

Az úrkúti mangánérc-bányászat fúrásainak sztratigráfiai újraértékelése

BÍRÓ LÓRÁNT

Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék,
6722 Szeged, Egyetem út 2. e-mail: birolori@gmail.com

The stratigraphic re-evaluation of the drillings of the manganese ore mining at Úrkút

Abstract

The manganese ore mining in Úrkút started in 1917 and still goes on today. During the almost 100 years of mining a high amount of drilling data has been gathered. Nevertheless, up until now the data from the drillings of the Úrkút Basin have not been processed and evaluated, except with respect to economic considerations related to mining (i.e. extension and quality of the ore).

The aim of the present work is to carry out a lithological and stratigraphical re-evaluation of these drillings and to organise them into an expert database. Among the available 1297 drillings (deep-, shallow- and mine drillings) 1279 can be identified easily. As a result of the processing of the drillings it was possible to study the general geology of the Úrkút basin, the effects of the denudation observed in the drillings, and the build up of the Úrkút Manganese Formation.

Keywords: Transdanubian Range, Bakony, Úrkút, Úrkút Manganese Formation, denudation, manganese ore

Összefoglalás

Az úrkúti mangánbányászat 1917-ben indult meg és még napjainkban is tart. Ez alatt a majd' 100 év alatt hatalmas mennyiségű fúrásos adat keletkezett. Az Úrkúti-medence fúrásainak egységes, geológiai újrafeldolgozása és értékelése már több évtizede váratott magára, ugyanis e fúrásokat a bányászati szempontok (ércesedés kiterjedése, minősége) kivételével eddig nem dolgozták fel, nem értékelték.

Munkám célja e fúrások litológiai, sztratigráfiai újraértékelése, egységes adatbázisba szervezése. A rendelkezésre álló 1297 fúrásból (mély- ill. sekély és bányabeli fúrás), 1279 fúrás azonosítható. A fúrások feldolgozásának eredményeképpen vizsgáltam az Úrkúti-medence általános földtani felépítését, a rétegsorokban megfigyelt lepusztulás hatását, az Úrkúti Mangánérc Formáció felépítését.

Tárgyszavak: Dunántúli-középhegység, Bakony, Úrkút, Úrkúti Mangánérc Formáció, lepusztulás, mangánérc

Bevezetés

A mangánérc kutatás és bányászat a múlt század elején először az Úrkúti-medencében, majd 1932-től az eplényi ércelőfordulás területén indult meg. Az úrkúti mangánérc bányászata napjainkban is tart, míg az eplényi bánya 1975-ben végleg bezárt.

Ez alatt az idő alatt az intenzív kutatás eredményeként hatalmas mennyiségű földtani, bányászati és tudományos adat gyűlt össze. A bakonyi mangánércesedés keletkezésének körülményei és az ércvagyon jellemzőinek térbeli megoszlása, az ércesedést magába foglaló földtani képződményekkel való kapcsolata a nagyszámú adat ellenére

sem tekinthető megoldottnak, pedig ezeknek a szempontoknak a pontosabb ismerete a további érc- és egyéb nyersanyag kutatásának is alapját képezheti.

Az Úrkúti-medence fúrásainak újrafeldolgozása és értékelése már több évtizede váratott magára, ugyanis e fúrásokat a bányászati szempontok (ércesedés kiterjedése, minősége) kivételével, a fúrási dokumentáció elkészítésén túlmenően, eddig nem dolgozták fel, nem értékelték.

A jelen munka során kapott eredmények a korábbiaknál jóval pontosabb képet adnak a medence felépítéséről és az ércesedés jellemzőiről, melyek akár más nyersanyagok kutatásához is alapot nyújthatnak.

Felhasznált adatok

Úrkúton a mangánérc iránti felszíni fúrások kutatás már 1927-ben elkezdődött. A fúrások két nagy csoportba oszthatók: mélyfúrásokra, és sekélyfúrásokra. A mélyfúrások, vagyis az U– jelűek általában 100 m-nél mélyebbek, míg a sekélyfúrások ennél jóval kisebb mélységűek. A sekélyfúrások kutatás 1957-től indult meg, azokon a területeken, ahol az érc felszínhez közel helyezkedett el (Cs–, L–, Kt–, N– jelű fúrások; SZABÓ 2006).

I. táblázat. Az Úrkúti-medence újraértékelt fúrásai

Table 1. The re-evaluated drillings of Úrkút basin

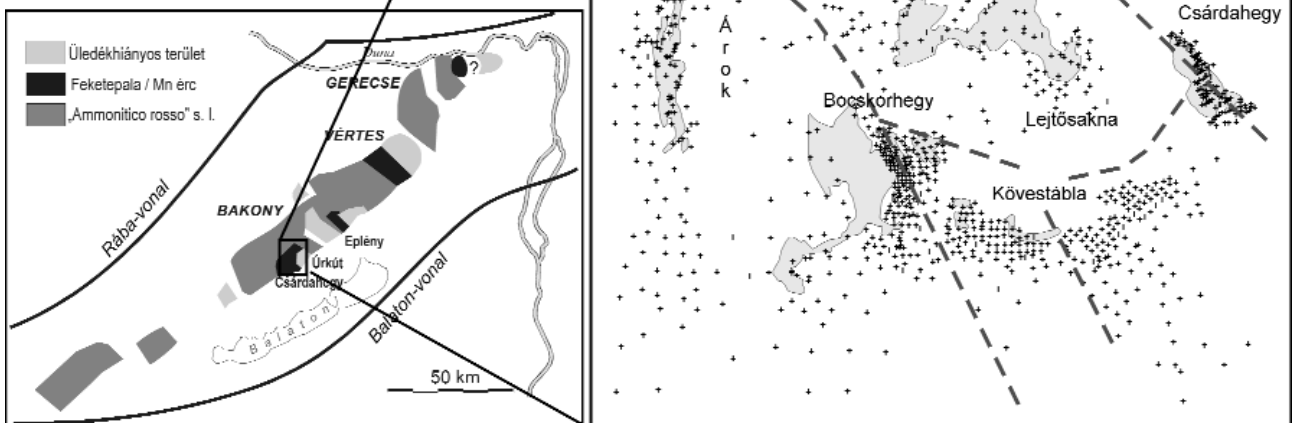
Terület	Jel	Fúrás	Hiányzik / nem értékelhető	Mintaszám	Elemzés
Nyíres	N	42	N-39	376	1495
Lejtőszakna	L	36		153	592
Kövestábla	K	205		1169	4438
Bocskorhegy	B	181		1414	5052
Csárdahegy	Cs	97	Cs-57, -58	668	2617
Bányabeli	UB	280	UB-1, -2, -122, -123, -164, -268, -269, 280	1835	7319
Mélyfúrás	U	438	U 5, 15, 17, 20, 21, 23, -29	3791	16351
Összesen	1297	1279	1.4%	9406	37864

A munka kiindulási adatait a mélyfúrások (U–), a sekélyfúrások (B–, Cs–, K–, L–, N–), valamint a bányabeli fúrások (UB–) és azok eredeti jegyzőkönyvei (CSEH NÉMETH 1960, 1963; FEKETE & CSEH NÉMETH 1961; SZABÓ 1965, 1966, 1968, 1969, 1971, 1976, 1980; Sz. n. 1, 2, 3) adták. A rendelkezésre álló 1297 db fúrásból 1279 db fúrás lehetett sikeresen újraértékelni, ezek esetében nemcsak a rétegsor leírása, de a fúrás pontos koordinátái is ismertek. A hiányzó 18 db fúrásnál vagy nem volt fellelhető a dokumentáció, vagy a hiányzó koordináta nem tette lehetővé annak azonosítását és így az újraértékelést sem. Az I. táblázat fúrástípusonként mutatja be a feldolgozott fúrások számát, azok térképi elhelyezkedése az 1. ábrán látható.

