

A mecseki felsőpermi homokkő uránércesedési formaelemei és fácieskapcsolatai (II. rész)

Vincze János—Somogyi János

(5 ábrával, 3 táblázzal)*

Összefoglalás: A dolgozat második részében a szerzők új értelmezést adják a *kövágószőlősi homokkő formáció* redox-fáciесеi heteroprájának. E szerint a formáció egyetlen nagy redox ciklus — erősen redukált állapotú, szürke színű, szénült növényi maradványos maggal és erősen oxidált állapotú, vörös színű köppennyel (burokkal) —, amelynek tagjai lépcsősen egymásba fogazódnak. Az oxidált és a redukált fáciesek találkozásánál uralkodóan zöld színű, átmeneti redox határfáciések (alsó- és felső) alakultak ki. Ércesedés elvileg mindkét határfáciес geokémiai gátján létrejöhetett. Ebből további kutatáselméleti és ércgenetikai következtetéseket körvonalaznak.

A mecseki perm redox szelvénye és az ércesedés makromorfológiája

BARABÁS A. és KISS J. (1958) a vasoxidációs fok (O_{Fe}) alapján az uralkodóan zöld színárnyalatú produktív összletet — 3-tól 8-ig terjedő O_{Fe} tartományával — az oxidált vörös ($O_{Fe} > 8$) és a redukált szürke színű ($O_{Fe} < 3$) homokkővek közötti határképződménynek írták le. Nagyszámú vasoxidációs és redoxipotenciál mérési adat** feldolgozása alapján a *kövágószőlősi homokkő formációban* elkülönített, közet színrel (tarka, szürke, vörös) jellemzett tagozatok (BARABÁS A. 1956, 1977, 1979) valóban meghatározott O_{Fe} és Eh adatokkal jellemezhető redox fácieseknek bizonyultak (VINCZE J. 1960, 1977).

A produktív összletben (felső redox határfáciес) a zöld színű meddő kőzetek redox- és vasoxidációs értékei az ércesedés redox környezetének átlagát képviselik, míg a határfáciесen belül az ércек ún. oxidált és ún. redukált típusokra különülnek.

Az oxidált ércек redox és O_{Fe} értékei a vörös-, a redukált ércек a szürke színű fedőfektű, ill. köztes homokkővek irányába differenciálódnak. A felső redox határfáciес a köztes vörös és szürke betelepülések nélkül is a formáció redox fáciесеi közül a legnagyobb redox ingadozásokat mutatja. Hasonlóképpen a tarka homokkő tagozat felső részének redox viszonyai is tág határok között változnak, a fektű szürkével megegyező, szélsőségesen redukált közettípusoktól az oxidált tarkába átmenő, uralkodóan zöldes színű alsó redox határfáciесig. A tarka homokkő tagozat szürke színű kőzetei redox szempontból tkp. még a *töttősi szürke homokkő* tagozathoz (a fektű szürkéhez) tartoznak.

Az alsó redox határfáciес szulfid és uránéро индикációkat tartalmaz, amelyek redox értékei a felső határfáciес (produktív összlet) redukált érc típusának felelnek meg. A *töttősi szürke homokkő* tagozat mutatja a legkisebb redox ingadozásokat és a rétegsor legredukáltabb tagozata. A formáció fekvőjét alkotó vörösbarna aleurolit, a tarka tago-

* Az ábrák sorszáma 6–10, a táblázatok sorszáma IV–VI.

** 1958–59-ben a Földtani Intézetben 500 db vasvegyérték elemzés, és 41 db redoxpotenciál mérés (BÁRNÓSSY Gy.) készült a MÉV részére, amelyhez 1960 és 1980 között a MÉV-nél 1500 $Fe^{2+} - Fe^{3+}$ elemzés + redoxmérés végeztek (MCLELLER L., NOVAK Gy.). A különböző módszerrel végzett mérések értelmezésbéli problémáit ellenére az adatok a gyakorlati munkában jól használhatónak bizonyultak.

IV. táblázat — Table IV.

	Hétegtani beosztás Stratigraphic scale (BARABÁS A. 1977)	Redox fázis Oxidation-reduction facies	Redox pot. (Eh)mV			Vasoxidációs fok (Ope) Iron oxidation degree	
			Átlag Average	Gyak. max. Frequency maximum	Szélső érték Extreme value	Átlag Average	Szélső érték Extreme value
	Jakabhegyi homokkő formáció (alsótriász) Jakabhegy Sandstone Formation (Lower Triassic)	oxidált oxidized	474	454—484	514 (+)	4,39	9,76 (+)
Kővágásúti homokkő formáció (alsóperm) Kővágásúti Sandstone Formation (Upper Permian)	Tótvári lila homokkő Iótvar violet sandstone	oxidált oxidized	469	449—484	514 (+)	3,07	15,6 (+)
	Cserkúti vörös homokkő tagozat (Vedő vörös öszlet) Cserkút red sandstone member (Overlying red sequence)	(fedő + köztes vörös) (overlying + inter- mediate red)	463	444—484	394 (+)	8,24	
	Töttösi zöld homokkőrétegtag (Termékeny öszlet) Töttös green sandstone member (Productive sequence)	felső határfázis upper boundary facies	441	414—304	524 (—) 264 (—)	1,77	8,75 (—) 0,4 (—)
	Töttösi szürke homokkő tagozat (Szürke öszlet) Töttös grey sandstone member (Grey sequence)	redukált (fekü + köztes szürke) reduced (underlying + intermediate grey)	428	400—439	301 (—)	1,41	8,6 (+) 0 (—)
	Bakonyai tarka homokkő tagozat (Tarka öszlet) Bakonya variegated sandstone member (Variegated sequence)	redukált + alsó határ- fázis reduced + lower boundary facies	486	404—449	380 (—)	0,74	2,36 (+) 0 (—)
		oxidált oxidized	471	444—489	510 (—)	2,98	6,3 (+)
	Bodai aleurit formáció (Vörösbarna aleurit öszlet) (alsóperm) Boda Siltstone Formation (Redbrown siltstone sequence) (Lower Permian)	oxidált oxidized	477	434—479	594 (+)	3,36	10,5 (—)

