



Vulkáni-hidrotermális ércesedések:

Vulkáni masszív szulfid telepek

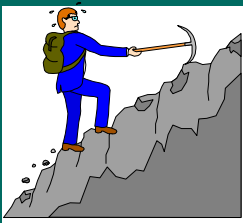
Általános ércteleptan

Geológus szak

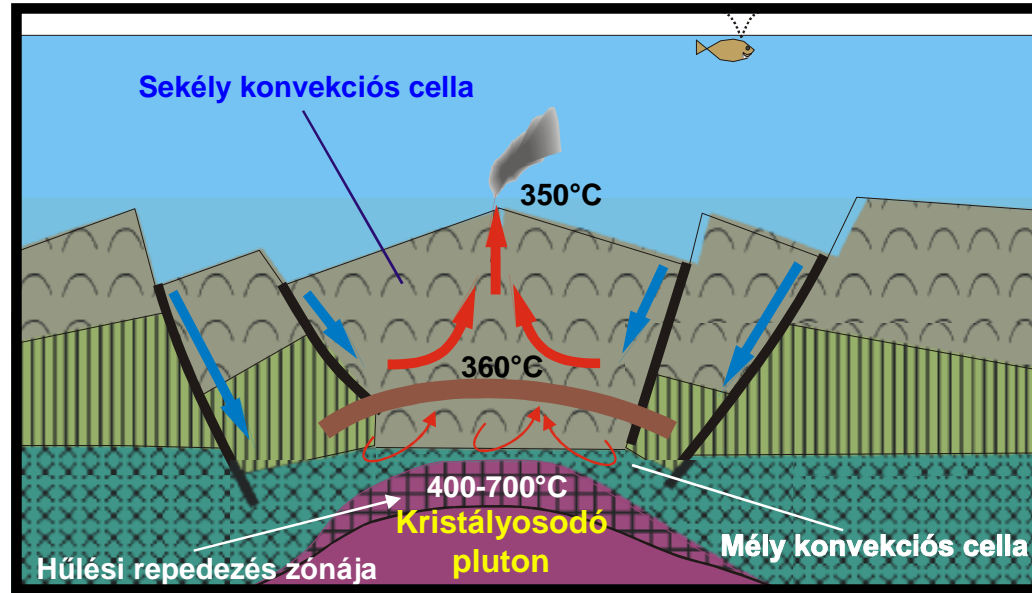


Vulkáni masszív szulfid telepek általános jellemzői

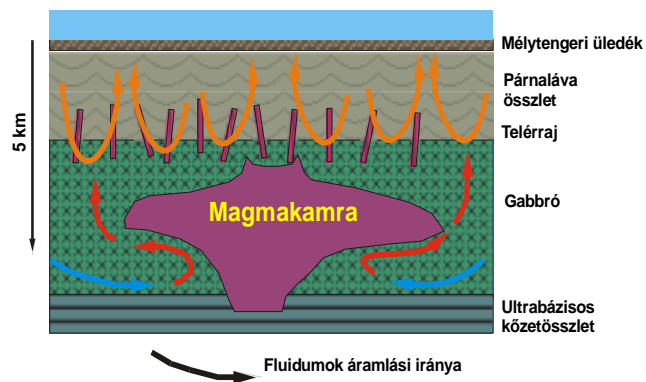
- Szubmarin vulkanizmushoz kötődő hidrotermális folyamatok ércesedési típusa
- Elemasszociáció: Cu, Zn, Pb, Ag, Au (Sn, Cd, Sb, Bi)
- Jellemző ércásványok: pirit, pirrhotin, kalkopirit, szfalerit, galenit, bornit, szulfosók
- Jellemző meddőásványok: kvarc, klorit, barit, gipsz-anhidrit karbonátok
- Telepforma: rétegtani szinthez kötött tömzsök, hintések érhálózatok
- Szerkezeti kontroll: szubmarin kalderák vulkanotektonikus törései, óceáni hátságok töréses zónái
- Vulkáni közetkörnyezet: óceáni hátságok pillow-bazaltja, óceáni szigetívek és ív mögötti medencék bimodális bazaltos-riolitos vulkanitjai, szubmarin riolit dómok
- Recens analógiák: óceáni hátságok hidrotermális folyamatai



