



# Rétegtani szintekhez kötött (“stratabound”) epigén-hidrotermális ércesedések

Általános ércteleptan

Geológus Szak



## Rétegtani szintekhez kötött (“stratabound”) epigén-hidrotermális ércesedések általános jellemzői

- Általában üledékes, ritkábban vulkáni kőzetekben települő, a befogadó kőzetösszlet bizonyos szintjeihez kapcsolódó, a kőzet és folyamat függvényében változatos elemasszociációjú ércesedési típusok melyek a befogadó kőzetösszlet felhamozódása utáni (epigenetikus) hidrotermális folyamatok során alakulnak ki. A hidrotermális tevékenység közvetlen magmás-vulkáni kapcsolata nem jellemző (kriptomagmás ércesedési típusok).
- Jellemző ércalkotó elemek:  
Pb, Zn, Cu, U, Fe, Hg (Ag, Co, Ni, Au)
- Jellemző ércásványok: galenit, szfalerit, pirit, kalkopirit, bornit, kalkozin, covellin, termésréz, termésarany, urán-oxidok és szilikátok, sziderit, ankerit, hematit, cinnabarit, terméshigany
- Jellemző meddőásványok:  
kvarc, karbonátok, agyagásványok
- Telepforma: rétegszerűen települő, de fácies-határokat esetenként metsző, illetve egy adott rétegben laterálisan kiékelődő teleptestek, lencsék. Jellemzőek a kiszorításos, cementációs, breccsás, esetenként teléres-érhálós szerkezetek.
- Szerkezeti kontroll: extenziós medencék, aulakogének (riftesedő kontinentális tábla) töréses zónái, a rétegződés szerint fellépő redox és pH (geokémiai) gátak, litosztratigráfiai határok.
- Kőzetkörnyezet: epikontinentális sekélytengeri karbonátos és törmelékes (homokkő, konglomerátum) sorozatok, esetenként evaporitokkal.



## Rétegtani szintekhez kötött (“stratabound”) epigén-hidrotermális ércesedések típusai

### Rézpala típus:

Zambiai rézpala öv, “Kupferschiefer” (Mansfeld, Lengyelország)

### Keweenawan termésréz típus:

Lake Superior (Kanada)

### Rétegtani szinthez kötött Pb-Zn ércesedések:

Mississippi Valley Típus, MVT (Missouri)

Ír Típus (Navan, Tynagh - Írország)

Alpi Típus (Bleiberg, Mezica, Olkus)

Skandináv típus (Laisvall - Svédország)

### Színgenetikus-epigenetikus Hg-telepek

Idrija (Szlovénia)

### Carlin-típusú Au-telepek

Carlin Trend, Battle Mtns.-Eureka Trend (Nevada)

### Metaszomatikus Fe-ércesedések

Rudabánya, Alsó-Sajó, Kremikovci, Dinaridák

### Diszkordancia felületekhez kötött U-ércesedések:

Athabasca Medence (Kanada), Alligator River (Ausztrália)



## Rétegtani szintekhez kötött (“stratabound”) epigén-hidrotermális ércesedések rézpala típusa

- Általános jellemzők:** Szárazföldi vörös homokkő sorozatra települő, evaporitokat tartalmazó transzgresszív epikontinentális sekélytengeri sorozatok bázisán megjelenő ércesedési típus.
- Hasznosítható fémtartalom:** Cu (Ag, Co, Pb, Zn, Au, platinafémek)
- Befogadó kőzet:** agyagpala, homokkő, dolomit
- Ércásványok:** kalkozin, bornit, kalkopirit, pirit, galenit, szfalerit (termésrész, digenit)
- Meddőásványok:** kvarc, karbonátok, agyagásványok, hematit, goethit, tuchtolit (hasadóanyag-tartalmú szurokszerű szervesanyag)
- Telepforma:** Nagy laterális kiterjedésű, 0.X - n\*10m vastag teleptestek, melyek fácies és litológiai határokat metszenek. Az ércparagenezisek zónáisan jelennek meg, az ércásványok hirtelen helyezkednek el az ércetestben.
- Szerkezeti kontroll:** litológiai határfelülethez kötődő oxidációs viszonyokból redukzív környezetbe történő átmenet
- Geotektonikai helyzet:** riftesedés korai fázisához kötődő epikontinentális medencék
- Telepminőség:**