V. táblázat — Table V.

	Redox pot. (Eh)mV			Vasoxidációs fok (Ope)U ⁺⁺ Iron oxidation degree		
	Átlag Average	Gyak. max. Frequency maximum	Szélső érték Extreme value	Átlag Average	Szélső érték Extreme value	%
„Oxidált” érc típus „Oxidized” ore type	463	434—504	594 (+)	3,89	8,75 (+) 2,18 (—)	50
„Redukált” érc típus „Reduced” ore type	431	414—464	264 (—)	1,36	3,6 (—) 0,4 (—)	57
Zöld homokkő Green sandstone	441	414—504		1,67	7,6 (+) 0,41 (—)	

zat alsó része (vörösbarna-barnásszürke) homokkő, a fedő- és köztesvörös homokkővek (cserkúti vörös homokkő tagozat), valamint a formáció fedőjét alkotó jakabhegyi vörös homokkő jól elkülönült oxidált fácieset képviselnek. A fedő- és köztesvörös homokkő azonos oxidációs állapotú. Az egyes redox fáciesek vasoxidációs és redox viszonyait a pelites közetek és a sok finomtörmelékűes kőanyagot tartalmazó homokkővek jellemzik a leghatározottabban: ezek képviselik a fáciesekre jellemző szélső értékeket.

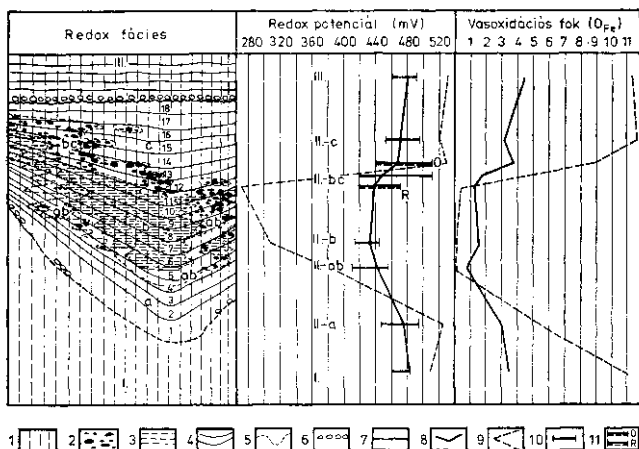
Tulajdonképpen a formációt egyetlen nagy redox ciklusnak tekintjük: a szürke színű, szénült növényi maradványos, erősen redukált magot (fekü szürke + a redukált tarka szürke képződményei) oxidált vöröstarka és a fedővörös homokkő köpeny burkolja. A redukált mag és az oxidált köpeny közötti redox átmenetet az alsó és felső „zöld” határfáciesek képviselik. Ez a nagyméretű szín ciklus analóg a fedővörösben levő zöld lencsék és a befogazódó zöld nyelvek színfelépítésével (vörös-zöld-szürke-zöld-vörös) – amelyek magjában rendszerint erősen redukált lencse, ill. befogazódás (pl. fekete-sötétszürke aleurolit, szenes-mikrorögtes homokkő) települ.

Térbeliileg a redox fáciesek a befogazódásos, lépcsős kapcsolódás következtében a formáción belül más-más rétegtani szinteket töltenek ki (heteropia). BARABÁSNÉ STUHL Á. (1965, 1969, 1981) az üledékföldtani vizsgálatok alapján a formációt 18 apróciklusra osztotta; amelyen belül a produktív összlet (azaz a felső határfácies) a lelőhely Ny-ÉNy-i szegélyén csak a 17. ciklusban jelenik meg, a KDK-i részén a 13. ciklusban, az ÉK-i szegélyen pedig már a 4. - 5. (!) ciklusban. Ennek megfelelően cserkúti vörös homokkő („fedővörös”) nemcsak a töttösi szürke homokkővel („feküszürke”) hanem – egyre jobban kiszorítva a redukált fácieseket – a bakonyi tarka homokkővel („tarka összlet”) is heteropikus. Az utóbbi helyen (pl. VIII. szerk. fúrás) a fekü szürke már nincs meg; a redukált magot már csak a tarka összlet határfácies jellegű felső zónája képviseli. Az eddigi kevés kutatási adat alapján is valószínű, hogy az alsó zöld határfácies a felsőhöz hasonlóan lépcsős befogazódásokkal kapcsolódik mind a tarka oxidált (vörösbarna) fácieséhez, mind a redukált maghoz és így a tarka oxidált fácies is heteropikus a fedő redukált fáciesekkel (6. ábra).

Mindezek alapján valószínű a redukált mag befogazódásos teljes kiékelődése – az alsó és felső oxidált fáciesek egybeolvadásával –, ami a kiékelődés sávjában a felső és az alsó redox határfáciesek egybeolvadását, ill. egyiknek vagy a másiknak a hiányát is eredményezi (WÉBER B. 1976, 1981).

Mivel – mint láttuk – az uránfelhalmozódás mértékét a felső redox határfáciesben annak fázislépcsős felépítése jelentős mértékben meghatározza, az alsó határfácies analóg kifejlődéseiben az ércesedési indikációkat művealó ércesedés válthatja fel; a redukált mag kiékelődési sávjában pedig – ha az szénült növényi maradványos – erős ércesedési maximum várható. Ennek eddigi megismert példája a donátusi-bálicsi kutatási terület ércesedése (7. ábra) a lelőhely DK-i szegélyén.