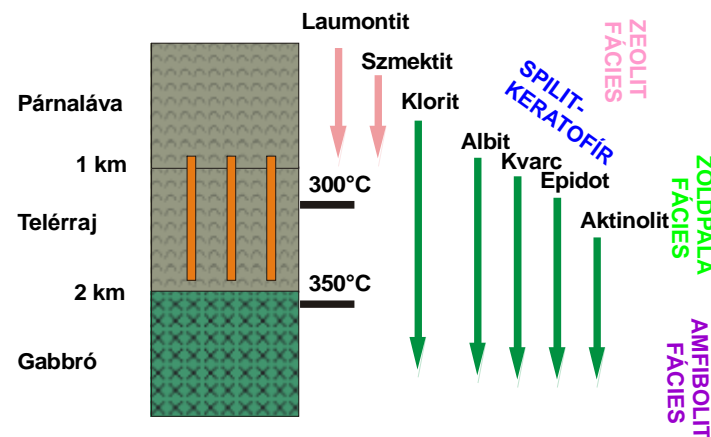
Óceáni hátságok hidrotermális folyamatai



Hidrotermális konvekciós rendszerek sematikus vázlata óceánközépi hátságon



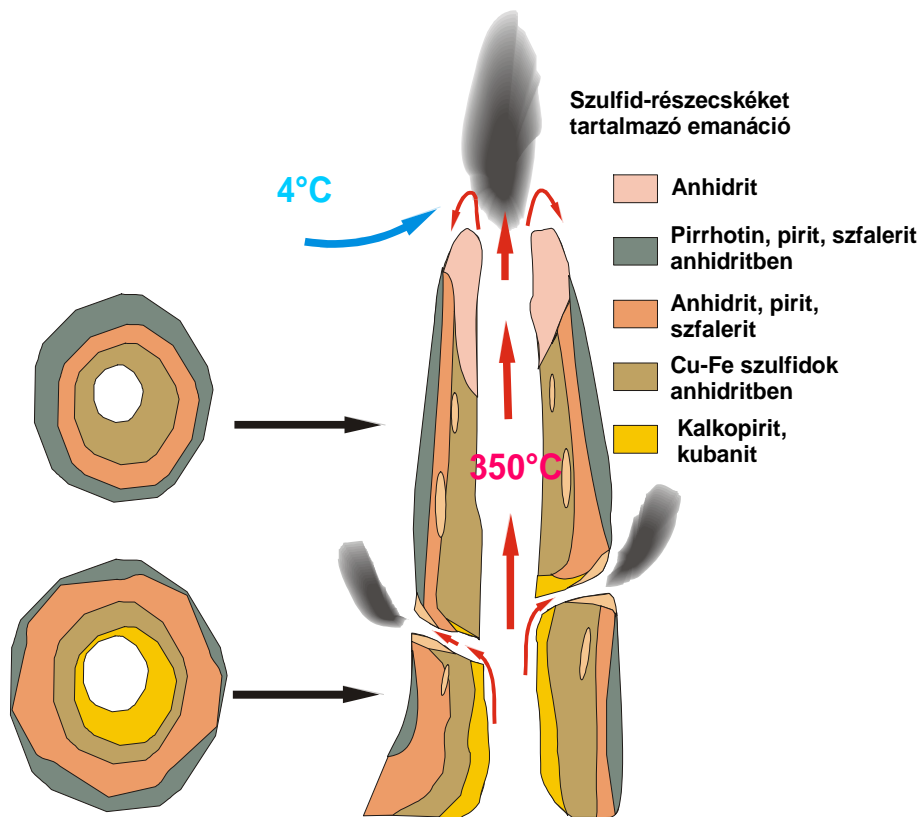
Óceánaljzati "regionális" metamorfózis





Recens óceánaljzati hévforrások: “black smokers”