Módszerek

A fúrások litosztratigráfiai feldolgozásának alapja az 1990-es években a Magyar Rétegtani Bizottság által elfogadott litosztratigráfiai besorolás volt (CSÁSZÁR 1997, BÉRCZI & JÁMBOR 1998). Ez került összevetésre az eredeti fúrásleírásokkal, valamint addig a bányánál — vágatszelvényezésre, fúrásleírásra — használt 33 képződménytípussal (SZABÓ 2006). Csak a leírásokból nem mindig lehetett egyértelműen besorolni az adott képződményt, ilyen esetekben a fúrás közvetlen környezetét, a földtani képződmények, illetve környező fúrások képződményei segítettek. KNAUER (1996) bizonyos esetekben konkrét úrkúti fúrásokat

1. ábra. A vizsgált terület az újraértékelt fúrásokkal és a bányamezőkkel
Figure 1. The study area with the re-evaluated drillings and the mining areas



említ az egyes formációk részletes leírásában, melyeket össze lehetett vetni az eredeti fúrásleírásokkal. A besorolásnál a legtöbb probléma a mangánérces telep fekéjében és fedőjében lévő képződmények esetében volt. A fekéi mészkövek esetében (Pisznicai, Isztiméri, Kisháti, Tűzkövesárki Mészke Formáció) nem mindig lehetett egyértelműen eldönteni a képződmény hovatartozását. Ilyenkor egyrészt a környező fúrások, másrészt KNAUER (1996) fentebb említett kéziratára nyújtott segítséget. A fedő képződményeknél sokszor a bauxitos kőzetek jelentettek problémát. Az eddigi ismeretek alapján a bauxitot a vizsgált területen kora-eocén Gánti Bauxit Formációba sorolandó, holott a Bakonyban a kora-kréta Alsóperei Bauxit is megjelenik. Ha az adott fúrásban nem jelent meg a Zirci Mészke Formáció (és a rétegsori hiány a középső-eocénig tart), akkor — elvileg — nem lehet csak a fúrásból besorolni a bauxitos képződményt. Ebben az esetben konzervatívan minden bauxitos kőzetet a Gánti Bauxit Formációba lett sorolva. Fontos viszont megjegyezni, hogy a jelenleg is folytatott bányászati tevékenységnek köszönhetően előkerült a fedőből egy bauxitos kőzet, amely az előzetes vizsgálatok alapján valószínűleg, a kora-kréta Alsóperei Bauxit Formációhoz tartozik (MINDSZENTY A. és VIGH T. szóbeli közlés).

Az Úrkúti Mangánérc Formáció (ÚMF) szempontjából két nagy csoportra lehet osztani a képződményeket: fekéi, illetve fedő formációkra. A fekéi formációk esetében vastagságról, vastagságtérkép szerkesztéséről általában nem lehet beszélni, hiszen a feldolgozott fúrások (U-, UB-, B-, Cs-, K-, L-, N- jelűek) mindegyike nyersanyagkutató fúrás. Vagyis, ha a fúrásban észlelték a mangánérc jelenlétét, akkor az érc teljes átfúrása után a fekéiben megálltak, ha pedig meddő volt a fúrás, az idősebb képződményeket akkor sem fúrták át.

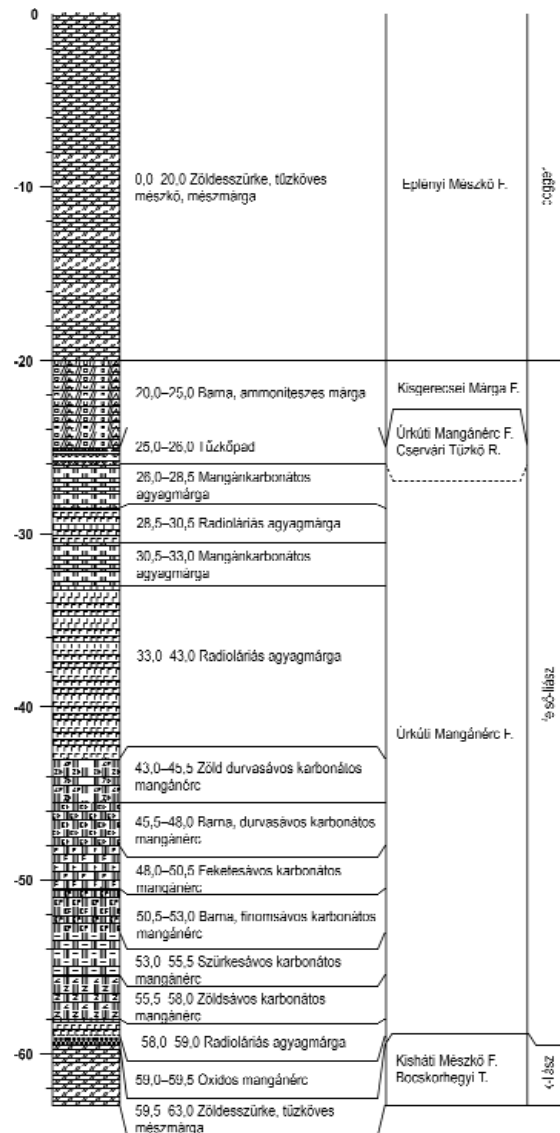
Fekéi képződményeknek a felső-triász–felső-liász közötti litológiai egységek tekintetűk. Természetesen a sztratigráfiai besorolás hordozhat magában bizonytalanságokat, hiszen az egyes alsó-jura képződmények összetételükben leginkább csak mennyiségi arányokban térnek el egymástól.

A fedő formációk esetében viszont fontos információ hordozhat a vastagság, ezért az egyes képződmények leírásánál már megadható a fúrások felhasználásával számolt minimális, maximális, és az átlagos vastagság is. A mélyfúrások és a sekélyfúrások általában teljes egészében átharántolták a fedő képződményeket, azonban a bányabeli fúrások esetében nem mindegyik.

Eredmények

Az Úrkúti-medence földtani felépítése

A fúrások újraértékelésével, valamint azok egységes sztratigráfiai besorolásával meg lehet adni a mangánércsedés ideálisnak tekintett, zavartalan körülmények között kialakult elvi rétegsorát (2. ábra). A zavartalan körülmények

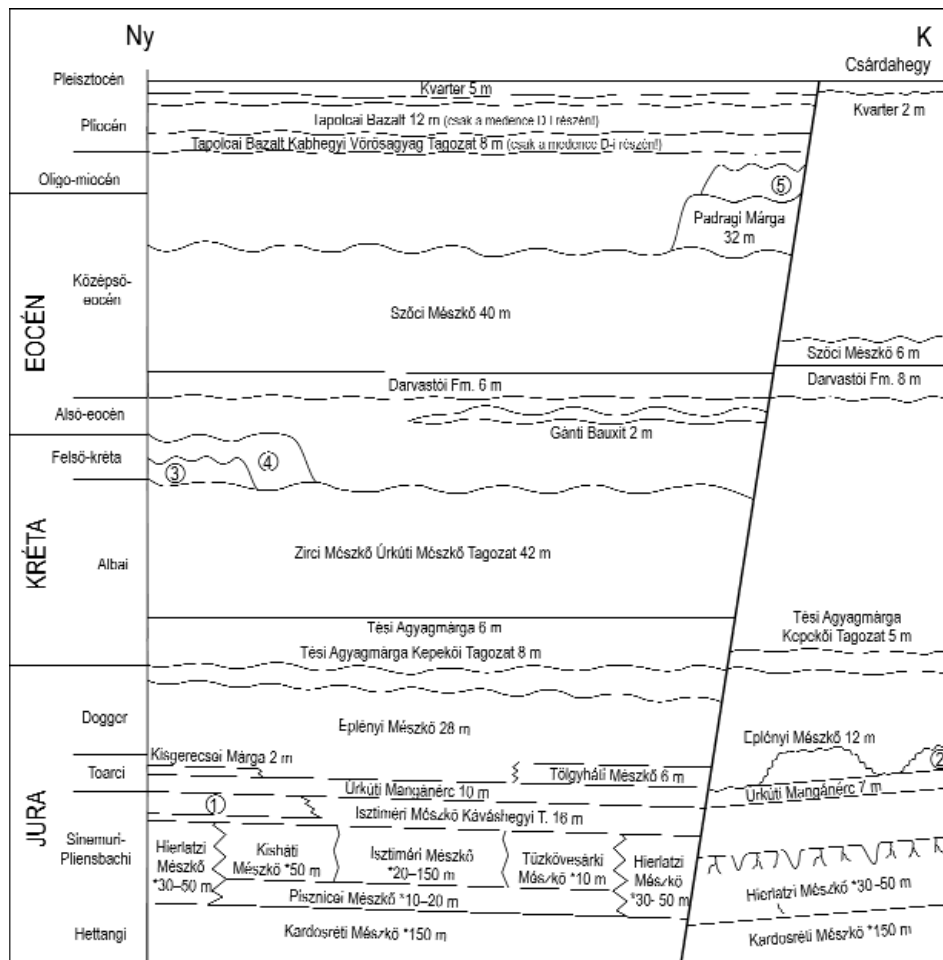


2. ábra. A mangánérces telepscsoport ideális rétegsora a közvetlen fekéi, illetve fedő képződményekkel (skála a fedőtől számított méter mélység)

Figure 2. The ideal sequence of the manganese ore group with the direct footwall and hanging wall lithology (scale metre depth from the hanging wall)

fogalomköréből kizárhatók egyrészt a poszt-szediment tektonikai hatások, másrészt a telep oxidációja során bekövetkezett utólagos átalakulások is.