**Zambiai rézpala öv (Rokana):**

312 Mt / 2.81% Cu, 0.15%Co

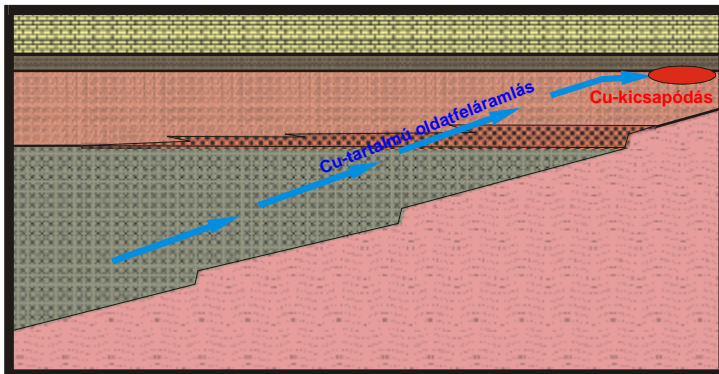
**Kupferschiefer (Lubin, Lengyelország):**

68 Mt / 2% Cu; 170 000 t / 40 ppm Ag; 5,2 Mt / 0,2% Pb és Zn



## “Rézpala” típusú ércezedések genetikai modellje

### Oldatáramlási model a Zambiai rézpala telepek kialakulása során



- |                                  |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| Konglomerátum                    | Mészkö és homokkő |
| Bazaltos vulkanitok (Cu-forrása) | Pirités pala      |
| Kristályos aljzat                | Homokkő           |

Oldatáramlás

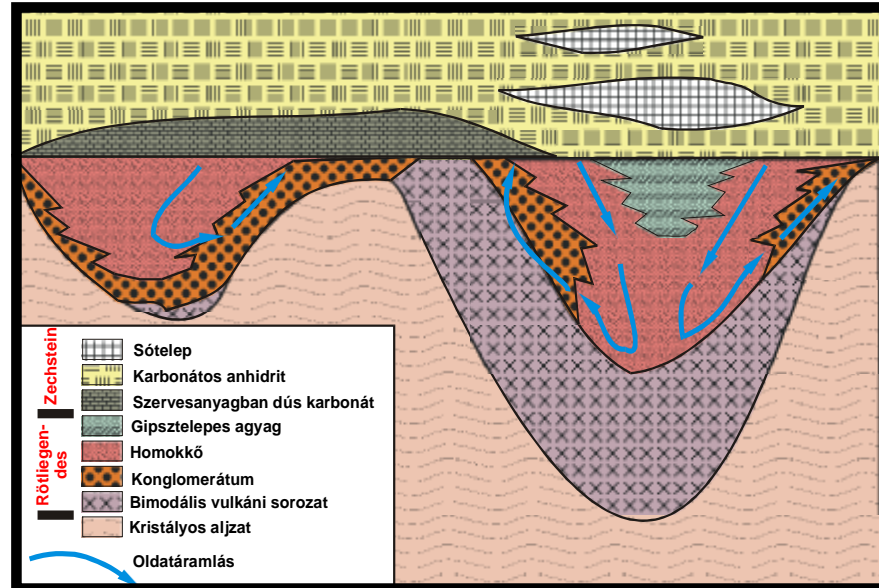
## A pórusvizek áramlási modellje a Szudétai Medence rézpala típusú ércezedésének kialakulása során

Hercini lepusztulási terület

Észak-Szudétai medence

DDNY

ÉÉK



- |                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| Sótelep                      | Karbonátos anhidrit |
| Szervesanyagban dús karbonát | Gipsztelepes agyag  |
| Homokkő                      | Konglomerátum       |
| Bimodális vulkáni sorozat    | Kristályos aljzat   |
| Oldatáramlás                 |                     |

**Az ércanyag (Cu) eredete:** A fekü vulkanitjai

**Felszálló oldatok:** Cl- és fémionokban dús oxidatív rétegvíz

**Hőforrás:** A riftzóna megemelkedett geotermikus gradiense

**Szulfidok kiválása:** Szervesanyagban, vagy szingenetikus szulfidokban (pirit) gazdag réteg alatt kialakuló reduktív gáton.