“Black smoker”



Oldatjellemzők	East Pacific Rise	Juan de Fuca Ridge	Tengervíz
Hőmérséklet	350	224	2
pH	3.5	3.2	8
Na	9800	18300	10790
K	1000	2020	395
Ca	860	3860	413
Mg	<1	<	1280
SiO ₂	960	1400	10
Cl	17335	38640	19355
H ₂ S	221	63	<1
SO ₄	<1	50	2745
CO ₂	282	-	103
Fe	100	1045	<1
Mn	39	197	<1
Zn	7	59	<1
Cu	1	<0.1	<1
Pb	<1	-	<1
Ba	13	-	<1



Vulkáni masszív szulfid telepek típusai, elemkoncentrációi és ércmezőn belüli egyes érctesteinek készletei

1. Zn-Cu típus:

Differenciált tholeiites-mészalkáli bázisos vulkáni sorozatokban

Példa: Abitibi öv, Kanada

2. Zn-Pb-Cu típus:

Fanerozoikumai neutrális-savanyú mészkáli vulkáni sorozatokban

Példa: Zöld-tufa öv, Japán; Ibériai Pirit Öv (+Sn!!!)

3. Cu- (Ciprus) típus:

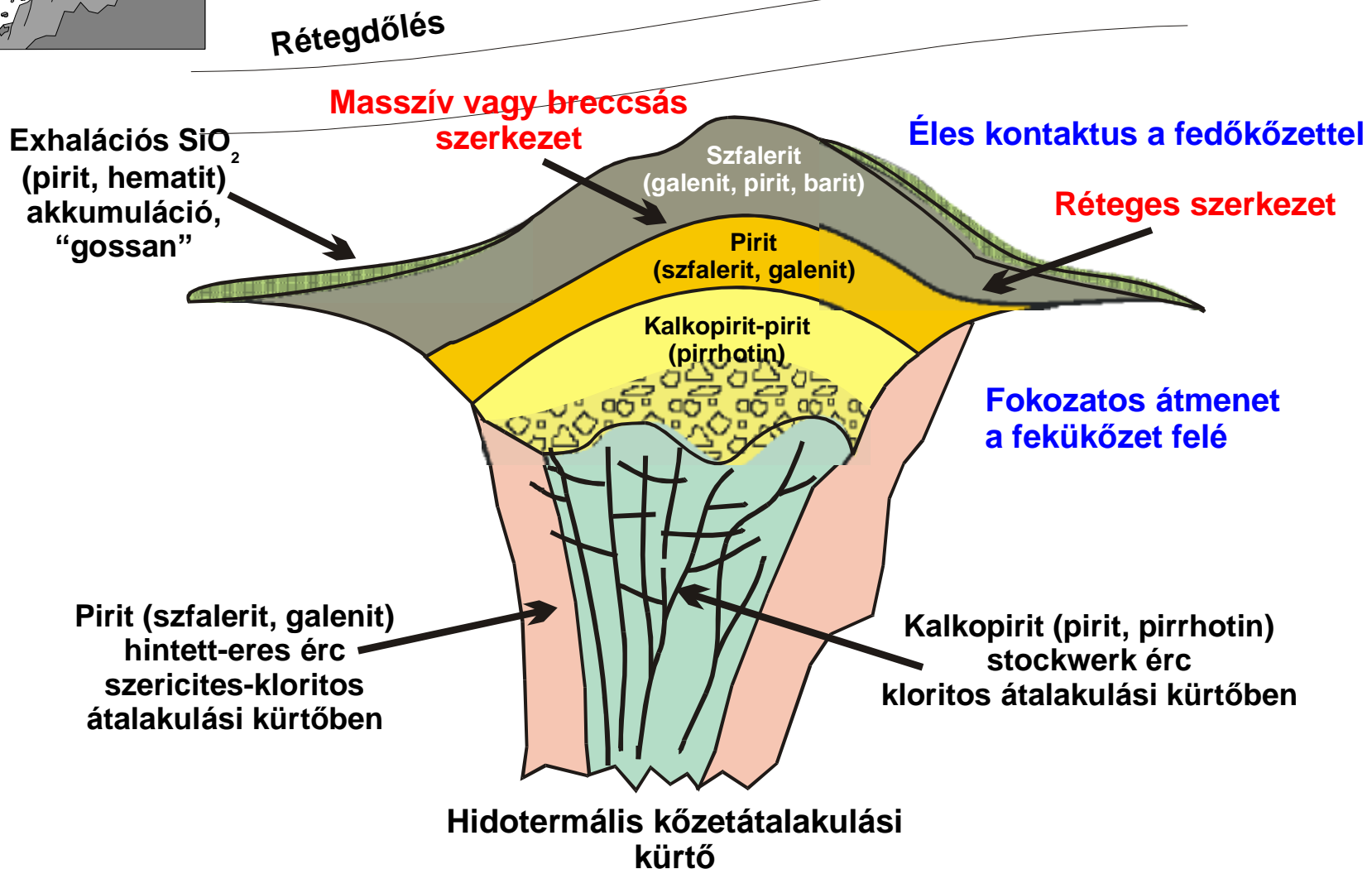
Fanerozoikumai óceáni hátságok gyengén differenciált ofiolitos, vagy tholeiites sorozataiban