Itt – a medenceperemen, durvatörmelékűes küszöbként – a nagy vastagságú redukált mag alsó részét vörösbarna oxidált tarka homokkő helyettesíti (a tarka felső, redukált zónája és a feküszürke alsó része hiányzik). Ennek következtében a 100-120 m vastagságra elvékonyodott, szervesanyagban gazdag redukált magot kétrányú (fedővörös → redukált mag ← oxidált tarka), igen erőteljes feloxidáló hatás érte. A kettős redox front hatására a redukált mag egészében ércesedett határfácies alakult. Ahol az utóbbit az oxidált fáciesek irányából még helyi fázislépcsők is szabdalják, ott ez a hatás még fokozottabb volt. A feloxidáló hatás oldalirányban is érvényesült: az oxidált tarka küszöb

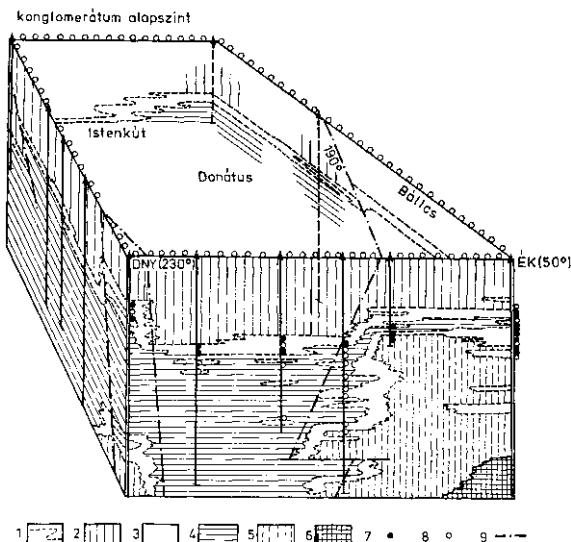


6. ábra. A kővágószőlési homokkő formáció redox szelvénye (VINCZE J. 1976). Jelmagyarázat: 1. Oxidált (burkoló) fáciesek, 2. Redox front menti határfáciesek, ércetekkel, 3. Redukált magfácies, 4. Üledékföldtani apró-ciklusok határai, 5. Redox fácieshatárok, 6. Jakabhegyi konglomerátum, 7. Diszkontinuitás felület, 8. A fáciesek redox-potenciál és vasoxidációs fokának átlagértékei, 9. Redox és vasoxidációs szélső értékek, 10. A fáciesekre jellemző leggyakoribb redox és vasoxidációs értéktartomány, 11. Az oxidált (O) és a redukált (R) érc típusok leggyakoribb redox és vasoxidációs értéktartománya, I = bodai aleurit formáció (vörösbarna), II = kővágószőlési homokkő formáció, III = jakabhegyi homokkő formáció (illásvörös), a. Oxidált tarka fácies (vörösbarna), ab. Alsó redox határfácies (az uralkodó szín: zöldesszürke) ércetekkel, b. Redukált magfácies (az ún. főké szürke és a szélsőségesen redukált tarka), bc. Felső redox-határfácies (az uralkodó szín: zöld és zöldesszürke) ércetekkel, c. Oxidált „fedő és köztes vörös” fácies

Fig. 6. Oxidation-reduction profile of the Kővágószőlés Sandstone Formation (J. VINCZE 1976). Explanation: 1. Oxidized (enveloping) facies, 2. Boundary facies along the oxidation-reduction front with ore bodies, 3. Reduced core facies, 4. Boundaries of sedimentological microcycles, 5. Oxidation-reduction facies boundaries, 6. Jakabhegy Conglomerate, 7. Unconformity surface, 8. Average values of the degree of oxidation-reduction potential and iron oxidation of the facies, 9. Extreme oxidation-reduction potential and iron oxidation values, 10. Most frequent oxidation-reduction and iron oxidation range of values typical of the facies, 11. The most frequent oxidation-reduction and iron oxidation range of the oxidized (O) and reduced (R) ore types, I = Boda Siltstone Formation (redbrown), II = Kővágószőlés Sandstone Formation, III. Jakabhegy Sandstone Formation (purple), a. Oxidized variegated facies (redbrown), ab. Lower oxidation-reduction boundary facies (predominant colour: greenish-grey) with ore bodies, b. Reduced core facies (the so-called footwall is grey and the extremely reduced one is variegated), bc. Upper oxidation-reduction boundary facies (predominant colour: green and greenish-grey) with ore bodies, c. Oxidized „overlying and intermediate red” facies

mellett a redukált magban mélyen a felső határfácies alatt kiterjedt ércindikációkat, anomáliákat tartalmazó pászta jött létre.

Egyébként a lelőhelyen általános jelenség, hogy a fekélszürke ércindikációkat tartalmaz a nagy fácieslépcsők pásztái köztes-szürke befogazódásainak szintbeli folytatásában; ezért jelenlétükből az ipari ércesedést tartalmazó fácieslépcső közelségére lehet számítani.