## Karbonátos kőzetek rétegtani szintjeihez kötött epigén-hidrotermális Pb-Zn ércesedések

### Mississippi Valley Típus

Paleozoós platform karbonátos sorozatok diszkordáns felületei, vagy karbonát/pala fácieshatárai mentén kialakult nagy porozitású zónákban (karsztüreges, oldási üregek-breccsák) megjelenő epigenetikus érc típus.

**Elemasszociáció: Pb, Zn (Ba)**

**Ércásványok: Ag-szegény galenit és Fe-szegény szfalerit (pirit, kalkopirit)**

**Meddőásványok: barit, fluorit, karbonátok, bitumenfélék**

**Telepforma: lapos lencseszerű testek breccsás, üregkitöltő és kiszorításos szövettel**

**Szerkezeti kontroll: litológiai, vagy fácieshatárok és normál extenziós törések metsződési zónája.**

**Lemeztektonikai helyzet: kollíziós zónák mögötti kontinentális területek sekélytengeri karbonátos összletei.**

### Ír típus

Paleozoós sekélytengeri üledékes sorozatok konkordáns litológiai határfelületei mentén kialakult nagy porozitású (oldásos) zónákban megjelenő érc testek.

**Elemasszociáció: Zn, Pb**

**Ércásványok: galenit, szfalerit, kalkopirit, pirit (fakóérc, szulfidok)**

**Meddőásványok: kvarc, karbonátok**

**Telepforma: lapos lencseszerű testek litológiai határfelületek mentén, masszív, eres-hintett, breccsás és kiszorításos szövettel**

**Szerkezeti kontroll: litológiai határok és extenziós normál törések metsződése mentén.**

**Lemeztektonikai helyzet: kollíziós zónák mögötti kontinentális területek sekélytengeri karbonátos összletei**

### Alpi típus

Mezozoós sekélytengeri mészkő-dolomit sorozatokban litológiai határfelületek, karsztosodott szintek mentén települő szin- és epigenetikus érc testek.

**Elemasszociáció: Pb, Zn (Ba, Mo)**

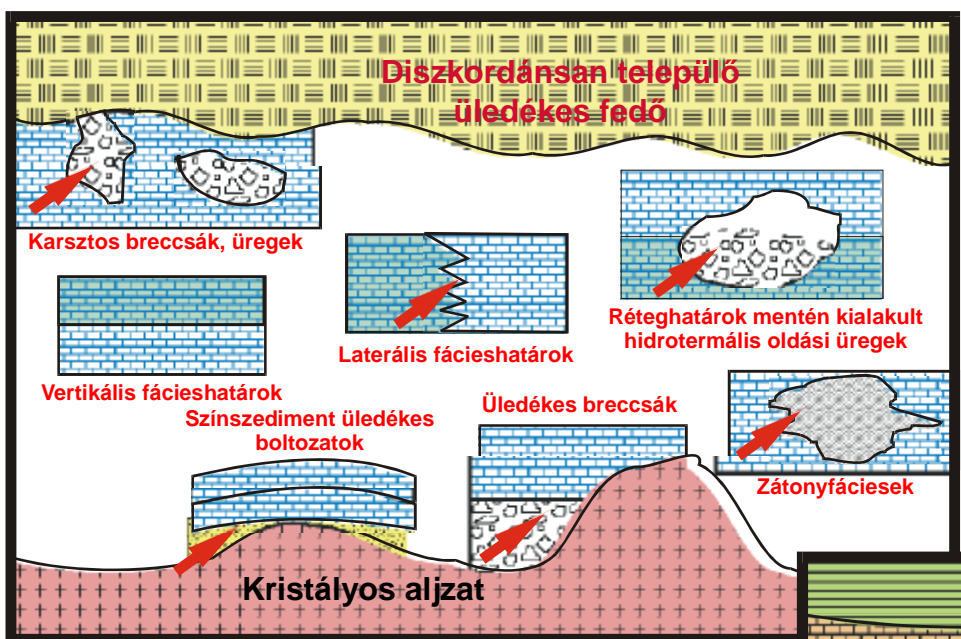
**Ércásványok: galenit, szfalerit, wulfenit, smithsonit, cerrusszit**

