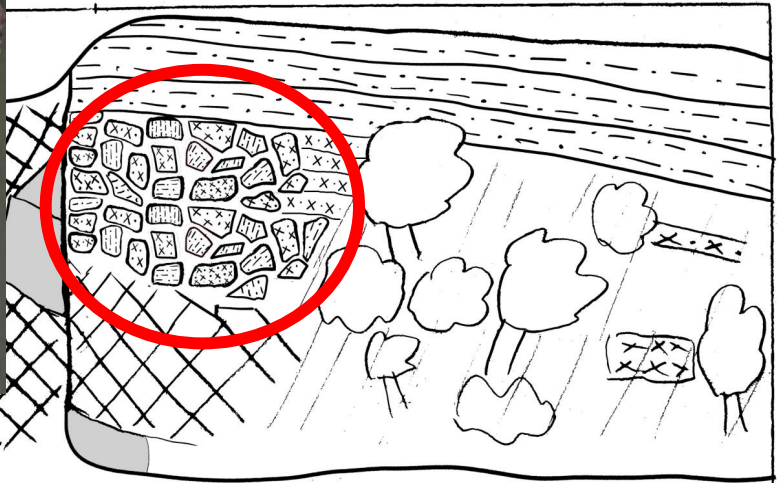


## Paralávakőzet

0 cm 5 cm 10 cm

- Kőzet 90%-a üreg, alakjuk nyúlt, lapított, irányultságot mutatnak, méretük  $80\ \mu\text{m}$ -4 mm
- Üregek fala kőzetüveggel kikent
- Néhol feltépett cserép klasztokat tartalmaz

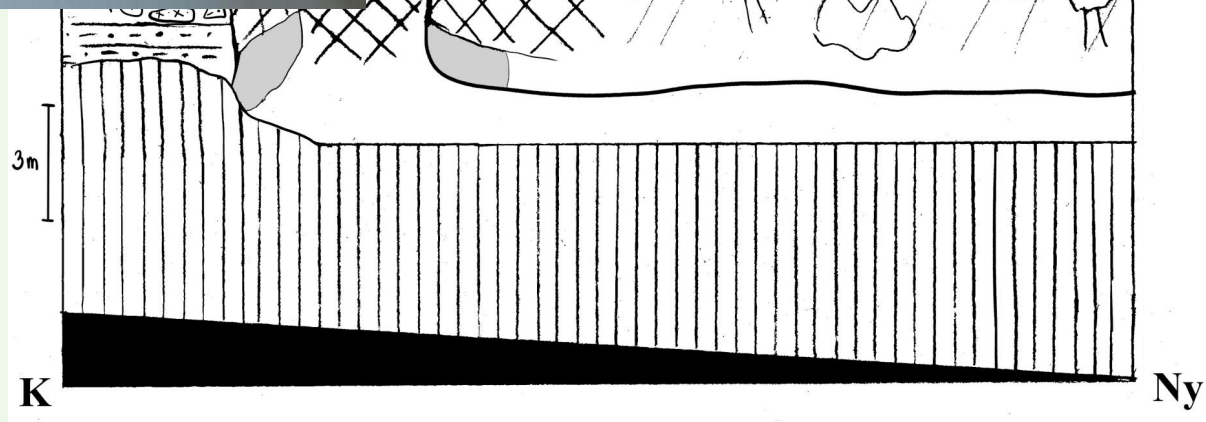
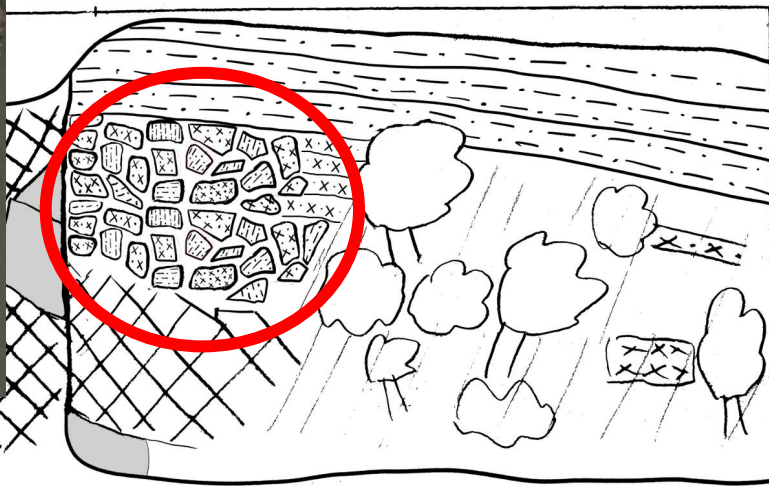