Példa: Ciprus, Omán

Típus	Előfordulás	Cu (%)	Zn (%)	Pb (%)	Ag (g/t)	Au (gt)	Készlet
Cu-Zn	Noranda	1.47	3.43	0.07	31.9	0.8	9.2 Mt
Zn-Pb-Cu	Japán	1.63	3.86	0.92	95.1	0.9	5.8 Mt
Cu	Ciprus	4	0.5	0.1	20	1	2 Mt

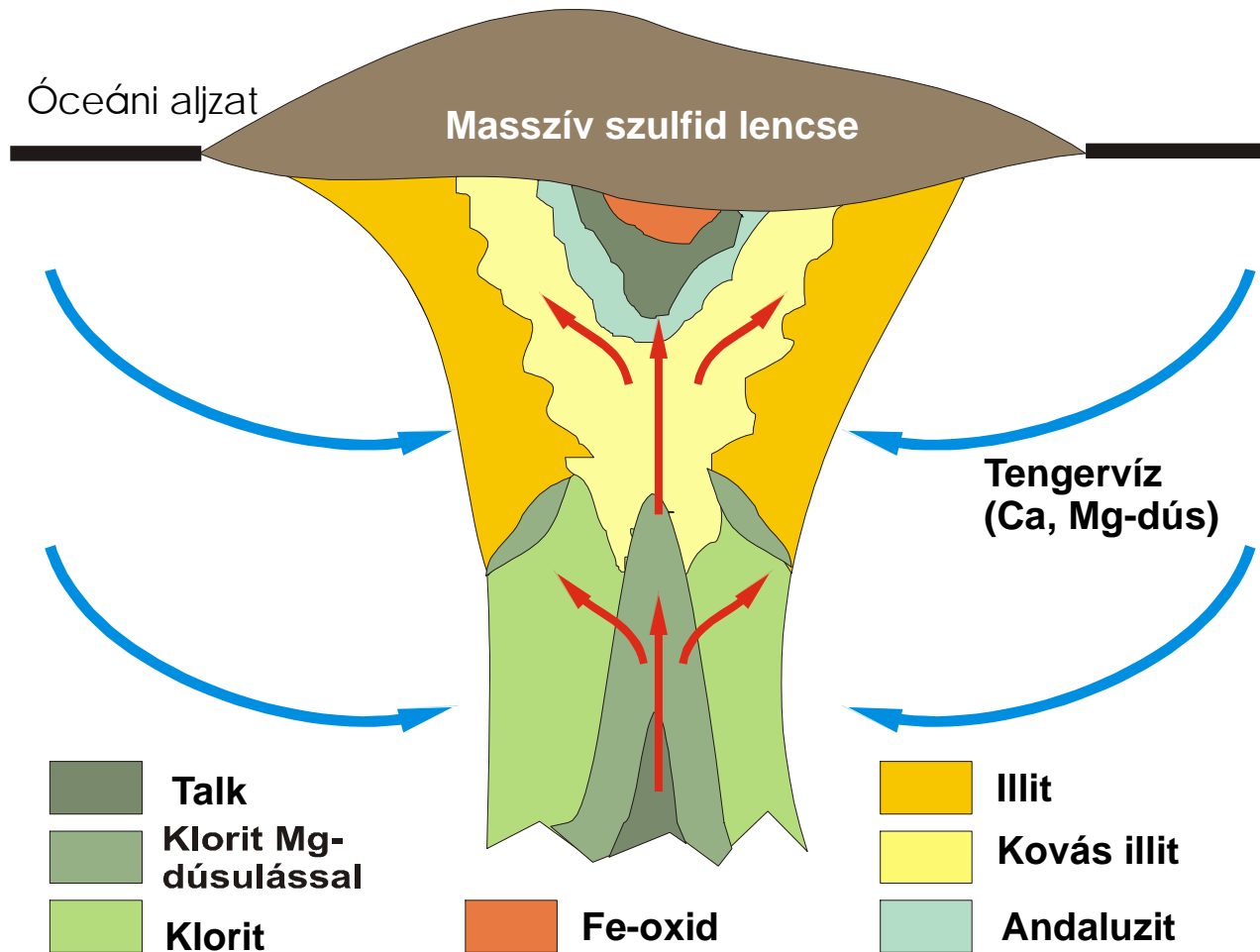


Vulkáni masszív szulfid érctest elvi zonációja





Vulkáni masszív szulfid érctesthez társuló kőzetátalakulás idealizált zonációja





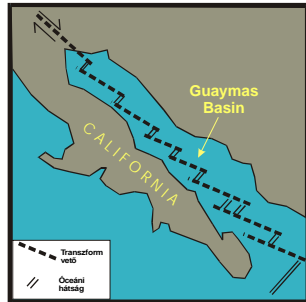
Vulkáni-üledékes masszív szulfid telepek (Besshi-típus)

Átmeneti teleptípus a vulkáni masszív szulfid és az üledékes-exhalációs masszív szulfid telepek között

- Szubmarin vulkáni-üledékes folyamatokhoz kötődő hidrotermális ércesedés
- Elemasszociáció: Cu, Zn (Co, Pb)
- Jellemző ércásványok: pirit, kalkopirit, szfalerit, bornit, magnetit
- Jellemző meddőásványok: kvarc, karbonátok, albit, klorit, epidot, turmalin
- Telepforma: rétegtani szinthez kötött tömzsök, szegélyeiken réteges kifejlődéssel
- Szerkezeti kontroll: az üledékes összletnek megfelelő rétegződés
- Kőzetkörnyezet: bázikus tengeralatti lávafolyásokat fedő és piroklasztikumokkal összefogazódó törmelékes-üledékes sorozatok (metamorfizálva)
- Lemeztektonikai helyzet: keskeny óceáni riftzóna intenzív terrigén anyagfelhalmozódással
- Érctelepek: Besshi Zóna (Japán), Sullivan (Kanada), Kieslager telepek (Alpok)
- Recens analógia: Guaymas Basin, Gulf of California