**Meddőásványok: karbonátok, kvarc, barit**

**Telepforma: lapos lencseszerű testek litológiai kontroll szerint, breccsás, üregkitöltő és kiszorításos szövettel.**

**Szerkezeti kontroll: litológiai és fácieshatárok valamint normál törések metsződése.**

**Lemeztektonikai helyzet: riftesedő zónák húzásos tektonikai rendszerű sekély medencéi**

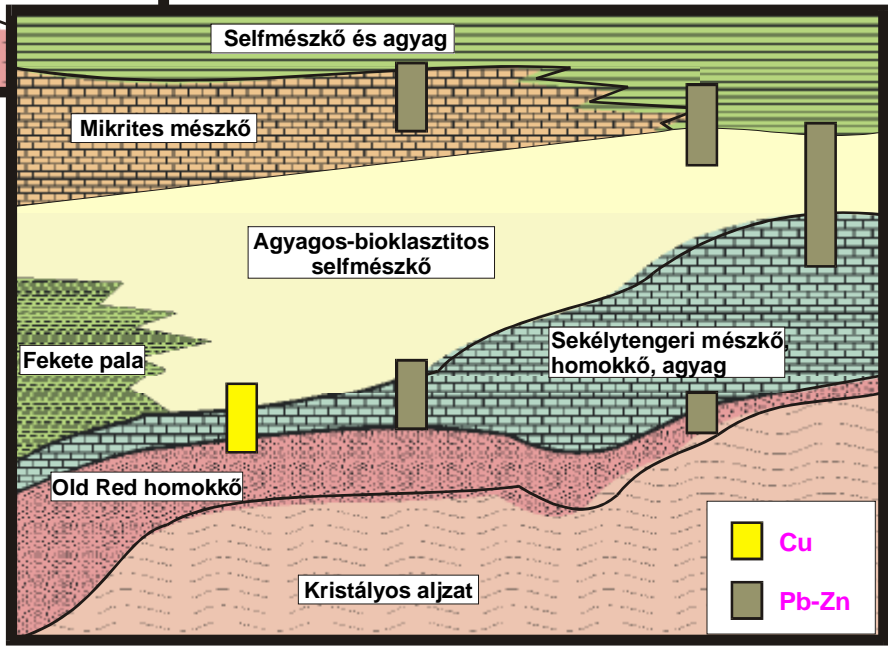


**Rétegtani szintekhez kötött epigén-hidrotermális Pb-Zn ércesedések települési viszonyai Ír típus**

**Mississippi Valley és Alpi típus**

**Ércesedéssel színgenetikus karbonát-oldódás:**  
 $ZnCl_2 + H_2S = ZnS + 2 HCl$   
 $CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + CO_2 + H_2O$

**Fluorit-képződés**  
 $Ca^{2+} + 2F^- = CaF_2$





## Rétegtani szintekhez kötött epigén-hidrotermális Pb-Zn ércesedések genetikája

**Az ércanyag eredete:** Fekükőzet

**Fluidumok eredete:** Diagenetikus kompaktió során felszabaduló rétegvíz

**Fluidumok hőmérséklete és összetétele** 100-150°C,  
Ca-ban gazdag, 0-26 NaCl ekv. súly %

**Recens medence-fluidumok hőmérsékleti és összetételi viszonyai:**

| Előfordulás       | Mélység (m) | Hőmérséklet (°C) | Fémtartalom (ppm) |     |
|-------------------|-------------|------------------|-------------------|-----|
|                   |             |                  | Zn                | Pb  |
| Perzsa-öböl       | 2400-4000   | 100-150          | 360               | 100 |
| Alberta           | 1000        | 76               | 19                | -   |
| Cseleken, Oroszo. | 1000        | 74-98            | 2.7               | 5.4 |

**Ércásványok kiválásának okai:**

**A - a forróvizes oldat hozza a fémionokat és a redukált kén: pH változás, hűlés, oldatkeveredés**

**B - a forróvizes oldat csak a fémionokat hozza, a redukált kén lokális eredetű:**

1. a forróvizes oldat szulfáttartalma szervesanyag jelenléte miatt redukálódik
2. a forróvizes oldathoz H<sub>2</sub>S adódik hozzá a szulfát bakteriális redukciója, szénhidrogén termikus bomlása, a rétegösszletben jelenlévő szulfátok (evaporitok) redukciója révén.