- Kis hömpöly méretű, parciálisan olvadt, szögletes klasztok
- Közethab cementálja



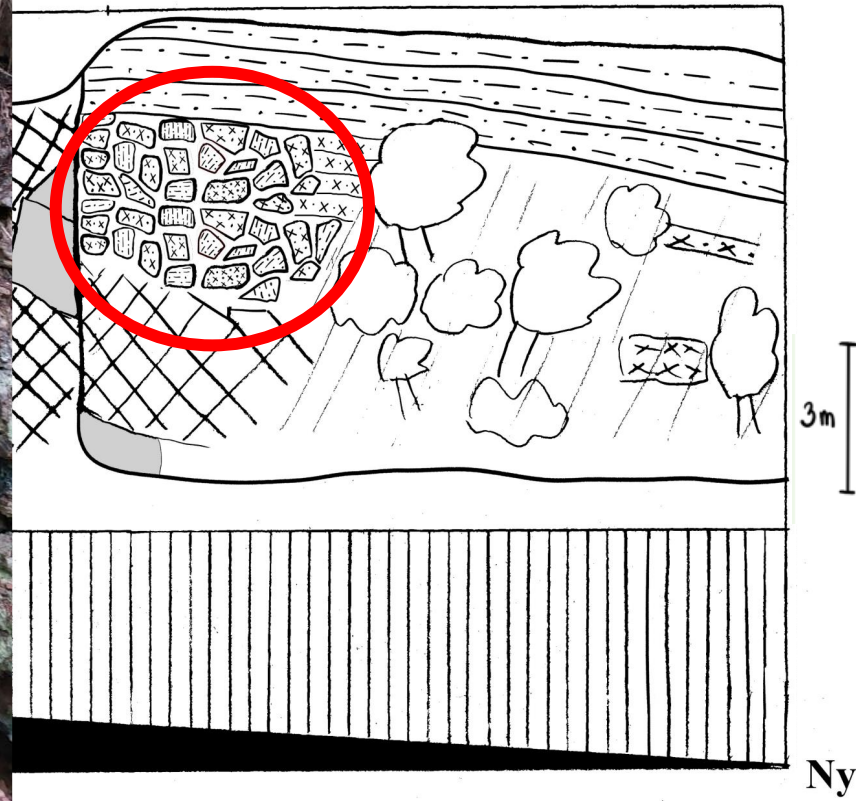
## Paraláva-kőzettel cementált metaaleurolit breccsa



- Kis hömpöly méretű, parciálisan olvadt, szögletes klasztok
- Közethab cementálja