7. ábra. Szerkezeti- és redox-fácies tömbszelvény részlete, a helyhely DK-i szögéről, kétszeres túlmagyarással (Somogyi J. 1979). Jelmagyarítás: 1. Redox-fácieshatár, 2-5. Redox-fáciesek 2. Fekő- és köztes vöröbe, 3. Zöld, 4. Fekő- és köztes szürke, 5. Oxidált (vörös) tarka, 6. Bodaai siltsteint, 7. Ércetek, 8. Ércindikációk és anomáliák, 9. Törésszerű tektonikai övek

Fig. 7. Detail of a tectonic and oxidation-reduction facies block diagram about the southeast part of the locality, with twofold exaggeration of the vertical scale (J. SOMOGYI 1979). Explanations: 1. Oxidation-reduction facies boundary, 2-5. Oxidation-reduction facies: 2. Overlying and intermediate red, 3. Green, 4. Underlying and intermediate grey, 5. Oxidized (red) variegated, 6. Boda Siltstone, 7. Ore bodies, 8. Ore indications and anomalies, 9. Faulted tectonic zones

Redox folyamatok és ércesedés

A rétegsorban végbement redox folyamatok (feloxidálódás, visszaredukálódás) irányainak tanulmányozásához SOMOGYI J. (1979) bányavágatok és mélyfúrások komplex litológiai-geochemiai szelvényeinek megszerkesztésével részleteiben is megvizsgálta az elkülöníthető redox fácieseket. Ezek összevont eredményét az alábbi (VI. táblázat) szemlélteti.

Szembevetendő a redukált fáciesekben a kimosási-ritmusváltási felületek és a litoklázisok mentén a redox jellemzők megnövekedése (feloxidálódás), az oxidált fáciesekben pedig a csökkenése (kiszöldüléssel visszaredukálódás). A redox fő fácieseken belül a mederbeli litofáciesek valamivel oxidáltabbak az ártéri közpödményeknél. A redukált érc típuson belül az ártéri litofácieshez tartoznak a redukáltabbak:

	U _i : mV	O _{Pe}	U _i ⁺ relatív %
Redukált érc mederbeli fáciesben	430	1,49	53
Redukált érc ártéri fáciesben	410	0,97	29

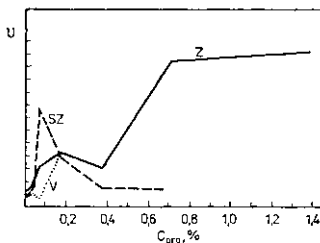
Redox fáciesek a kővágószerű homokkő formációban (SOMOGYI J. 1978)
Oxidation-reduction facies in the Kővágószerű Sandstone Formation (J. SOMOGYI 1978)

VI. táblázat — Table VI.

Redox fácies és affícies Oxidation-reduction facies and subfacies	Átlagos — Average		C _{org} %
	Redox pot. (mV)	Vasoxidációs fok (O _{Fe}) Iron oxidation degree	
1. Fedő- és köztesvörös Overlying and intermediate red	475	3,9	0,049
1a. ércindikáció és anomália vörösben ore indication and anomaly in red	467	4,6	0,06
1b. ritmusváltási felületek és litoklázis övei vörösben change-in-rhythm surfaces and lithoclasia zones in red	459	1,7	0,06
1c. vörös-zöld átmenetek red to green transitions	446	1,3	0,04
2. Zöld határfácies Green boundary facies	437	1,6	0,099
2a. oxidált érc oxidized ore	437	1,95	0,107
2b. redukált érc reduced ore	425	1,1	0,340
2c. ritmusváltási felület és litoklázis övek zöldben change-in-rhythm surface and lithoclasia zones in green	433	2,3	0,053
3. Köztes- és fekvászürke Intermediate- and underlying-grey	414	0,5	0,112
3a. ritmusváltási felület — litoklázis övek szürkében change-in-rhythm surface + lithoclasia zones in grey	442	2,6	0,089
3b. vörösbarna (szürkésbarna) aleuroit redbrown (greyish-brown) siltstone	452	3,0	0,092
4. Redukált tarka: Reduced variegated:			
4a. szürke a tarkában grey in variegated	443	2,0	
4b. alsó zöld határfácies lower green boundary facies	428	1,6	0,051
4c. ércindikációk és anomáliák ore indications and anomalies	412	1,1	0,045
5. Vörösbarna tarka Redbrown variegated	463	4,3	0,045
Bodai aleuroit Boda Siltstone	479	4,0	0,6

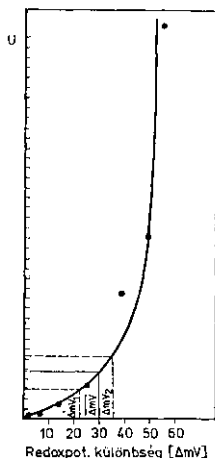
A litofáciesek gyakoriságát illetően az ércetek fele a mederbeli fáciesekben, negyede az ártéri fáciesekben található és negyedrészüket litofaciálisan összetett. A redukált érc-típus alkotja az érc tömegének felét, az oxidáltak és a vegyes kifejlődések pedig negyedtől—negyedtét.

Az oxidált vörös és a redukált szürke redox fáciesek határán kifejlődött ércetlepes összlet, mint határfácies alapvetően a felületről lefelé és oldalirányba ható feloxidálódás eredménye. A folyamat a szervesanyag tartalom részleges eloxidálódásával járt. A szervesanyag-tartalom (C_{org}) és az urándúsulás kapcsolatát redox fáciesenként vizsgálva (8. ábra) azt találjuk, hogy a szürkében az anomális U-tartalom megjelenése bizonyos szervesanyag-mennyiséghez (> 0,1%) kötött, de korrelációs kapcsolat nélkül. A zöldben már korrelatív az összefüggés, amely két fokozatú: az elsőt a szürkéhez hasonlóan a közvetlen kötés, a másodikat az ércásványosodás képviseli. Az utóbbi kapcsolat közvetett, mivel az ércásványosodás a kőzetben nemcsak pszeudomorf, hanem főképpen a növényi maradványok környezetében a homokkőben történik; azaz itt a szervesanyag szerepe az ércesedés létrejöttéhez szükséges redoxpotenciálkülönbség kialakításában nyilvánult meg.