## Rétegtani szintekhez kötött epigén-hidrotermális ércesedések: Carlin típusú Au-telepek

**Általános jellemzők:** Szubvulkáni intrúziók tágabb környezetében, de azokkal bizonyítható genetikai kapcsolat nélkül, platform karbonátos, vagy mélyebb tengeri sziliciklasztos üledékekben litológiailag és tektonikailag kontrollált szintekben megjelenő érc típus.

**Elemasszociáció:** Au (Sb, As, Hg, Tl)

**Ércásványok:** As-tartalmú pirit és markazit, arzenopirit, realgár, auripigment, antimonit, cinnabarit, Tl-szulfidok, termésarany, termésarzen.

**Meddőásványok:** kvarc, kaolinit, illit, szmektit, adular, kalcit, dolomit, barit, fluorit

**Telepforma:** Lencsésen települő hintések üregkitöltő és kiszorításos jelleggel.

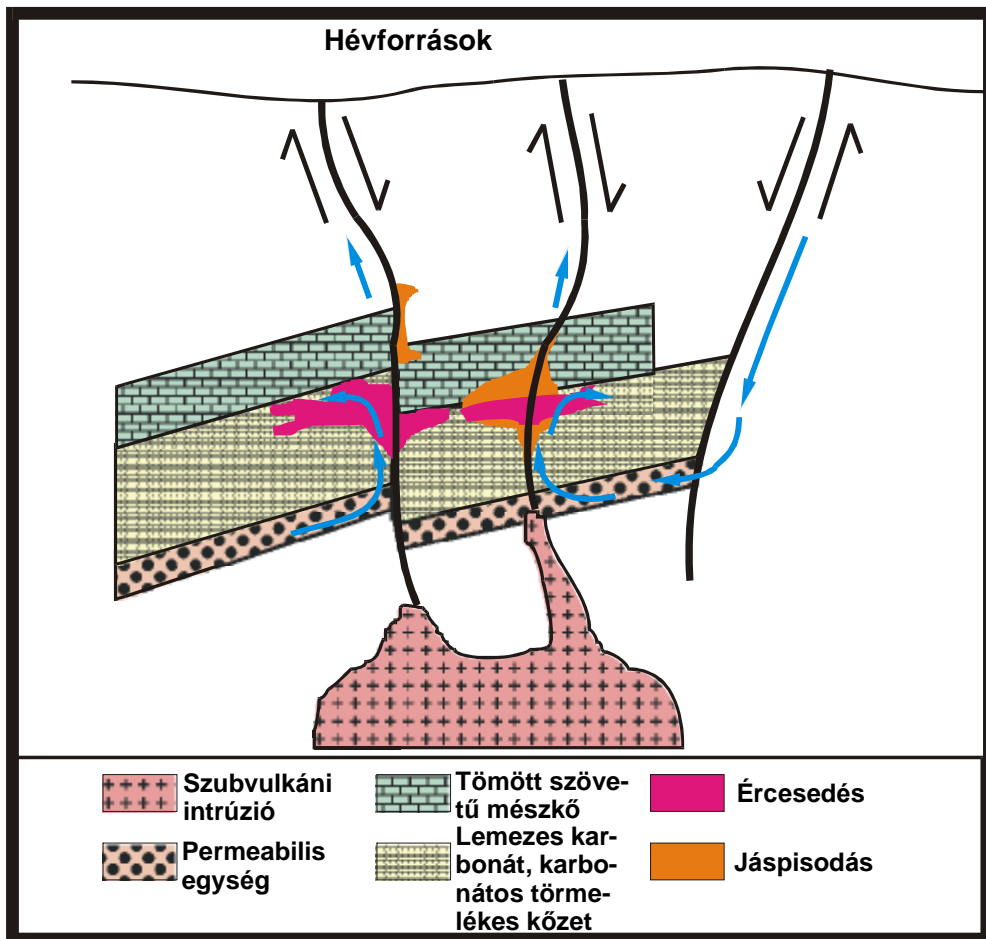
**Szerkezeti kontroll:** Normál törések metsződési zónái, különösen ahol a kőzet eredetileg is rendelkezik szabad pórustérfogattal (üledékes breccsák, oldási breccsák)

**Lemeztektonikai helyzet:** Szubdukciós zónák szárazföldi mögöttes területeinek áttolódásokkal és normál törésekkel jellemzett kompressziós-húzásos zónái.