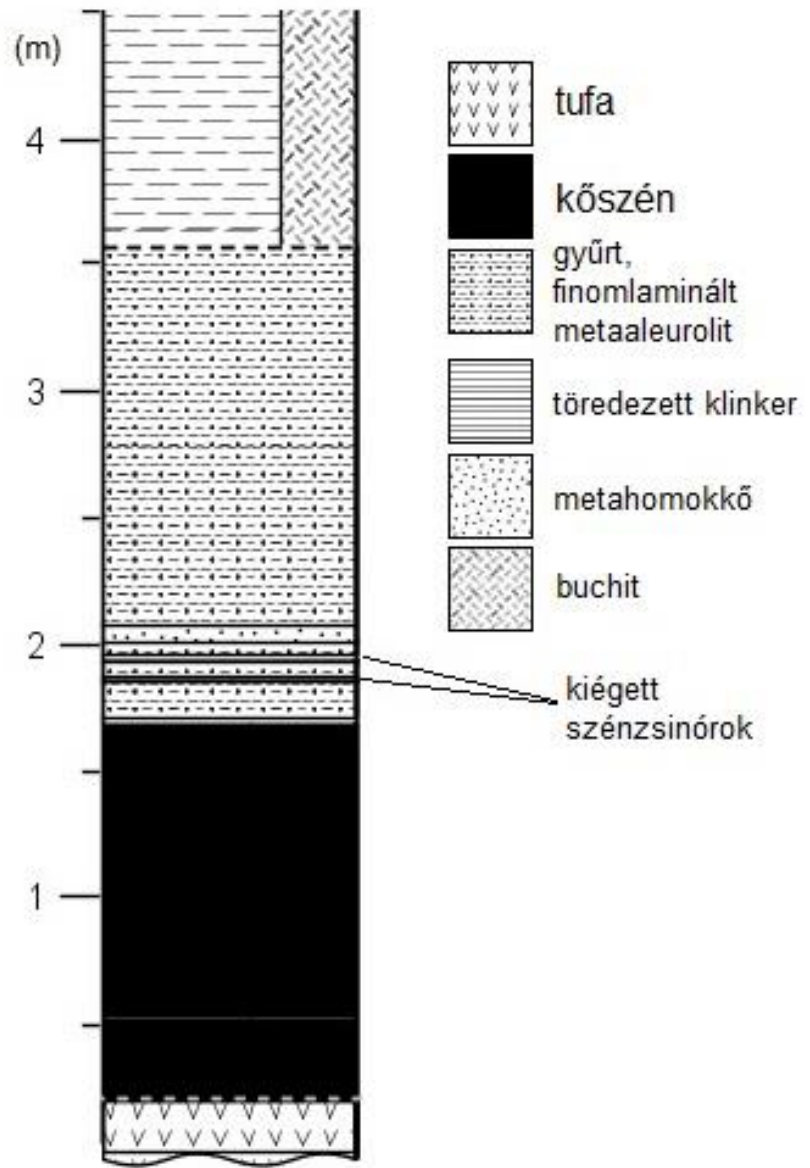
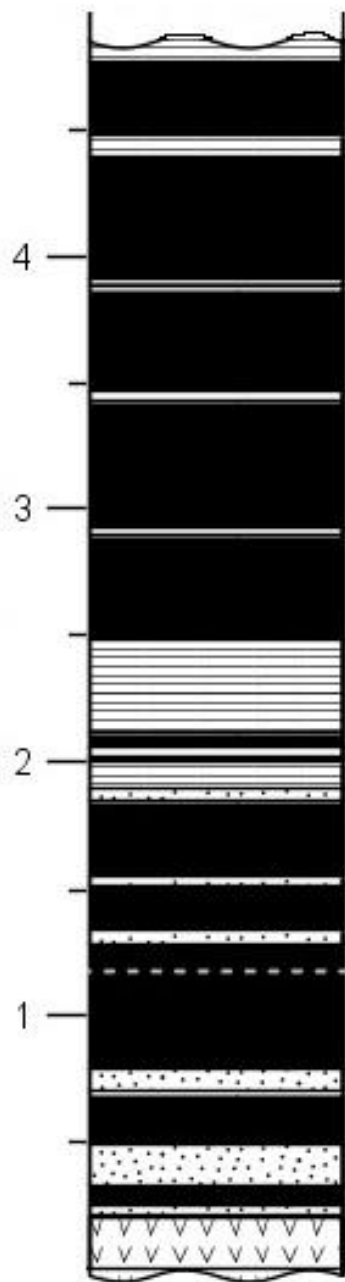
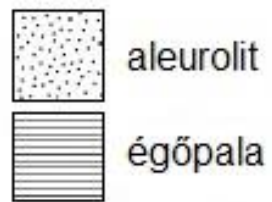


„Kémény-struktúra”