8. ábra. A szervesanyag és az urántartalom összefüggése a vörös, zöld és szürkeredox-fáciásokban, korrelációs táblázat alapján (SOMOGYI J. 1979). Jelölések: v = vörös, z = zöld, sz = szürke

Fig. 8. Relationship between organic matter and uranium content in the red, green and grey oxidation-reduction facies on the basis of the correlation table (J. SOMOGYI 1979). Explanation: v = red, z = green, sz = grey



9. ábra. A szomszédos rétegek redoxpotenciál különbsége és az urántartalom összefüggése a zöld redox-fáciásokban, korrelációs táblázat alapján (SOMOGYI J. 1979). Az ipari ércminőség létrejöttéhez szükséges kisebb potenciálkülönbség szélső értékei: ΔmV_1 - ΔmV_2 , átlagos értéke: ΔmV

Fig. 9. Relationship between differences in oxidation-reduction potential between adjacent strata and the uranium content in the green oxidation-reduction facies on the basis of the correlation table (J. SOMOGYI 1979). Extreme values of the difference in potential needed for development of a commercial ore quality: ΔmV_1 - ΔmV_2 , average value: ΔmV

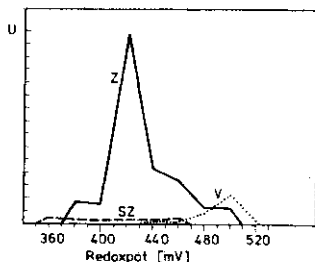
Az ipari értékű uránkiválás legfontosabb feltétele, hogy a szomszédos redox-fáciások között legalább 25 - 30 mV redoxpotenciál különbség legyen (9. ábra).

Ez a feltétel a zöld határfáciásokban elsősorban az oldatvezető váltási felületek mentén, a nagy szervesanyag-tartalmú redukált ártéri- és a feloxidált zöld mederbeli faciások határállott fenn. Ennek alapján érthető, hogy a szürke redox faciásokban, egyhangúan reduk-

tív környezetben a nagy szervesanyag-tartalom még csak U-anomáliákkal sem párosul, viszont az oxidált állapotú vörös redoxfáciásokban a feloxidálódott szervesanyag-tartalmú maradvány fáciások mindig ércesedtek, vagy anomálisak, mivel itt a legnagyobb a redoxkülönbség.

A vörös redox fáciásokban az ércesedésnek azonban határt szab a szervesanyagmentes, erősen oxidatív környezet. Ebből következik, hogy ipari értékű ércesedés csak a határfáciásokban alakult ki, ami a redox határértékeket illetően a mecseki lelőhelyen 400–480 mV közé esik (10. ábra), 410–420 mV között éles koncentráció maximummal (redukált éretípus), amely a redoxpotenciál növekedésével aszimmetrikusan elnyúlik, majd újabb kisebb dúsulás is jelentkezik (oxidált éretípus).

A redukív magban a határfáciástól (oldalirányban is) távol az előforduló 30 mV-nál nagyobb potenciál különbségű helyeken viszont azért nincs ércesedés, mert az uránt a határfáciások már kiszűrték.



10. ábra. A redoxpotenciál és az urántartalom összefüggése a vörös, zöld és szürke redox-fáciásokban (SOMOGYI J. 1979). Jelölés a grafikonon: v = vörös, z = zöld, sz = szürke

Fig. 10. Oxidation-reduction potential versus uranium content in the red, green and grey oxidation-reduction facies (J. SOMOGYI 1979). Explanations: v = red, z = green, sz = grey

A határfáciások kialakulásában — a fő folyamat: a feloxidálódás mellett — helyileg a vörös színű kőzetek redukálódására, ill. visszaredukálásra utaló jelenségeket (kiszűrés, kifakulás) is tapasztaltunk. Az utóbbiak átlagos redox és O_{Fe} értékei (455 mV, 2,0 O_{Fe}) közelebb vannak a köztes- és fedővörös átlagértékeihez (463 mV, 3 O_{Fe}), mint a zöld határfáciásokéhoz (437 mV, 1,6 O_{Fe}).

A redoxfrontok oszcillációja az U többszörös áthalmazódását eredményezte. Az U-tartalom vizes kioldhatóságának igen változékony adatai (0–30%) arra utalnak, hogy az U kioldása, migrációja és áthalmazása ma is élő folyamat. Ebben a folyamatban jelenleg is tevékeny szerepük van az oxidáló és a redukáló kén-vas baktériumoknak (SZOLNOKI J.—VIRÁGH K. 1966, 1970).

BALLA Z.—DUDKO A. (1962) a vörös-zöld és szürke redoxfáciások uránmértékének lehetséges változásait számolva, — többek között arra a következtetésre jutottak, hogy a produktív összetételnek a szürkéhez viszonyított uránkoncentráció többletét csak akkor fedezi a fedő és a köztes vörös uránhiánya, ha a lelőhely (akkor még) ismeretlen keleti részéről kiterjedt méretű vízszintes irányú U-migráció is végbement. Ez a lehetőség — az előzőekben vázolt — redox felépítés alapján ténylegesen adott volt és a kimosási rétegfelületekkel átjárt állapotban a földalatti vizek akár több km távolságon áthatoló filtrációjának mértékét a hidrodinamikai viszonyok változásai szabták meg (WÉBER B. 1976).

Hajtóerőként a diagenézis során a rétegerhelési nyomás, a pórustérfogat csökkenése, az epigén szakaszban pedig az alpi tektonikai fázisok okozta nyomásváltozások szolgáltak. Ha a még szingenetikusnak tekinthető uránbehordás időtartamát a formáció legfelső ciklusáig terjesztjük ki, úgy a redox határfaciesekben az urántöbblet már ekkor létrejött, és a dia-, de főképp az epigén uránáthalmazódások lényegében a határfaciesek övére korlátozódtak. Az áthalmazódások az uráneloszlás kontrasztviszonyait nagyságrendekkel megnövelték. E folyamatok során a szingenetikus morfogenetikai elemek egy része rögződött, esetleg fémtartalma tovább dúsult, más részük elszegényedett. A helyi redox frontok mozgásának megfelelően létrejött új morfogenetikai elemek többségükben szabálytalan – diffúziós-foltos, mikroeres stb. – alakzatok.