Az ideálisnak tekintett rétegsor nem a medence teljes területére, hanem csak az „in situ”, helyben képződött és megőrződött teleprészekre jellemző. Ezek a fúrások a medence Ny-i részén található, azonban vannak olyan ideális rétegsorú — Úrkúti Mangánérc Formáció szempontjából teljes — fúrások, melyeknél az alsó-liász Kisháti Mészke Formáció (KMF) Bocskorhegyi Tagozata (vagyis a zöldesszürke, tűzköves mészmárga) hiányzik, ezek a fúrások a medence DNy-i részének mélyebb részein található. Azok a fúrások melyeknél a karbonátos agyagmárga fejlődött ki (de a többi ideális rétegsorban elvárt formáció megtalálható), leginkább a medence D-i részének peremén fordulnak elő.



3. ábra. Az Úrkúti-medence sematikus földtani felépítése

*Képződmény vastagság irodalmi adatok alapján, 1 – Kisháti Mészke Formáció Bocskorhegyi Tagozat 7 m, 2 – Tölgyháti Mészke Formáció 7 m, 3 – Halimbai Bauxit Formáció 7 m, 4 – Ajkai Kőszén Formáció 24 m, 5 – Csatkai Formáció 9 m

Figure 3. Schematic geological structure of the Úrkút Basin

*Thickness of formation based on literature data, 1 – Kishát Limestone Formation Bocskorhegy Member 7 m, 2 – Tölgyhát Limestone Formation 7 m, 3 – Halimba Bauxite Formation 7 m, 4 – Ajka Coal Formation 24 m, 5 – Csátka Formation 9 m

Az Úrkúti-medence földtani felépítését legszemléletesebben a formációk vastagságviszonyait is bemutató általános földtani szelvényekkel lehet bemutatni (3. ábra).

Az Úrkúti Mangánérc Formáció jellemzése

A felső-liász Úrkúti Mangánérc Formáció a medencén belül nagy területen megtalálható — átlagosan ~10 m-es vastagsággal, azonban a medencén belüli mélyedések, árkok területein nagyobb vastagságot is elér. Legnagyobb vastagságban a medence Ny-i területén átlagosan ~30 m, a medence ÉNy-i sarkában akár a maximális 103 m-t is elérheti.

Az Úrkúti Mangánérc Formáción belül összesen 13 db képződményt lehet megkülönböztetni.

A telep általában egy ~0,5 m vastag oxidos mangánércvel indul (amely lehet másodlagos kifejlődésű is; SZABÓ Z. szóbeli közlés), majd ezt követi egy 1,0 m vastagságú radioláriás agyagmárga („feketepala”, bányászati megnevezéssel „boks”) kifejlődés. A feketepala után következik maga a főtelep, amely maximum 15 m-es vastagágú,

különböző színű és sávózású karbonátos mangánércet foglal magába. A főtelep után ismét egy — az előzőnél jóval vastagabb, általában 10 m-es — radioláriás agyagmárga rész következik, majd erre települ a ~2,5 m-es vastagságú mangánkarbonátos agyagmárga (II. telep). A telep legfelső részén általában ~2 m vastagságú radioláriás agyagmárga és erre ~25 m-es mangánkarbonátos agyagmárga települ. A formáció záró képződménye egy tűzkőpad (Cservári Tűzkő Rétegtag), amely csak helyenként, leginkább pontszerűen jelenik meg. A rétegsorhoz tartoznak még a (réteges szerkezetű) oxidos mangánérccek, melyek nem „in situ” települések, hanem utólagos hatások eredményeként jöttek létre (POLGÁRI et al. 2000, SZABÓ 2006).

A közettípusok jellemzése nemcsak rétegsorban való helyzetük, hanem területi előfordulásuk alapján is lehetséges. A karbonátos főtelep leginkább a medence Ny-i részén, a Csárdahegy DK-i részén, Nyíresen, Lejtőszakna és a Kövestábla K-i részén fordul elő. A radioláriás agyagmárga majd-nem a teljes medence területén megtalálható. A karbonátos főteleppel szemben a II. telep (mangánkarbonátos agyagmárga) már kevesebb fúrásban tűnik fel, leginkább a medence

Ny-i és DNy-i részén. A telep záró tagjaként megjelenő tűzkőpad (Cservári Tűzkő Rétegtag) leginkább a medence Ny-i és DNy-i részén található nagyobb gyakoriságban, valamint a Nyíres, Kövestábla, Csárdahegy D-i részén. Vannak azonban olyan együttes litológiai előfordulások, melyek nem illeszthetők be a fenti rétegsorba, ezek a következők:

— A tűzköves, karbonátos főtelep alatti megjelenése (3 fúrásban),

— Különböző oxidos darabos (24 fúrás), réteges (21 fúrás) mangánérc az „in situ” karbonátos rétegsor alatt,

— A mangánérc telep alatt megjelenő mangános mészkő (27 fúrás), illetve „kilúgozott” mészkő (151 fúrás) képződmények,

— Karbonátos főtelep alatt található mangántörmelék agyag, radioláriás agyag (1–1 fúrásban).

Az áthalmazott érc jellemzése

Gazdasági, teleptani és földtani szempontból is fontos jelentősége van az áthalmazott mangánércnek — mely a Tési Agyagmárga Formáció (TAF) Kepekői Tagozatába tartozik —, ezért ezt az ércípust is érdemes jellemezni.

A képződmény legnagyobb felszíni kibukkanása a medence ÉK-i részén található, ahol a képződmény vastagsága eléri az 54 m-t is. A formációba áthalmazott kőzettípusok tartoznak, melyek lehetnek tűzkő-mészkő- vagy mangántörmelékesek, pizoidosak, mangánszemcsés, sárga, barna, tarka agyagok, vagy csak a fent említett kőzetek törmelékei.

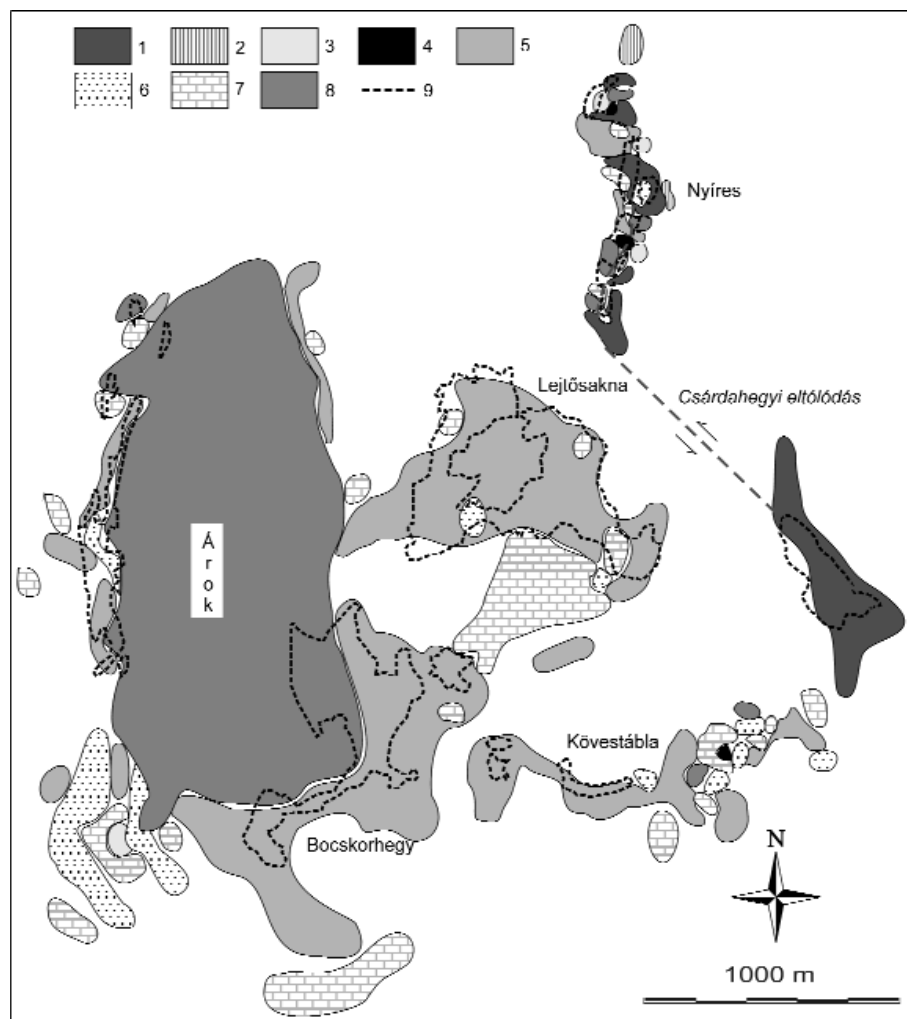
Lepusztulásvizsgálat

Mind földtörténeti, mind teleptani szempontból fontos kérdés, hogy az egyes telepek mikor, mekkora mértékű áthalmazódást szenvedtek. E kérdéskör vizsgálata során az Úrkúti Mangánérc Formáció közvetlen feké, illetve

fedő formációinak kapcsolata, esetleges szabályszerűségének vizsgálata volt a cél.