EREDETI ÜLEDÉKES RÉTEGSOR

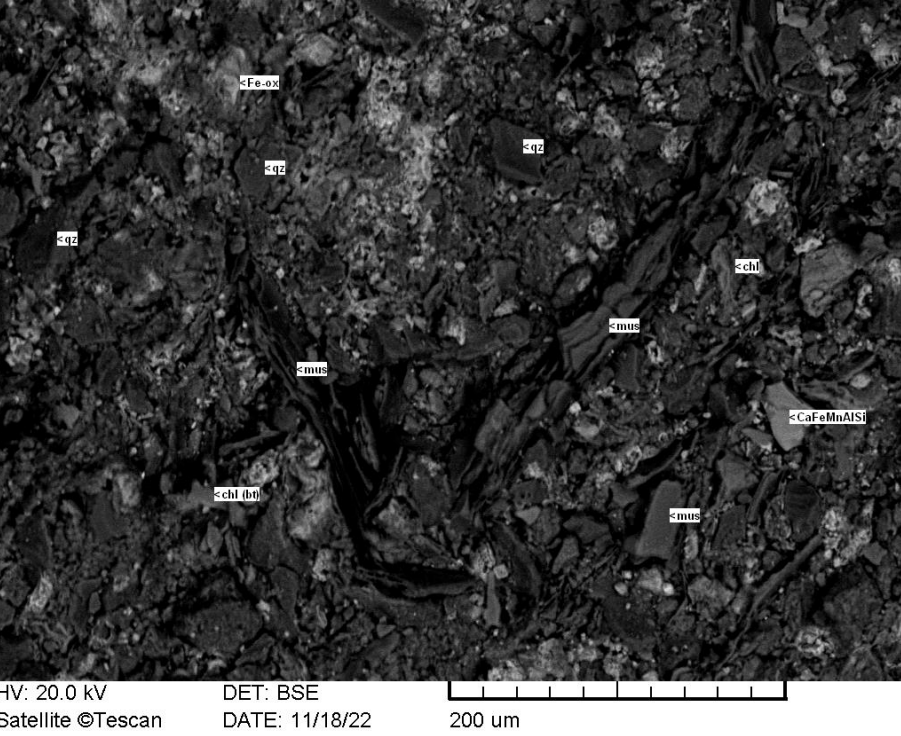
KIÉGETT RÉTEGSOR



# Műszeres anyagvizsgálati módszerek

- Petrográfia:
  - Reflexiós és átesőfényes polarizációs mikroszkópia
  - SEM-EDS
- Röntgenpordiffrakció (XRD, kiértékelő szoftver: EVA)
- Röntgen fluoreszcens spektroszkópia (XRF)
- Derivatográf termikus analízis
- Műszeres háttér: ELTE TTK Ásványtani Tanszék

**Kvarc, földpát (ab és kfp), csillám, kovás-vasas cement, gipsz, dol, ilm– eredeti szövet, ép ásványok**



Az akcesszórius ásványokat (zir, mon, ilm, ap, xen) átöröklik a metamorf kőzetek.