Irodalom -- References

- ALFÖLDI L. (1957): Ú-jelentés. — Kézirat, MÉV.
- ALFÖLDI L. (1958): Jelentés a mecseki permii ősszlet mélyfúrásokkal harántolt rétegcsoportjainak részletes anyagvizsgálatairól. — Kézirat, MÉV.
- BALLA Z. (1965): Az egyedi bonyolult készletszámításánál alkalmazandó koeficiens meghatározása. — Kézirat, MÉV.
- BALLA Z. (1967): Az uránércesedés és a kőzetek színe közötti összefüggés vizsgálata. — Földt. Közl. XCVII. pp. 127—143.
- BALLA Z. (1969): A szerkezeti tényezők szerepe az uránércesedésben. — Földt. Közl. XCIX. pp. 235—244.
- BALLA Z. — DUDRÓ ANTONYINA (1972): A nyugati mecseki urán elsődleges felhalmozódásáról. — Földt. Közl. 102. pp. 324—333.
- BALLA Z. — DUDRÓ ANTONYINA (1973): Az uránáthalmazódás ércékpéldésében játszott szerepéről. — Földt. Közl. 103. pp. 49—57.
- BALLA Z. (1973): A diagenézis második szakaszának uránércékpépző szerepéről. — Földt. Közl. 103. pp. 166—174.
- BARABÁS A. — KISS J. (1958): La genèse et le caractere pétrographique sédimentaire de l'uranichissement de minéral d'uranium dans la Montagne Mecsek. — Actes de la deux. Conf. Int. d. Nations Un. Genève.
- BARABÁS A. (1958). A mecseki perm időszakai képződésművek. — Kézirat, kand. ért., MTA.
- BARABÁS A. — VIRÁGH K. (1954): Üledékes uránércékpépződés folyamata a mecseki lelőhely példáján. — Kézirat, MÉV.
- Барабас А. — Вираг К. (1956): Механизм образования осадочных урановых руд на примере Меческого месторождения (Венгрия) — Литология и пол. ископаемые, № 2.
- BARABÁS A. (1966): Férre üledékföldtani vizsgálati módszerek (fácieselemzés, földtani ritmusok és ciklusok) — Kézirat, MÉR. Továbbképző Int. előadásorozatából. Vp.
- BARABÁS A. (1977): A magyarországi perm rétegtani korrelációja és a korreláció problémái (kézirat, ajánlás a Rétegtani Értékeléshez).
- BARABÁS A. (1978): A perm időszak földtani viszonyai és a külszíni kutatás feladatai a mecseki értelelőhelyen — Földt. Közl. 109. pp. 357—365.
- BARABÁS A. — STUCHI A. (1969): A Mecsek-hegységi felsőpermi üledékek tagolása ciklusos kifejlődésük alapján — Földt. Közl. XCIX. pp. 66—80.
- BARABÁS A. — STUCHI A. (1973): A nyugati mecseki felsőpermi ősszlet üledékföldtani jellegi statisztikus értékelésének rétegtani és egyéb földtani eredményei — Földt. Közl. 103. pp. 381—388.
- BARABÁS A. — STUCHI A. (1981): A kővágós-zölös homokkő formációt alkotó kisciklusok földtani vizsgálata — Földt. Közl. 111. pp. 26—42.
- BÁRDOSY GY. (1960): Redox vizsgálatok eredményei — Kézirat, MÉV.
- BOD M. — BÁRDOSY GY. (1959): Az üledékes kőzetek redoxpotenciálja — Geofiz. Közl. 8. köt. pp. 53—72.
- BODRÓGI F. (1968): Lencsés települési ércesedés optimális kutatóháló sűrűségének meghatározása, modellkísérlettel — Földt. Kut. XI. 3—4. pp. 12—16.
- BODRÓGI F. (1974): Bonyolult ércesedés matematikai modelljének lehetőségei — Kézirat.
- BODRÓGI F. (1979): Gazdasági és geológiai paraméterek összefüggései a mecseki ércbányászatban — Földt. Közl. 109. pp. 401—408.
- Данчел, В. И. (1977): Текстуры и структуры урановых руд железных месторождений (Атлас) — Атомиздат, Москва.
- BROOKING, D. O. (1976): Position of uraninite and/or coffinite accumulations to the hematite — pyrite interface in sandstone-type deposits — Econ. Geol. Vol. 71 No. 5. pp. 944—948.
- Ботвинкина, Л. Н. (1965): Методическое руководство по научному спонсности. — Изд. «Наука», Москва.
- DRÁVCOZ J. — VIRÁGH K. (1974): Az ércesedési tényező változtatásércelméleti értelmezése — Kézirat.
- ELŐD SZ. (1973): Réteglapok és szövettség viszonyának jelentősége a bányageológiai munkában — Kézirat.
- ELŐD SZ. (1973): Tektonikus övek a perm időszak homokkővekben a mecseki lelőhely északi területén — Kézirat.
- ERDI-KRAUSZ G. (1973): Készletszámítás meghatározása az ércminőség függvényében — Kézirat.
- ERDI-KRAUSZ G. (1979): Hígulás, veszteségek és a helyes ásványgyűjtés — gazdálkodás a bonyolult kifejlődésű ásványi nyersanyaglelőhelyeken — Földt. Közl. 109. pp. 394—400.
- Евсеева, Л. С. — Фомичина, Н. П. (1966): Окислительно восстановительные свойства осадочных ураноносных пород — Атомиздат, Москва.
- GROSSZ Á. (1967): Ablagerungszieken im Perm des Mecsekgebirges — Annales Universitatis Scientiarum Budapestiensis de Rolando Eötvös nominata. Sectio Geologica. Tom. X.
- GYÖREI L. — MIBOLAT I. — SCHMIDT J. — WIRTH J. (1975): Vizsgálatok a Ny-mecseki permii antiklinális D-i szárnyán — Kézirat, MÉV.
- HARSÁNYI I. — ERDI-KRAUSZ G. (1974): Készletszámítások megbízhatósági vizsgálatai (II. üzem) — Kézirat.
- JÁMBOR A. (1967): Magyarországi Magyarország földtani térképéhez. 10000-es sorozat. Kővágós-zölös — Kézirat a MÉV és a MÁFI.