A közvetlen fekéformációk térképén (4. ábra) a későliásznál idősebb formációk látszanak azokon a területeken is, ahol nincs mangánérces telepcsoport. Vagyis a térkép a későliász — mint geokronológiai szint — közvetlen fekéjét ábrázolja. Jól látható, hogy vannak olyan formációk melyek csak bizonyos területen jelennek meg, mint például a felső-triász Dachsteini Mészkő, amely csak az Úrkúti-medence ÉK-i részén, viszonylag magas térszínen alkotja a feké. Az alsóliász fekéképződmények közül a Kardosréti és a Hierlatzi Mészkő jellemzően a Csárdahegy és a Nyíres területén a Csárdahegyi eltolódás mentén jelennek meg. A középső-liász képződményeket vizsgálva legszembetűnőbb a Kisháti Mészkő Formáció Bocskorhegyi Tagozatának a medence Ny-i részén való elterjedése. Ennek D-i részén feltűnően gyakori a Tűzkövesárki Mészkő Formáció megjelenése. A fenti képződményekkel ellentétben az Isztiméri Mészkő Formáció (IMF) Káváshegyi Mészkő Tagozata viszont a medence teljes területére jellemző, mélységtől és területtől függetlenül.

A fedő formációk közül csak azok láthatók (5. ábra), melyek a mangánérces telepcsoport közvetlen fedőjében található, ezért az ábrázolt terület is csak a mangánérces telepcsoport elterjedésére szorítkozik. Legszenvedőbb, hogy a

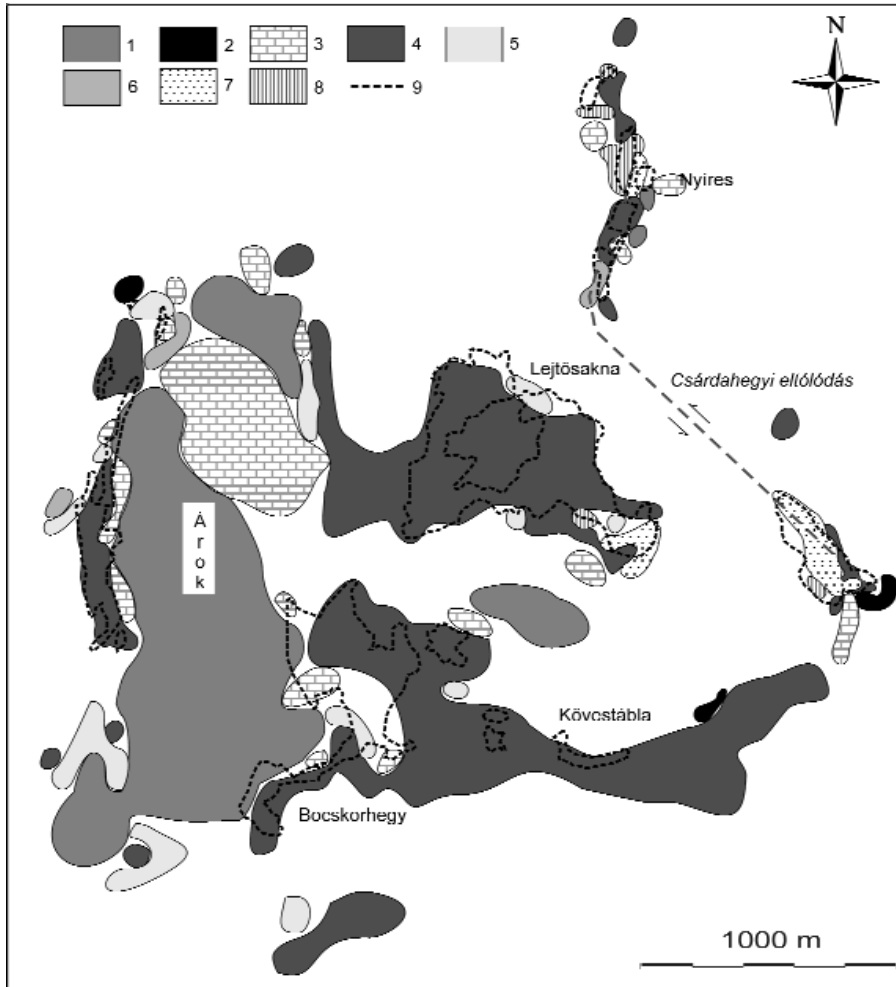


4. ábra. Az Úrkúti Mangánérc Formáció közvetlen fekéjének térképe

1 – Hierlatzi Mészkő Formáció, 2 – Kardosréti Mészkő Formáció, 3 – Pisznicei Mészkő Formáció, 4 – Isztiméri Mészkő Formáció, 5 – Isztiméri Mészkő Formáció Káváshegyi Tagozat, 6 – Tűzkövesárki Mészkő Formáció, 7 – Kisháti Mészkő Formáció, 8 – Kisháti Mészkő Formáció Bocskorhegyi Tagozat, 9 – bányamezők

Figure 4. Map of direct footwall map of Úrkúti Manganese Formation

1 – Hierlatz Limestone Formation, 2 – Kardosrét Limestone Formation, 3 – Pisznice Limestone Formation, 4 – Isztimér Limestone Formation, 5 – Isztimér Limestone Formation Káváshegy Member, 6 – Tűzkövesárók Limestone Formation, 7 – Kishát Limestone Formation, 8 – Kishát Limestone Formation Bocskorhegy Member, 9 – mining areas



5. ábra. Az Úrkúti Mangánérc Formáció közvetlen fedőjének alulnézeti térképe

1 – Kisgerecsei Márga Formáció, 2 – Tölgyhát Mészko Formáció, 3 – Eplényi Mészko Formáció, 4 – Tési Agyagmarga Formáció Kepekői Tagozat, 5 – Tési Agyagmarga Formáció, 6 – Zirci Mészko Formáció Úrkúti Mészko Tagozat, 7 – Darvastói Formáció, 8 – Szöci Mészko Formáció, 9 – bányamezők

Figure 5. Map of direct hanging wall (bottom-view map) of Úrkút Manganese Formation

1 – Kisgerecse Marl Formation, 2 – Tölgyhát Limestone Formation, 3 – Eplény Limestone Formation, 4 – Tés Clay Formation Kepekő Member, 5 – Tés Clay Formation, 6 – Zirc Limestone Formation Úrkút Limestone Member, 7 – Darvastó Formation, 8 – Szóc Limestone Formation, 9 – mining areas

(Bocskorhegy, Kövestábla), valamint a medence Ny-i peremén, míg például az Eplényi Mészko Formáció a medence ÉNy-i részén található. Az eocén fedő formációk közül a Darvastói Formáció leginkább csak a Csárdahegy területén, míg a Szöci Mészko Formáció a medence É-i részén, a Nyírségi területen jelenik meg a leggyakrabban.