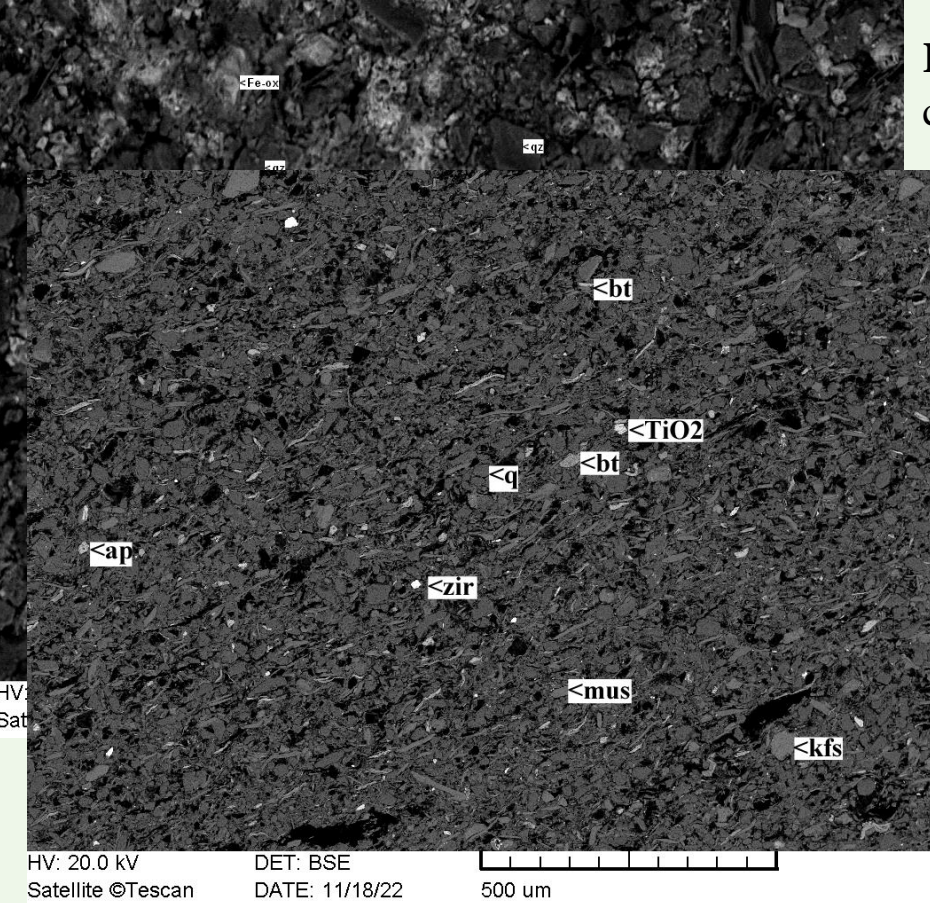
Ásványos átalakulás

Petrográfiai eredmények



**Kvarc, földpát (ab és kfp), csillám, kovás-vasas cement, gipsz, dol, ilm– eredeti szövet, ép ásványok**

Kvarc repedezetté válik, rétegeközi kationban **kiürült csillámok, ilmenit** a cement helyén, szövet: **blasztoklasztos-helicites**



Az akcesszórius ásványokat (zir, mon, ilm, ap, xen) átöröklik a metamorf kőzetek.