- KABLAR J. (1973): A produktívösszetétel kifejlődésének néhány jellemzője és azok összefüggése az ércesedéssel a meesecki lelőhely keleti részén — Kézirat.
- KASSAI M. (1971): A perm-alsótriasz termékes összetétel szállítási iránya a DK-Dunántúlon — Kézirat.
- KASSAI M. (1973): A délkelet-dunántúli paleozoid rétegek facies-meghatározásának problémái — Földt. Köz. 103. pp. 389—402.
- KASSAI M. (1980): A Dél-Dunántúli perm végi földrajzi rekonstrukciója és a környező országgal kapcsolatos néhány rétegtani összehasonlítás — Földt. Köz. 110. pp. 342—359.
- KISS J. — GROSSI A. (1958): Konkrecióképződés és új karbonátos facies a Mezőek-hegységi permis pszammitos öslesztben — Földt. Köz. LXXVIII. pp. 416—427.
- KISS J. (1961): A meesecki uránérc ásványi alkotása és genezise — Kézirat. Kand. ért.
- KISS J. (1965—1969): Constitution minéralogique, propriétés et problèmes de genèse du gisement uranifère de la Montagne Mezőek — I—II. Ann. Univ. Sci. Bp. Sec. Geol.
- KOCH L. (1966—1968): Teleptani megfigyelések a meesecki antiklinális területén — Kézirat. MÉV.
- KOCH L. (1967): A feltárt uránércmenyiség igazolódása és az ércesedési koefficiensek új módszertől számítása a MÉV I. sz. Bányászati X. szintjén — Kézirat. MÉV.
- KOZLOV, N. V. (1965): A meesecki lelőhely mérlegszerű készletszámítása általános alapelveinek kidolgozása — Kézirat. MÉV.
- KÖVÁRI J. (1979): A bányageológia feladata és szerepe a bányászateknél a feltárás folyamán — Földt. Köz. 109. pp. 374—381.
- MACSI P. — TÓTH L. (1968): Ércleptani statisztikai vizsgálatok a meesecki uránérclelőhelyen — Kézirat.
- MIKOLAY I. (1979): A bányageológus feladata és szerepe a MÉV bányázateknél — Földt. Köz. 109. pp. 382—393.
- MIKOLAY I. — VILÁGH K. — ZSIDAI GÁLLÓZSY B. (1982): Bonyolult kifejlődési ásványi nyersanyagok különböző bányászati művelési változatok szerinti értékelése számítógéppel — Kézirat.
- NAGY E. (1959, 1960): Alurít rétegcsoport, Tarka rétegcsoport, Szürke rétegcsoport, konglomerátum alatti rétegcsoport, jakabhegyi homokkő rétegcsoport — Kézirat. MÉV.
- SOMOGYI J. (1970): Ércleptanológiai és készletigazolásai összefüggések vizsgálata nagyárusúgú fúrásihálózattal — Kézirat. MÉV.
- SOMOGYI J. (1971): Az ércleptanológiai nemigazolódások okainak felderítése a III. sz. Bányázateknél — Kézirat. MÉV.
- SOMOGYI J. (1973): Keresztrétegzettség a kővágósölési homokkő formáció zöld redoxifaciesében — Kézirat.
- SOMOGYI J. — VINCEZ J. (1980): A kővágósölési homokkő formáció redoxpotenciál vizsgálatának eredményei — Kézirat.
- SZABÓ J. (1965): A meesecki felsőpermis és alsózelezi öslesztetek ferderétegzettség adatainak földtani értékelése — Földt. Köz. XCV. pp. 40—46.
- TÓTH I. (1977): Ércleptanológiai statisztikai vizsgálatok a meesecki uránérclelőhely északi szárnyán — Kézirat. Dokt. ért.
- VINCEZ J. — MÜLLER L. (1980): A redox-potenciál és pH geokémiai-földtani jelentősége és szerepe a kőzetek-pzdései folyamatokban — Kézirat. MÉV.
- VINCEZ J. (1961): Jelentés az Ásvány-Kőzettani Laboratórium 1960. évi munkájáról — Kézirat. MÉV.
- VINCEZ J. (1963): Közvetlen és redoxmérések vizes szuszpenziókban Kézirat. MÉV.
- VINCEZ J. (1965): Ércleptanológiai típusok meghatározása a meesecki uránérc lelőhelyen morfológiai, ásvány-kőzettani, genetikai és faciesvizsgálatok alapján (MB-14. téma) — Kézirat. MÉV.
- VINCEZ J. — MAKOSI K. — SOMOGYI J. (1966): Tanulmány az ércesedési koefficiens meghatározásához — KIM-KIT-dolgozat. Kézirat. MÉV.
- VINCEZ J. — SOMOGYI J. (1973): A mélyszinti bányaművelés és ércfeldolgozás teleptani és ásvány-kőzettani problémáinak vizsgálata (MB-7. téma) — Kézirat. MÉV.
- VINCEZ J. — SOMOGYI J. (1979): A lelőhelyi produktív- és fekődésléteben települő különböző színtű homokkővek oxidáltsági állapotának genetikai vizsgálata (MB-9. téma) — Kézirat. MÉV.
- VILÁGH K. — VINCEZ J. (1985): Poligén uránérclelőhely a Mezőek-hegységi perm alluvialis homokkővekben — Kézirat. MÉV.
- VILÁGH K. — VINCEZ J. (1967): A meesecki uránérclelőhely képződésének sajátosságai — Földt. Köz. XCVII. pp. 39—59.
- VILÁGH K. — SZOLNOKI J. (1970): Bakteriumok szerepe a meesecki uránérc kielőkezésében és későbbi áthalmazásában — Földt. Köz. 100. pp. 43—54.
- VILÁGH K. (1973): Üledékföldtani adatok számítógépes kiértékelése — Földt. Köz. 103. pp. 403—414.
- VILÁGH K. (1974): Условия формирования и закономерности пространственного размещения руд мексикского уранового месторождения — Kand. ért. MÉV.
- VILÁGH K. (1979): A meesecki érclelőhely földtani, teleptani adottságai és kutatásméleti vonatkozásai — Földt. Köz. 109. pp. 368—373.
- VILÁGH K. (1979): A folyóvízi facieseloszlások a meesecki felsőpermisben számítógépes eredmények alapján — Kézirat.
- VILÁGH K. — ZSIDAI GÁLLÓZSY B. — DRAVEZ J. — RÓZSÁS F. (1982): Ércparaméterek geostatistikai becslésének néhány tapasztalata a Meesecki Ércbányászati Vállalatnál — Kézirat.
- WÉBER B. (1978): Javaslat a tervezett 4321. sz. ércutatató fúrás szerkezetkutató fúrásként való továbbmélyítésére — Kézirat. MÉV. Irattár.
- WÉBER B. (1977): Nagyszerkezeti szelvényvázlat a Nyugat-Meckeskerőli — Földtani Köz. 107. pp. 27—37.
- WÉBER B. (1981): Javaslat a meesecki lelőhelyen és közvetlen környékén a távlati uránkutatás földtani bővítésére — Kézirat. MÉV. Adattár.
- WÉBER B. (1981): Javaslat a XV. szerkezeti fúrási leemélyítésére — Kézirat. MÉV. Adattár.