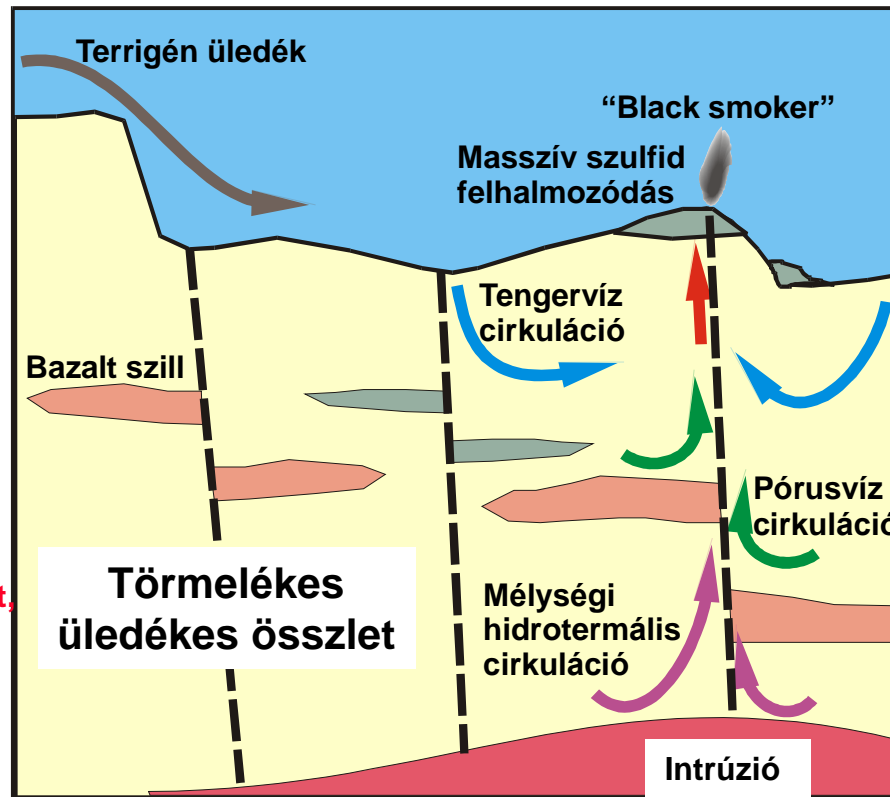
Vulkáni-üledékes masszív szulfid telepek recens analógiája: Guaymas Medence



A masszív szulfid test ásványai:

pirrotin, szfalerit, kalkopirit, cubanit, galenit, markazit, pirit

Mg-szmektit, anhidrit, aragonit, kalcit, barit, kovaásványok



A képződő "érc"

kémiai összetétele

SiO ₂	5-50 %
TiO ₂	0.1-0.2 %
Al ₂ O ₃	0.1-3.0 %
MgO	0.5-26 %
CaO	0.0-25 %
P ₂ O ₅	0.02-0.2 %
BaO	2-50 %
Fe	1-13 %
Zn	0.2-1.6 %
Cu	0.05-0.3 %
Pb	0.1-1.0 %
Mn	0.01-0.5 %
Ag	15-350 ppm
Au	0.05-0.2 ppm
Cd	4-70 ppm
As	25-280 ppm
Mo	0-30 ppm
Sb	0-400 ppm

A hidrotermális oldatcirkuláció fluidumai:

1. Pórusvíz- és szénhidrogén mobilizáció a szill benyomulását követően
2. A hűlő mélységi intrúzió konvekciós rendszeréből a mélytörések mentén feláramló oldatok
3. A törések mentén behatoló tengervíz konvekciója a szill felett