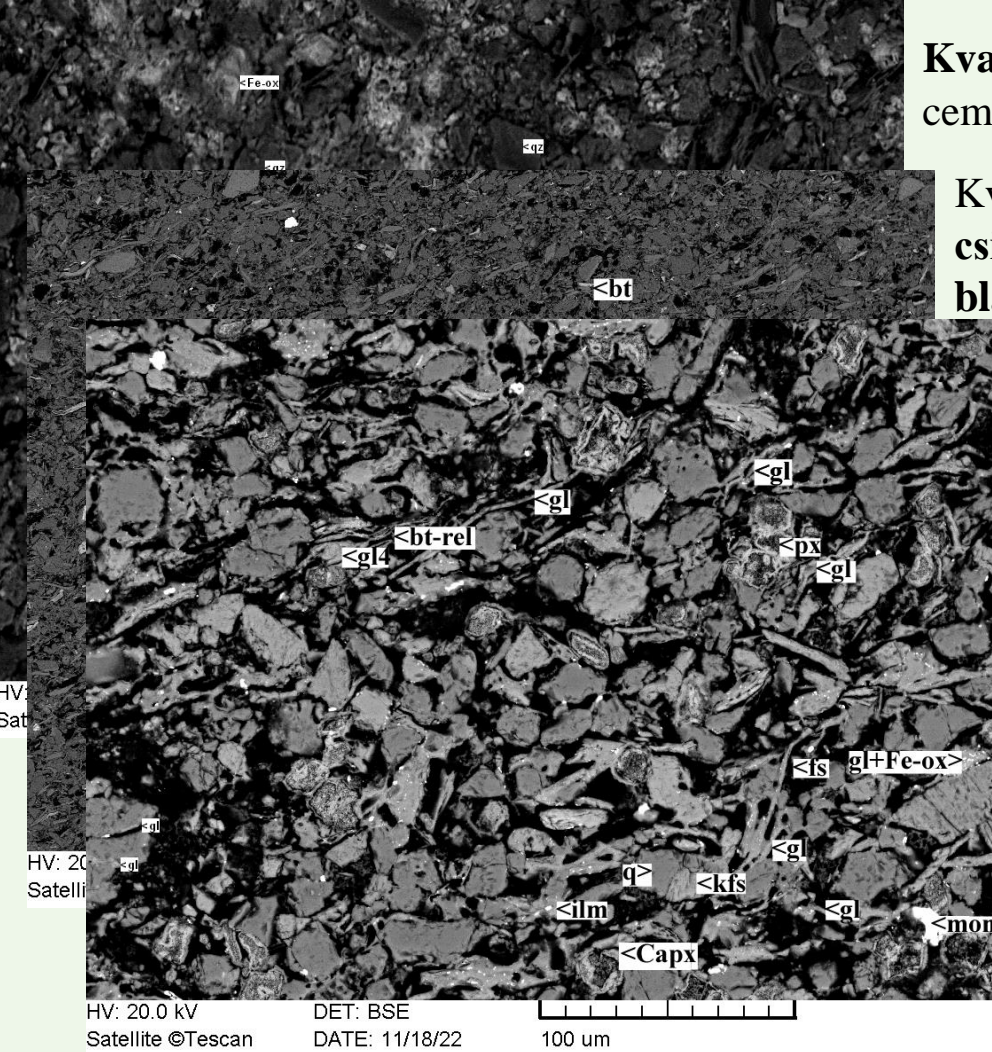
Ásványos átalakulás

Petrográfiai eredmények

**Kvarc, földpát (ab és kfp), csillám, kovás-vasas cement, gipsz, dol, ilm– eredeti szövet, ép ásványok**

Kvarc repedezetté válik, rétegeközi kationban **kiürült csillámok, ilmenit** a cement helyén, szövet: **blasztoklasztos-helicites**

Rétegszil.-ok helyén **kőzetüveg** és ilmenit, **+piroxén: FeMg mag, CaMg perem plagioklász** kerettel, kőzetüveg: heterogén, szövet: **helicites**



Az akcesszórius ásványokat (zir, mon, ilm, ap, xen) átöröklik a metamorf kőzetek.

Ásványos átalakulás

Petrográfiai eredmények

**Kvarc, földpát (ab és kfp), csillám, kovás-vasas cement, gipsz, dol, ilm– eredeti szövet, ép ásványok**

Kvarc repedezetté válik, rétegeközi kationban **kiürült csillámok, ilmenit** a cement helyén, szövet: **blasztoklasztos-helicites**

Rétegszil.-ok helyén **kőzetüveg** és ilmenit, +**piroxén**: FeMg mag, CaMg perem plagioklász kerettel, kőzetüveg: heterogén, szövet: **helicites**

**Rezorbeálódott kvarc** + kőzetüveg, pseudomorfóza piroxén kokárdaszerűen, vagy tūsen, **szimplektites** plagioklász (bytownit), **tridimit**, szöve: **hialopilites**

Az akcesszórius ásványokat (zir, mon, ilm, ap, xen) átöröklik a metamorf kőzetek.

Ásványos átalakulás

Petrográfiai eredmények

**Kvarc, földpát (ab és kfp), csillám, kovás-vasas cement, gipsz, dol, ilm– eredeti szövet, ép ásványok**

Kvarc repedezetté válik, rétegeközi kationban **kiürült csillámok, ilmenit** a cement helyén, szövet: **blasztoklasztos-helicites**

Rétegszil.-ok helyén **kőzetüveg** és ilmenit, +**piroxén**: FeMg mag, CaMg perem plagioklász kerettel, kőzetüveg: heterogén, szövet: **helicites**

**Rezorbeálódott kvarc** + kőzetüveg, pszeuromorfóza piroxén kokárdaszerűen, vagy tūsen, **szimplektites** plagioklász (bytownit), **tridimit**, szöve: **hialopilites**

Az akcesszórius ásványokat (zir, mon, ilm, ap, xen) átöröklik a metamorf kőzetek.