A kézirat beérkezett: 1982. XI.

The Upper Permian sandstones of the Mecsek: form elements of uranium ore mineralization and facies relations (Part II)

J. Vincze—J. Somogyi

As known from earlier publications, the ore mineralization in the Upper Permian sandstones of the Mecsek Mts, SW Hungary, was brought about at the oxidation-reduction front between the grey and red sandstones, respectively; here the predominant rock colour is green. The sandstones of different colour are in fact oxidation-reduction facies with characteristic potential and iron oxidation degree values (Fig. 6). The oxidation-reduction facies are heterotropical counterparts mutually replacing one another in space and time, being interconnected by stepwise indentations, so that in different parts of the deposit they span different stratigraphic horizons within the formation. Properly speaking, the formation in question is one huge oxidation-reduction megacycle containing in its core sandstones of intensively reduced state with coalified plant remains, its mantle being constituted by heavily oxidized red sandstones.

The oxidation-reduction processes were responsible for the birth of the two transitional oxidation-reduction facies (the lower and upper boundary facies) which in the zones of stepwise intertonguings are the thickest, their colour composition being the most diversified (oxidation-reduction state). Here the size of uranium accumulation and the number of the ore-mineralized horizons is the multiple of the quantity of the so-called intermediate zones between the facies grades distinguished. The fact is that commercial ore accumulations cannot be brought about unless the neighbouring beds have at least 25 to 30 mV of difference in potential (Fig. 9) and this condition is repeated in a multiple way in the zones of grading facies (Fig. 9). Coalified and mineralized vegetal remains and their environment were ore mineralized in the oxidation-reduction boundary facies only. The grey core contains only ore indications or anomalies, if any, and even these are restricted to the vicinity of the boundary facies. The relationship between organic matter (C_{org}) and the uranium content in the individual oxidation-reduction facies is shown in Fig. 8.

Depending on the oxidation-reduction potential, the U content gets enriched to a commercial concentration only in the oxidation-reduction potential range (400–480 mV) characteristic of the green boundary facies, with a concentration maximum between 400 and 420 mV (Fig. 10).

In case of merging lower and upper oxidation-reduction boundary facies (in the zone of pinching out), provided that the reduced core is rich in organic matter, the double oxidation-reduction front will produce an ore mineralization maximum (Fig. 7).

The principal oxidation-reduction process in the formation of boundary facies was an additional oxidation progress from the direction of oxidized sediments, though phenomena of inversion to reduction processes due to the oscillation of the oxidation-reduction fronts can also be observed. In the vegetal remains braking down to peat in the additionally oxidized grey core a part of the uranium syngenetic with the deposition of the formation was mobilized in the course of dia- and epigenesis and was concentrated to commercial ore bodies as a result of repeated redeposition within the boundary facies. The U content of solutions that percolated from the direction of the bulky oxidized mantle has added to the metal reserves of the boundary facies. The direction of flow of the solutions was controlled by changes in the hydrodynamic regime (overburden pressure, decrease in void volume, upwarping, emergence, formation of fault systems). The strike of megafacies steps coincides with the strike of the NW—SE trending transversal faults, the minor facies steps being coincident with the longitudinal fault lines normal to the former.

Manuscript received: Nov. 1982.