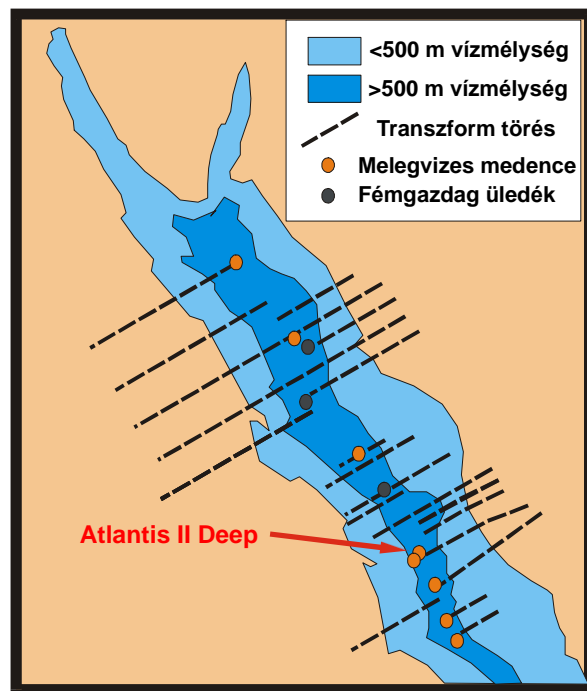


Az üledékes-exhalációs (SEDEX) hidrotermális ércesedések általános jellemzői

- **Üledékfelhalmozódással egyidős szubmarin hidrotermális folyamatok hoz kötődő ércesedési típus, közvetlen vulkáni kapcsolat nélkül**
- **Elemasszociáció: Zn, Pb, Cu, Ag, Ba (Co, Au)**
- **Jellemző ércásványok: szfalerit, galenit, kalkopirit, pirit, pirrhotin**
- **Jellemző meddőásványok: karbonátok, kvarc, barit, gipsz/anhidrit**
- **Telepforma: rétegzésnek megfelelően települt (sztratiform) masszív és rétegzett, oldalirányban kiékelődő, vertikális és horizontális zonációval jellemzett ércetestek. Az érc eloszlása az üledékes fácieseket követi.**
- **Szerkezeti kontroll: riftesedés korai fázisához kapcsolódó extenziós medencék töréses zónáinak környezete, medencéken belüli lokális süllyedékek.**
- **Kőzetkörnyezet: sekélytengeri törmelékes és karbonátos összletek, flis (fekete palák, karbonátos palák)**
- **Recens analógiák: Atlantis II Deep, Vörös tenger**

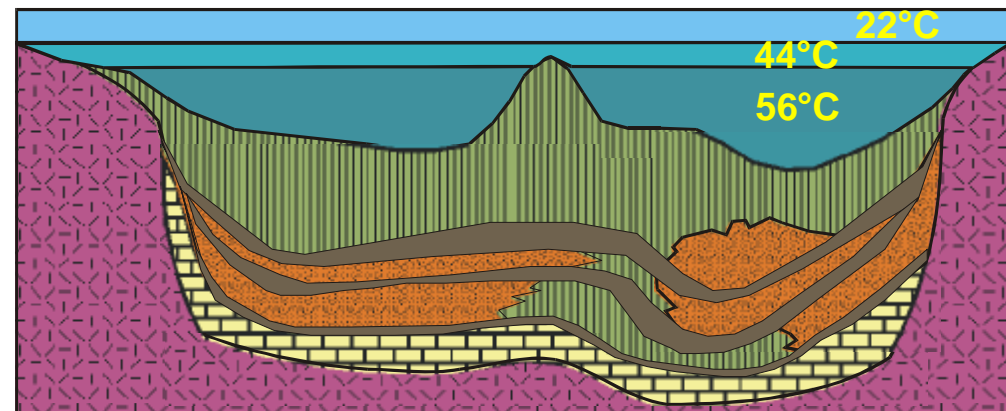


SEDEX típusú üledékes-hidrotermális ércesedések recens analógiája: Atlantis II Deep, Vörös tenger