Pontosabb képet lehet alkotni az egyes képződmények kapcsolatairól, ha nem magát a formációt vizsgáljuk, hanem csak az érces közettípusokat. A

Kisgerecsei Márga Formáció a medence Ny-i, valamint a D-i részén fordul elő nagyobb kiterjedésben. A Tési Agyagmarga Formáció Kepekői Tagozata leginkább a kiemeltebb részeken

karbonátos mangánérc (főtelep) közvetlen fekvő, ill. fedőképződményeit a II. táblázat mutatja, amely alapján megállapítható, hogy a főtelep alatt leggyakrabban (41%) a

II. táblázat. A karbonátos mangánérc közvetlen fekvő- és edőképződményei a fúrásszámokkal

Table II. The direct footwall and hanging wall lithology of the carbonate manganese ore with the drilling numbers

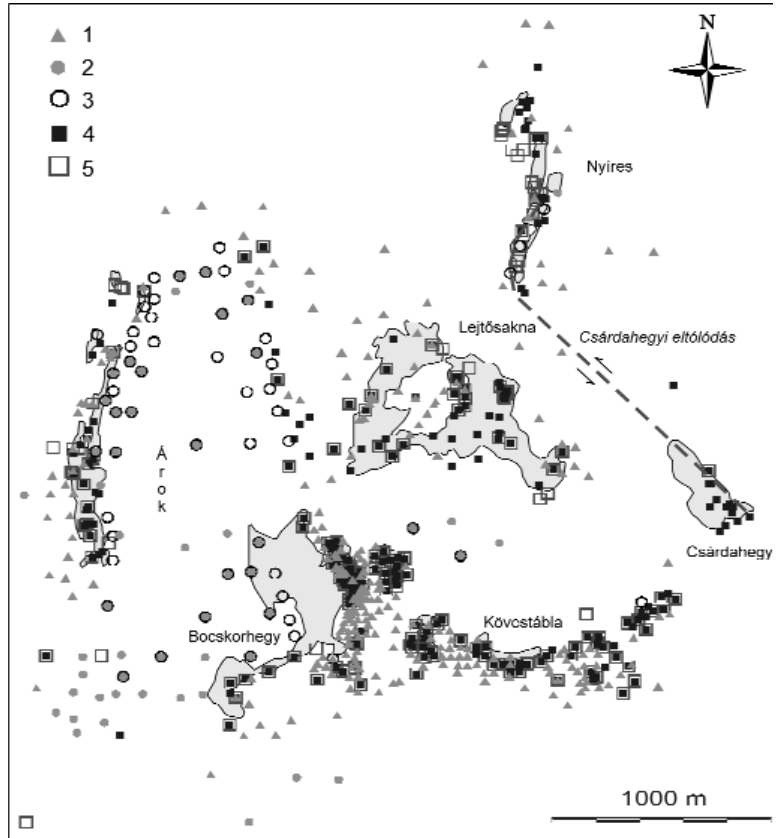
Fekü			Fedő		
Kor	Képződmény	Fúrásszám	Kor	Képződmény	Fúrásszám
Középső-liász	Zöldesszürke mészmárga (KMF Bocskorhegyi Mészko T.)	58	Holocén	Kvarter	3
	Kilúgozott tűzköves mészko (IMF Kávahegyi Mészko T.)	12	Eocén	Nummuliteszes mészko (Szöci Mészko F.)	1
	Crinoideás, tűzköves mészko (Kisháti Mészko F.)	47		Eocén agyagok	6
	Gumós mészko (Tűzkövesárki Mészko F.)	14	Albai	Rekviénias mészko (ZMF Úrkúti Mészko T.)	4
Brachiopodás, crinoideás mészko (Isztiméri, Pisznicai Mészko F.)	2	Szürke agyag, mészko (Tési Agyagmarga F.)		10	
Brachiopodás mészko (Hierlatzi Mészko F.)	9	Tűzkő- és mangántörmelkes agyag (TAF Kepekői T.)		28	
			Dogger	Kovás mészko, mészmárga (Eplényi Mészko F.)	32
			Toarci	Gumós mészko (Tölgyhát Mészko F.)	5
				Agyagos, gumós márga (Kisgerecsei Márga F.)	54
	Összes fúrás	142		Összes fúrás	143

zöldesszürke mészmárga (Kisháti Mészke F. Bocskorhegyi Tagozat) található, míg e fölött — az esetek 38%-ában — agyagos, gumós márga (Kisgerecsei Márga F.) fordul elő.

E két leggyakoribb képződményt (Kisháti Mészke F. Bocskorhegyi Tagozat, Kisgerecsei Márga F.) térképen ábrázolva (6. ábra) látható, hogy az együttes előfordulás (Bocskorhegyi T. + karbonátos főtelep + Kisgerecsei Márga F.) az É–D-i árok területén jelenik meg.

Hasonló módon vizsgálva az oxidos mangánércet (ÚMF) markánsabb gyakoriságok figyelhetők meg (III. táblázat). Fekü-képződményként leggyakoribb (58%) a kilúgozott mészkő, tűzkősávós agyag (Isztiméri Mészke F. Káváshegyi T.), míg közvetlen fedőképződményként a tűzkő- és mangántörmelék agyag a leggyakoribb (71%). E két képződmény területileg is együtt jelenik meg (6. ábra): leginkább a kiemelt területen, a medence Ny-i részének peremén, Köves-táblán, Bocskorhegyen; Csárdahegy területén pedig csak a törmelék fedő található meg.

Az áthalmazott mangánérc (TAF Kepekői T.) esetében kiugró gyakorisággal fordul elő fekü-képződményként a kilúgozott mészkő (Isztiméri Mészke F. Káváshegyi T.; 23%), és a mangánérces telepcsoport (23%; IV. táblázat). E köztípusok területi elterjedésére jellemző, hogy leggyakrabban kiemelt területen található (Köves-tábla, Bocskorhegy, medence perem; 7. ábra, A). Fekü-képződményként a dogger Eplényi Mészke a medence Ny-i felében, míg a Dachsteini, Kardosréti és Hierlatzi Mészke pedig a medence



6. ábra. A mangánérc közvetlen fekü és fedő képződményei

1 – Áthalmazott mangánérc kilúgozott fekü (Isztiméri Mészke Formáció Káváshegyi Tagozat), 2 – Kisgerecsei Márga Formáció karbonátos mangánérc fedőjében, 3 – Karbonátos mangánérc zöldesszürke mészmárga fekü (Kisháti Mészke Formáció Bocskorhegyi Tagozat), 4 – Tűzkő- és mangántörmelék oxidos mangánérc fedőjében, 5 – Oxidált mangánérc kilúgozott fekü (Isztiméri Mészke Formáció Káváshegyi T.)

Figure 5. Direct footwall and hanging wall lithologies of the manganese ores

1 – Allochthonous manganese ore on leached footwall (Isztimér Limestone Formation Káváshegy Member), 2 – Kisgerecse Marl Formation on hanging wall of carbonate manganese ore, 3 – Carbonate manganese ore on greenish grey calcareous marl footwall (Kishát Limestone Formation Bocskorhegy Member), 4 – Chert and manganese ore debris on the hanging wall of oxidized manganese ore, 5 – Oxidized manganese ore on leached footwall (Isztimér Limestone Formation Káváshegy Member)

III. táblázat. Az oxidos mangánérc (ÚMF) közvetlen fekü- és fedőképződményei a fúrásszámokkal

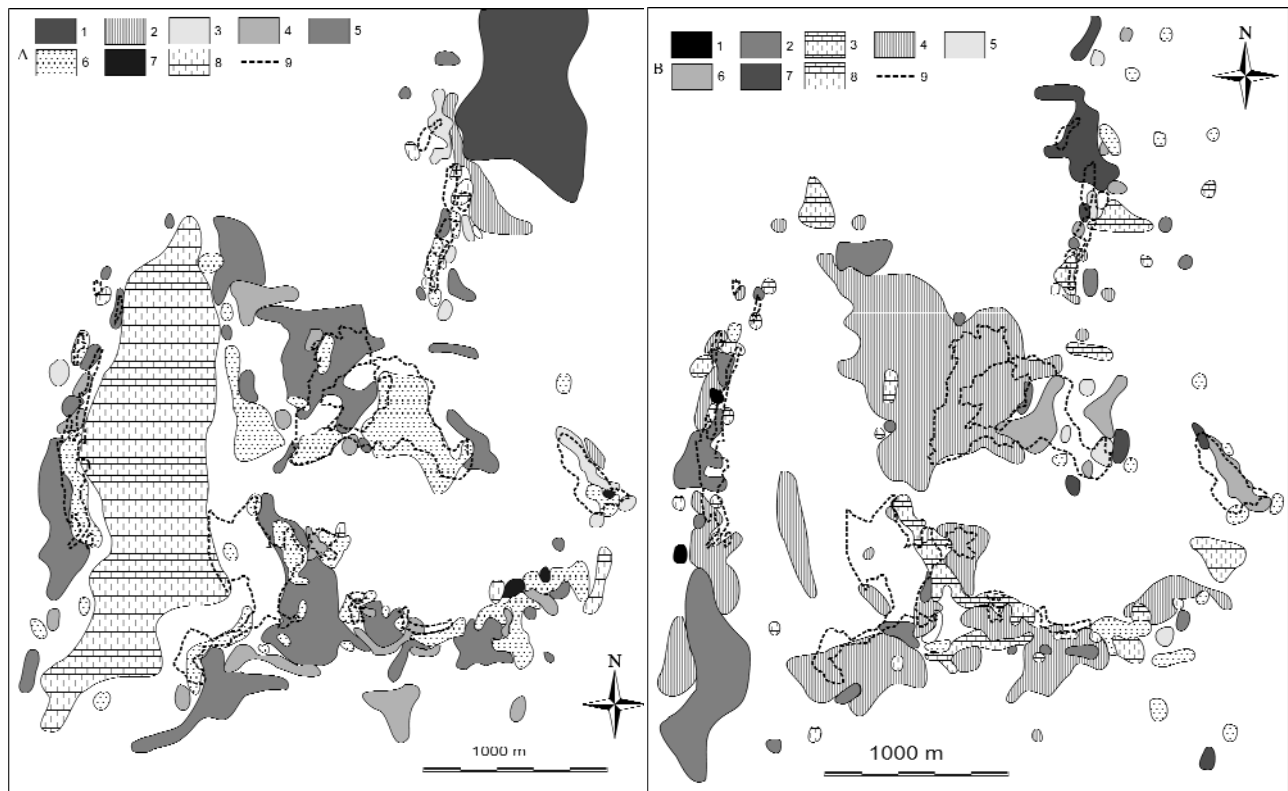
Table III. The direct footwall and hanging wall lithology of the oxidized manganese ore (ÚMF) with the drilling numbers