Ásványos átalakulás

Petrográfiai eredmények

**Kvarc, földpát (ab és kfp), csillám, kovás-vasas cement, gipsz, dol, ilm—eredeti szövet, ép ásványok**

Kvarc repedezetté válik, rétegeközi kationban **kiürült csillámok, ilmenit** a cement helyén, szövet: **blasztoklasztos-helicites**

Rétegszil.-ok helyén **kőzetüveg** és ilmenit, +**piroxén**: FeMg mag, CaMg perem plagioklász kerettel, kőzetüveg: heterogén, szövet: **helicites**

**Rezorbeálódott kvarc** + kőzetüveg, pseudomorfóza piroxén kokárdaszerűen, vagy tűsen, **szimplektites** plagioklász (ytownit), **tridimit**, szövete: **hialopilites**

**Detritális Q<sub>↓</sub>**, kőzetüveg, vas-oxidos szegélyű vázkristályos **plagioklász**, tús plagioklász, **cordierit**, SiO<sub>2</sub> polimorf, és idiomorf kfp szövete: **interszertális**, lokálisan **spinifex**

Az akcesszórius ásványokat (zir, mon, ilm, ap, xen) átöröklik a metamorf kőzetek.

Ásványos átalakulás

Petrográfiai eredmények

# Képződési hőmérséklet becslése

- Metaaleurolit: 500-870°C – rétegszilikátok vízvesztése és a tridimit hiánya alapján
- Buchit: 870-1222 °C – piroxén-anortit-tridimit-kőzetüveg társulás alapján (Anderson 1915), kvarc nem kristályosodik az olvadékból
- Paraláva: 1220-1443 °C – Fe-cordierit és tridimit együttkristályosodása alapján

# Mikor történhetett?

**Az átalakult kőzetek térbeli elhelyezkedése alapján:** táró szája körül → *Nem idősebb a modernkori bányászatnál.*

- pro: vékony talaj, fiatal vegetáció a legtöbb kibukannó kőzeten
- kontra: nincs írásos emlék, öreg bükkfák gyökere között átalakult kőzetek, felső pad kiégése bányászás után?

## **Geomorfológia**

- Tyúk vagy a tojás?
- Geológiai időskálán tiszavirág életű komplexumok

>> *A modernkori bányászat előtt keletkezhetett, de pár százezer évnél nem lehet idősebb.*

# Összefoglalás

- 1 feltáráson belül összes komplexumhoz köthető kőzet megjelenik, **centiről-centire változó litológiával**
- A képződési hőmérséklet a rendszerben jelenlevő alkáliák és illók miatt a korábban **becsült hőmérsékletek alatt** maradhatott.
- Kutatásunk eredménye alapján ez Közép-Kelet Európa első *dokumentált gyulladáisos metamorf komplexuma*.



# További kutatási tervek

- **Raman-spektroszkópia:** rétegszilikát-, apatit-, kőzetüveg víztartalom, SiO<sub>2</sub> polimorfok elkülönítésére
- **Olvadási modellezés,** termális fejlődéstörténet
- **<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar kormeghatározás**

# Köszönetnyilvánítás

Elsősorban köszönjük *Biró Máténak*, aki végtelen türelmével és hozzáértésével hozzájárult a dolgozat létrejöttéhez, *Weiszburg Tamásnak* és *Prakfalvi Péternek*, akik szakmai tudásukkal segítettek minket. Külön köszönet illeti *Józsa Sándort* és *Sági Tamást* az értelmezésbeli hozzájárulásuk végett, illetve *Gherdán Tamást* és *Borbás Zitát* a terepi munkálatokban való segítségért.



**Köszönöm a figyelmet!**