**Telepminőség:** 0.1 - 200 Mt érckészlet, 0.6 - 22 g/t Au-koncentráció



## Carlin-típusú ércesedések genetikája



### Érchozó oldatok hőmérséklete és összetétele:

150-250°C, 0-6 NaCl ekv. súly%,  
CO<sub>2</sub> és H<sub>2</sub>S tartalom, 4-6 pH, reduk-  
tív jelleg

### Fluidumok eredete:

Meteorikus, esetleg magmás, vagy  
mélymedence komponensekkel.

### Au-eredete:

A mélymedence, vagy  
mágmás jellegű fluidumokból

### Au-kiválás mechanizmusa:

Felszálló oldatok torlódása kis per-  
meabilitású kőzetegységek alatt, me-  
lyet a karbonátos kőzettel való köl-  
csönhatás során a karbonátok oldó-  
dása, metasztatikus kiszorítása, a  
pH növekedése és így az Au  
kicsapódása követ az oldatok hűlése  
során.

### Az ércesedés kialakulásának mélysége:

1-3 km



## Rétegtani szintekhez kötött epigén-hidrotermális ércesedések: Metaszomatikus vasérctelepek

**Általános jellemzők:** Karbonátos sorozatokban, a karbonátok összetételének változását követő Fe-karbonátos ércesedési típus polimetallikus alkotókkal kiegészítve.

**Elemasszociáció:** Fe (Cu, Ag, Ni, Co, As, Ba, Hg, Au)

**Ércásványok:** sziderit, ankerit, hematit, barit, kalkopirit, galenit, fakóércek (Ag, Hg), bornit, kalkozin

**Meddőásványok:** kalcit, dolomit, kvarc, illit, fluorit

**Telepforma:** lencsés, oldalirányban kiékelődő masszív ércetek, teléres-eres polimetallikus felülbélyegzéssel

**Szerkezeti kontroll:** extenziós töréses zónák által metszett dolomitos-mészköves-márgás sorozatok

**Lemeztektonikai helyzet:** riftesedő medencék

**Telepminőség:**

Rudabánya jelenlegi készletei - 37.2 Mt sziderites érc,  
1.54 Mt kalkopirités érc (0.56% Cu, 1.2 ppm Ag),  
0.56Mt galenites érc (1.42% Pb)-



## Rétegtani szintekhez kötött epigén-hidrotermális ércesedések: Diszkordanciákhoz kapcsolódó U telepek

**Általános jellemzők:** diszkordancia-felületek mentén, vagy annak közelében, arkózás, vagy mészes homokkő egységekben elhelyezkedő, az U-telepek egyéb típusaival összevetve a legjelentősebb koncentrációkat hordozó teleptípus.

**Elemasszociáció:** U (Ni, Co, Ag, Mo, Cu, Pb, Zn, Bi, Se, Au, platinafémek)

**Ércásványok:** uraninit, pitchblende, coffinit (rammersbergit, gersdorffit, millerit, pirit, arzenopirit, galenit, szfalerit, kalkopirit, molibdenit)

**Meddőásványok:** kaolinit, illit, klorit, dolomit, sziderit, kvarc, hematit, bitumenfélék

**Telepforma:** lencsés, táblás, kiékelődő teleptestek, amöba-szerű szabálytalan alakzatok, melyekben az érc tektonikus breccsákban, oldási breccsákban, érhálózatokban és hintésekben koncentrálódik.

**Szerkezeti kontroll:** normál törések, vagy feltolódások mentén litológiailag kontrollált érctesetek.

**Lemeztektonikai helyzet:** epikratonikus medencék (???)

**Telepminőség:** 10-250 Mt készlet, 0.2-2%  $U_3O_8$