Fekü			Fedő		
Kor	Képződmény	Fúrásszám	Kor	Képződmény	Fúrásszám
Középső-liász	Zöldesszürke mészmárga (KMF Bocskorhegyi T.)	2	Holocén	Kvarter	3
	Kilúgozott mészkő, tűzkősávós agyag (IMF Káváshegyi Mészke T.)	207	Eocén	Nummuliteszes mészkő (Szöci Mészke F.)	22
	Gumós mészkő, (Tűzkövesárki Mészke F.)	7		Eocén agyagok	46
	Crinoideás, tűzköves mészkő (Kisháti Mészke F.)	37	Albai	Requeniás mészkő (ZMF Úrkúti Mészke T.)	4
Alsó-liász	Brachiopodás mészkő (Hierlatzi Mészke F.)	99		Szürke agyag, mészkő (Tési Agyagmárga F.)	17
	Dachsteini jellegű liász mészkő, (Kardosréti Mészke F.)	2		Tűzkő- és mangántörmelék agyag (IAF Kepekői T.)	259
			Dogger	Kovás mészkő, mészmárga (Eplényi Mészke F.)	8
			Toarci	Gumós mészkő (Tölgyháti Mészke F.)	8
				Agyagos, gumós márga (Kisgerecsei Márga F.)	3
	Összes fúrás	354		Összes fúrás	370

IV. táblázat. Az áthalmozott érc (TAF Kepekői T.) közvetlen fekü- és fedőformációi

Table IV. The direct footwall and hanging wall formations of the allochthonous manganese ore (TCF Kepekői M.)

Fekü			Fedő		
Kor	Képződmény	Fúrászám	Kor	Képződmény	Fúrászám
Malm	Radiolarit (Tóközi Radiolarit F.)	1	Holocén	Kvarter	38
Dogger	Kovás mészkő, mészmárga (Eplényi Mészkő F.)	34	Focén	Nummuliteszes mészkő (Szöci Mészkő F.)	34
Toarci	Gumós mészkő (Tölgyhádi Mészkő F.)	7		Agyagmárga, márga (Darvastói F.)	44
	Mangánérces telepsoport (Úrkúti Mangánérc F.)	291	Bauxit, bauxitos agyag (Gánti Bauxit F.)	11	
Középső-liász	Kiltigozott mészkő (IMF Káváshegyi Mészkő T.)	299	Felsőkréta	Molluscás márga, kőszén (Ajkai Kőszén F.)	2
	Gumós mészkő (Tűzkövesárki Mészkő F.)	3	Albai	Requeniás mészkő (ZMF Úrkúti Mészkő T.)	137
	Zöldesszürke mészmárga (KMF Bocskorhegyi T.)	2		TAF Timárpusztai Mészkő T.	67
	Crinoideás, tűzköves mészkő (Kisháti Mészkő F.)	56		TAF Tunyokhegyi Mészkő T.	3
Alsó-liász	Brachiopodás, crinoideás mészkő (Isztiméri, Pisznicci Mészkő F.)	47		Szürke agyag (Tési Agyagmárga F.)	313
	Brachiopodás mészkő (Hierlatzi Mészkő F.)	45			
	Dachsteini jellegű liász mészkő (Kardosréti Mészkő F.)	20			
Felső-triász	Dachsteini Mészkő F.	15			
	Kösseni Formáció	1			
Összes fúrás		1278	Összes fúrás		649



7. ábra. A Tési Agyagmárga Formáció Kepekői Tagozat közvetlen fekjének (A) és fedőjének (alulnézeti) (B) térképe

(A) 1 – Dachsteini Mészkő Formáció, 2 – Kardosréti Mészkő Formáció, 3 – Hierlatzi Mészkő Formáció, 4 – Kisháti Mészkő Formáció, 5 – Isztiméri Mészkő Formáció Káváshegyi Tagozat, 6 – Úrkúti Mangánérc Formáció, 7 – Tölgyhádi Mészkő Formáció, 8 – Eplényi Mészkő Formáció, 9 – bányamezők

(B) 1 – Tési Agyagmárga Formáció tunyokhegyi mészkő tagozat, 2 – Tési Agyagmárga Formáció timárpusztai mészkő tagozat, 3 – Zirci Mészkő Formáció Úrkúti Mészkő Tagozat, 4 – Tési Agyagmárga Formáció, 5 – Gánti Bauxit Formáció, 6 – Darvastói Formáció, 7 – Szöci Mészkő Formáció, 8 – kvarter képződmények, 9 – bányamezők

Figure 7. Map of direct footwall (A) and hanging wall (bottom-view map) (B) of Tés Clay Formation Kepekői Member

(A) 1 – Dachstein Limestone Formation, 2 – Kardosréti Limestone Formation, 3 – Hierlatz Limestone Formation, 4 – Kishát Limestone Formation, 5 – Isztimér Limestone Formation Káváshegy Member, 6 – Úrkút Manganese Ore Formation, 7 – Tölgyhát Limestone Formation, 8 – Eplény Limestone Formation, 9 – mining areas

(B) 1 – Tés Clay Formation tunyokhegy limestone member, 2 – Tés Clay Formation timárpuszt limestone member, 3 – Zirc Limestone Formation Úrkút Limestone Member, 4 – Tés Clay Formation, 5 – Gánt Bauxite Formation, 6 – Darvastó Formation, 7 – Szóc Limestone Formation 8 – Quaternary, 9 – mining areas

K-i, ÉK-i részén fordul elő nagy gyakorisággal. Közvetlen fedőként a szürke agyag (Tési Agyagmárga Formáció) a leggyakoribb előfordulású (48%; IV. táblázat), melynek területi elterjedése megegyezik az előbb leírt leggyakoribb feképződmények elterjedésével (Kövestábla, Bocskor-hegy, a medence Ny-i pereme; 7. ábra, B). A fiatalabb — leginkább eocén — képződmények az Úrkúti-medence K-i, ÉK-i részén fordulnak elő közvetlen fedőképződményként.

Az áthalmozott ércel kapcsolatban, ha csak azokat a fúrásokat vizsgáljuk, amelyekben Úrkúti Mangánérc F. nem, csak Tési Agyagmárga F. Kepekői Tagozata fordul elő, akkor még nagyobb gyakoriságok tapasztalhatók (V. táblázat). Ezek a területeken ismét a kilúgozott

V. táblázat. Az áthalmozott érc (TAF Kepekői T.) közvetlen feképződményei a fúrásszámokkal (ahol nincs Úrkúti Mangánérc Formáció)

Table V. The direct footwall and hanging wall lithology (where the Úrkúti Manganese Formation is absent) of the allochthonous manganese ore (TCF Kepekői M.)

Kor	Képződmény	Fúrásszám
Malm	Radiolarit (Lókúti Radiolarit F.)	1
Dogger	Kovás mészkő, mészmárga (Eplényi Mészkő F.)	4
Toarci	Gumós mészkő (Tölgyhádi Mészkő F.)	2
Középső-liász	Kilúgozott mészkő (IMI ² Káváshegyi Mészkő F.)	273
	Gumós mészkő (Tűzkövesárki Mészkő F.)	3
	Crinoideás, tűzköves mészkő (Kisháti Mészkő F.)	89
Alsó-liász	Brachiopodás, crinoideás mészkő (Isztiméri, Pisznicsei Mészkő F.)	18
	Brachiopodás mészkő (Hierlatzi Mészkő F.)	33
	Dachsteini jellegű liász mészkő (Kardosréti Mészkő F.)	17
Felső-triász	Dachsteini Mészkő F.	16
	Kösseni Formáció	1
	Összes fúrás	457

mészkő a leggyakoribb (Isztiméri Mészkő F. Káváshegyi T.), azonban a korábnál jóval nagyobb arányban (60%).