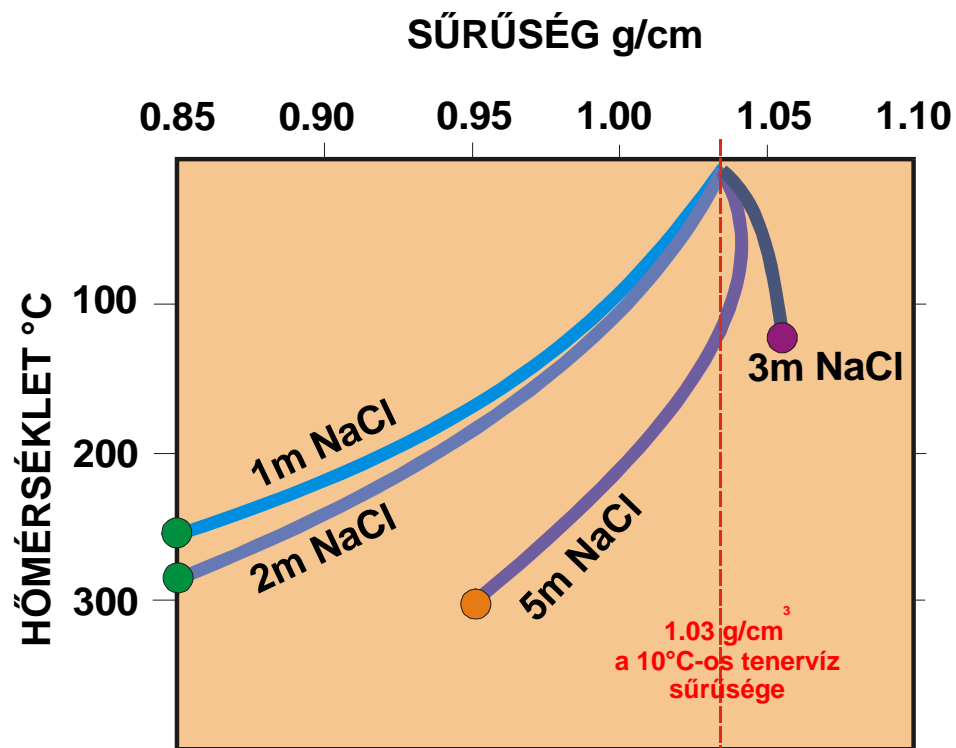
Melegvizes medencék a Vörös tenger riftzónájában és az Atlantis II Deep helyzete

Az Atlantis II Deep sematikus szelvénye a tengervíz hőmérsékleti zonációjával

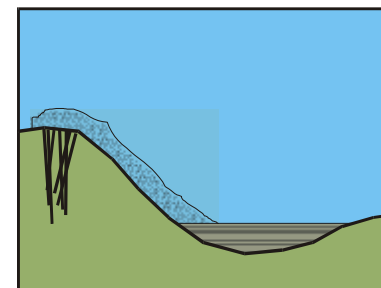
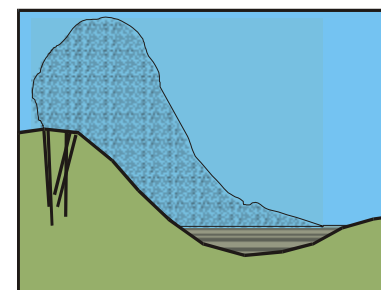
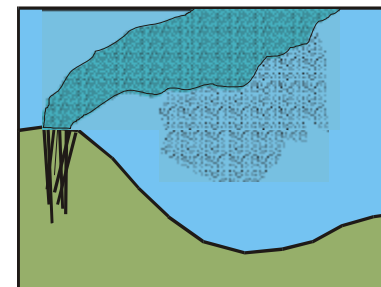




Szubmarin hévforrás fluidumának áramlása a tengervízben



Különböző hőmérsékletű és koncentrációjú oldatok sűrűségének változása a 10°C-os tengervízzel történő keveredés során





Üledékes-exhalációs (SEDEX) hidrotermális ércesedések készlet és koncentráció adatai

Lelőhely	Fő ércalkotó elem	Készlet millió tonna	Koncentráció	Kor
HYC McArthur River Ausztrália	Pb, Zn	2	10% Zn 4% Pb	Alsó Proterozoikum
Rammelsberg Németország	Zn, Pb, Cu, Ag, Ba	22	19% Zn 9% Pb 1% Cu	Devon
Meggen Németország	Zn, Pb, Ba	60	10 % Zn	Devon
Red Dog Alaszka, U.S.A	Zn, Pb, Ag	77	17% Zn 5% Pb 82 g/t Ag	Karbon/Perm