Diszkusszió

Az áthalmozás vizsgálatának eredményei

Gazdasági-, teleptani- és általános földtani szempontból is fontos kérdés, hogy az áthalmozás miként érintette nemcsak az érces összletet, hanem a többi kőzetet is. Ennek vizsgálatára legjobban a közvetlen feké- és fedőtérképek a legalkalmasabbak. A térképek alapján számos szabályszerűséget lehet megfigyelni (4–7. ábrák). Kitétetett szerepe lehet az Úrkúti-medence Ny-i részén található É–D-i lefutású ároknak, melynek legdélebbi területe adja egyrészt

a teljes medence legmélyebb részét, másrészt ebben az árokban található a legnagyobb karbonátos mangánérc készlet. Míg a árok É-i részén az érces összlet (főként a karbonátos főtelep) közvetlen fekéjét a Kisháti Mészkő Formáció Bocskorhegyi Tagozata adja, addig délen — legnagyobb gyakorisággal — a Tűzkövesárki Mészkő Formáció. Ezek a képződmények az Úrkúti Mangánérc Formációval konkordáns rétegsort alkotnak, azonban található olyan területek is, ahol meglehetősen nagy a hiátus. Ennek legjobb példája a Nyíres és Csárdahegy területe, ahol az alsó-liász Kardosréti Mészkő, Hierlatzi Mészkő és kisebb gyakorisággal a Pisznicsei Mészkő Formáció jelenik meg közvetlen fekéként (hiátus ~20 és ~15 millió év). E hiátusok magyarázatára két megoldás lehetséges: (1) vagy ki sem alakultak a hiányzó (középső-liász) képződmények, vagy (2) kialakultak, csak lepusztultak (esetleg visszaoldódtak; POLGÁRI et al. 2012). Az Úrkúti-medence mai peremei a liász időszakban olyan üledékképződési környezetet alkottak, melyek csekély üledék felhalmozódási rátával rendelkeztek, mint pl. a kiemelkedések lejtői, hiszen az elvi rétegsorban egészen a dogger végéig nem található diskordancia.

Ha az Úrkúti Mangánérc Formáció közvetlen fedőtérképét vizsgáljuk, akkor szembevetjük, hogy a fedőben konkordánsan megjelenő Kisgerecsei Márga Formáció az említett É–D-i árok területén és peremén található nagy gyakorisággal (5. ábra). Ennek alapján ebben az árokban „in situ” konkordáns rétegsor található, ahol a mangánérces összlet is eredeti állapotában van jelen. A további képződmények közül kiemelhető a Tési Agyagmárga Formáció Kepekői Tagozata, amely főként a kiemeltebb területeken fordul elő, vagyis a lepusztulás hatásaként ezeken a részeken ~100 millió év üledéke hiányzik. A lepusztulás mértéke határozottabb, ha a Csárdahegyi eltolódás mentén vizsgáljuk a közvetlen fedőt: itt a középső-eocén Darvastói Formáció vagy akár a Szóci Mészkő Formáció is megjelenhet (tehát a hiátus ~150 millió év). A közvetlen fedőformációk megjelenésében is látható szabályosság, mégpedig a hiátus ÉK-felé egyre nagyobb.

Az áthalmozott érc (Tési Agyagmárga Formáció Kepekői Tagozat) közvetlen fekéjét hasonló következtetésekre lehet jutni (7. ábra, A). E képződmény alatt nem konkordánsan, de rétegsorrendben az Eplényi Mészkő Formáció következik (vagyis a hiátus ebben az esetben ~75 millió év), amely legnagyobb gyakoriságban az É–D-i árok területén fordul elő. Az időbeli hiátus mértéke a Tölgyhádi Mészkő — Úrkúti Mangánérc — Isztiméri Mészkő Formáció Káváshegyi Mészkő Tagozat — Kisháti Mészkő — Hierlatzi Mészkő — Kardosréti Mészkő és a Dachsteini Mészkő Formáció rétegsor tagjai mentén egyre nő, akár a 108 millió évet is elérheti. Legnagyobb lepusztulás (és ennek okán a legnagyobb hiátus) a medence ÉK-i részén található, ahol a felső-triász Dachsteini Mészkő Formációra közvetlenül albai áthalmozott érc települ. Ez a lepusztulás az apti–albai határon végbement lepusztulási esemény (az alpi orogenezishez köthető kiemelkedés hatása) lehetett, mivel ezek fedőjében megtalálható az albai áthalmozott érc.

Feltehetően a kréta–eocén időszak között is történhetett áthalmazás (ennek egyik bizonyítéka, hogy a terület É-i részén nem található meg a Zirci Mészke Formáció (ZMF) Úrkúti Mészke Tagozata), bár ennek mértéke jóval kisebb lehetett.

Az áthalmazott érc közvetlen fedőjét (7. ábra, B) vizsgálva az albai fedőképződmények a teljes medencében megtalálhatók, ezzel szemben az alsó- és középső-eocén formációk már leginkább a medence K-i részén (Lejtőskakna, Nyíres és Csárdahegy térségében). Tehát hasonló következtetést lehet levonni, mint korábban: a lepusztulás mértéke ÉK-felé nőtt. A lepusztulás(ok) korát nem lehet egyértelműen megállapítani, hiszen a közvetlen fedőképződmények az albitól a kvarterig bármilyen korúak lehetnek. Viszont a rétegsorokból bizonyos megállapítások tehetők: (1) ahol további kréta képződmények megtalálhatók közvetlen fedőként, ott nem történt lepusztulás, (2) ahol alsó–középső-eocén képződmények vannak, ott valószínű paleocén, és (3) ahol csak kvarter fedő található, ott valószínűleg infraoligocén és/vagy pleisztocén időszi lepusztulás történhetett.

Az tehát biztos, hogy a medencebeli rétegsorokat lepusztulási események alakították át, mégpedig ÉK-felé egyre nagyobb mértékben, melyek vagy az ÉK-i terület kiemeltebb helyzetének és/vagy a lepusztulás ÉK-felé intenzívebb voltának köszönhetőek. Valószínűleg ezen ok(ok) miatt maradt meg a Ny-i terület É–D-i árokban az „in situ” állapotban található nagy vastagságú karbonátos mangánérc összlet. Ezt a feltevést támasztja alá az a tény is, hogy a Csárdahegyen a felső-liász mangánérces összlet fedőjében csak a dogger Eplényi Mészke Formáció, az albai Tési Agyagmárga Formáció Kepekői Tagozata, a középső-eocén Darvastói és Szőci Mészke Formáció, illetve kvarter lösz található, vagyis a lepusztulási események (apti, paleocén, infraoligocén és esetleg pleisztocén) ezen a területen jóval erőteljesebbek voltak, mint a medence belső részén.

Az érces összlet

Az újraértékelt rétegsorok és az áthalmazások vizsgálatának eredményeképpen megállapítható tehát, hogy az Úrkúti-medencében a lepusztulás, áthalmazás mértéke K-, ÉK-felé egyre nagyobb, ezért a mangánérces rétegsor területenként más-más felépítésű. A medencén belül a Ny-i részen található É–D-i árok területén általában „in situ”, áthalmazatlan, mangánkarbonátos rétegsorok találhatóak. Az elvi rétegsor nemcsak a kifejlett mangánkarbonátos főtelepet (a különböző színű karbonátos mangánérces és a radioláriás, ill. mangánkarbonátos agyagmárgarétegek meghatározott sorrendje; 2. ábra) tartalmazza, hanem a felső-liász mangánérces telepet befogadó kőzeteket is. Ebben az esetben ez egyrészt a középső-liász Kisháti Mészke Formáció Bocskorhegyi Tagozata, másrészt a felső-liász Kisgerecsei Márga Formáció, amely az Úrkúti Mangánérc Formációra konkordáns településével bizonyítja a lepusztulásmentes felépítést.

Az Úrkúti Mangánérc Formáción belüli „in situ” képződmények területi elterjedése is alátámasztja a fenti álláspontot, hiszen mind a karbonátos főtelep, mind a mangánkarbonátos agyagmárga (II. telep) a medence Ny-i részén található É–D-i árokban vagy annak közvetlen környezetében fordul elő. Hasonló előfordulást mutat a mangánérces összlet fedőjében — vagy a Kisgerecsei Márga Formáció fekvésében — megjelenő „fedőtűzkő”, az Úrkúti Mangánérc Formáció Cservári Tűzkő Rétegtagja is. Ezzel szemben az Úrkúti-medence központi illetve Ny-i részein — ahol kiemeltebb a terület — vagyis a középső-liász fekvő magasabb térszínen található — a mangánérces összlet különböző átalakulásokon ment keresztül. Az átalakulások valószínűleg a kiemeltebb térszíneken végbemenő oxidációhoz köthetők, így az „in situ” karbonátos főtelepből másodlagos réteges és/vagy gumós oxidos mangánérc, a radioláriás agyagmárgából, radioláriás agyag és a mangánkarbonátos agyagmárgából réteges oxidos mangánércet is tartalmazó (radioláriás) agyag képződött. Ha megnézzük e képződmények területi eloszlását, gyakoriságát, akkor látható, hogy valóban a kiemeltebb térrészek fordulnak elő, valamint az átalakult fekvőképződmények, mint például a kilúgozott fekvő mészke is a kiemeltebb területeken található. Az utólagos átalakulás területi elterjedését és kapcsolatát a mangánércsel a 7. ábrán lehet legjobban áttekinteni. Tehát a másodlagos ércek a kiemeltebb területeken találhatóak, ott, ahol az átalakult fekvő mészke, valamint az áthalmazott ércek is. Ezek szerint az apti–albai határon végbement áthalmazás során a kiemeltebb helyeken (melyek valószínűleg akkor is hasonló helyzetben lehettek) az „in situ” telep oxidálódott és részben lepusztult (itt csak a Tési Agyagmárga Formáció Kepekői Tagozata található), máshol pedig megmaradt a mangánérces telep, azonban az oxidáció hatására másodlagos oxidos ércek jöttek létre. Ez a hatás — a fekvő átalakulás területi eloszlásából (6. ábra), valamint a képződmények gyakoriságából ítélve érinthette a középső-liász mészkeket is (III. táblázat). Ezt a feltevést erősíti meg az áthalmazott érc közvetlen fekvőképződményeinek területi eloszlása (7. ábra, A), valamint a képződmények fúrásokban megjelent gyakorisága is, melyeket azonos hatásokkal lehet magyarázni (IV., V. táblázat). Tehát az Úrkúti-medencében a mangánérces telepek fekvésében tapasztalható „kilúgozás” tulajdonképpen az apti–albai határon bekövetkezett oxidáció hatása (ami akár később is folytatódhatott — akár napjainkig is (SZABÓ Z. szóbeli közlés): amely nemcsak az ércet alakította át, hanem a fekvő képződményeket is (tripoli; POLGÁRI et al. 2005). Van az oxidos érceknek egy olyan csoportja, amelyek az „in situ” karbonátos mangánérc alatt fordulnak elő a fekvő határán. Ennek lehetséges magyarázata egyrészt (1) egy-egy vető mentén leszívargó és az érces összlet és a fekvő kontaktusán migráló oxidatív oldatok utólagos átalakító hatása a karbonátos mangánérc fekvőoldali részén. Másik elképzelhető magyarázat szerint (2) maga a hatás a fekvőből származik (hidrotermás?), amely az érce-sedés legkorábbi fázisát képviselheti. Ennek a kérdésnek az eldöntése túl mutat a fúrásfeldolgozás keretein, és további komplex vizsgálatokat igényel.

Következtetések

Az Úrkúti-medence fúrásainak újraértékelésével elkészült a medence formáció szintű sematikus földtani felépítésének rétegsora, amely CSEH NÉMETH (1965) óta vártott magára. Az újraértékelt rétegsorok alapján az alábbi új megállapítások tehetők:

Az ideálisnak tekintett rétegsorok esetében az Úrkúti Mangánérc Formáció fekélyében Kisháti Mészke Formáció Bocskorhegyi Tagozata (zöldesszürke tűzköves mészmárga) található, a fedőben pedig a Kisgerecsei Márga Formáció (ammoniteszes márga). E rétegsorok esetében az Úrkúti Mangánérc Formációt mindig karbonátos mangánérc képviseli. Ilyen fúrások a medence Ny-i részén egy É–D-i árok területén találhatók, ahol az Úrkúti Mangánérc Formáció eléri maximális vastagságát.

A helyben oxidálódott másodlagos oxidos ércek (ÚMF), leggyakoribb fekély képződményei a kilúgozott mészke, tűzköves agyag (Isztiméri Mészke Formáció Káváshegyi Mészke Tagozat), míg leggyakoribb fedő képződménye a tűzköves és mangántörmelék agyag (Tési Agyagmárga Formáció Kepekői Tagozat).

Az áthalmozott érc (allochton, oxidos ércek) albai korú, sztratigráfiaiilag a Tési Agyagmárga Formáció Kepekői Tagozatába tartozik. Ez a formáció a medence ÉK-i része felé egyre vastagabb kifejlődésben található meg, így a medencében megfigyelt lepusztulás ÉK-felé egyre nagyobb mértékű. Ennek az érc típusnak a leggyakoribb fekély képződményei a kilúgozott mészke, tűzköves

agyag (Isztiméri Mészke Formáció Káváshegyi Mészke Tagozat).

A rétegsorok feldolgozása alapján az áthalmozás az albaiban ment végbe, amely során nemcsak a helyben oxidálódott másodlagos oxidos ércek alakulhattak ki, hanem a fekély alkotó mészke is ekkor alakulhattak át („kilúgozódtak”). Tehát a kilúgozott mészke az albaiban végben posztzediment hatás eredményeként jött létre.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Dr. SZABÓ Zoltán nyugalmazott főmérnök úrnak, hogy örömmel és lelkesedéssel adta át a fél évszázad alatt megszerzett mélyreható tudását és tapasztalatát az úrkúti fúrásokkal kapcsolatban, valamint Dr. VIGH Tamás felelős műszaki vezetőnek és FARKAS István ügyvezető igazgatónak (Mangán Kft.), hogy rendelkezésemre bocsátották a bakonyi mangánkutató fúrások dokumentációit.

Köszönet illeti a mindenre kiterjedő segítő és javító szándékú észrevételeiért Dr. POLGÁRI Mártát, Dr. VIGH Tamást és Dr. CSÁSZÁR Gézárt.

A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program — Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom — References

- BÉRCZI I. & JÁMBOR Á. 1998: *Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana*. — MOL Rt. – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 517 p.
- CSÁSZÁR G. (szerk.) 1997: *Magyarország litosztratigráfiai alapegységei*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 114 p.
- CSEH NÉMETH J. 1960: A csárdahegyi mangánércterület kutatási jelentése és készletszámítása. „Cs” jelű csárdahegyi külszíni sekélyfúrások (Cs–1–Cs–58) rétegsorai. — *Kézirat*, Úrkút Adattár, 130 p.
- CSEH NÉMETH J. 1963: A bocskorhegyi külszíni mangánérces terület kutatási jelentése és készletszámítása (Előzetes jelentés). „B” jelű bocskorhegyi külszíni sekélyfúrások (B.1–B.120.) rétegsorai. — *Kézirat*, Úrkút Adattár, 26 p.
- CSEH NÉMETH J. 1965: Az úrkúti mangánércterület mai földtani értékelése. — *Földtani Kutatás* **8**, 8–22.
- FEKETE S. & CSEH NÉMETH J. 1961: A Lejtőszakna környéki érctelep (lakótelep) kutatási jelentése, készletszámítása és gazdaságossági számításai. „L” jelű lejtőszaknai külszíni sekélyfúrások (L–1–L–36) rétegsorai. — *Kézirat*, Úrkút Adattár, 64 p.
- KNAUER J. 1996: *Magyarország litosztratigráfiai alapegységei, Jura*. — *Kézirat*, 62 p.
- POLGÁRI M., SZABÓ Z. & SZEDERKÉNYI T. (szerk.) 2000: *Mangánérc Magyarországon — Grasselly Gyula akadémikus emlékére*. — MTA Szegedi Akadémiai Bizottsága, Szeged, 675 p.
- POLGÁRI M., SZABÓ Z., SZABÓ-DRUBINA M., HEIN, R. J. & YEH, H-W. 2005: A porous silica rock („tripoli”) in the footwall of the Jurassic Úrkút manganese deposit, Hungary, Composition, and origin through carbonate dissolution. — *Sedimentary Geology* **177**, 87–96.
- POLGÁRI M., HEIN, R. J., VIGH, T., SZABÓ-DRUBINA M., FÖRIZS, I., BÍRÓ, L., MÜLLER, A. & TÓTH, A. L. 2012: Microbial processes and the origin of the Úrkút manganese deposit, Hungary. — *Ore Geology Reviews, Special Issue “Manganese Metallogenesis”* **47**, 87–109.
- SZABÓ Z. 1965: A Kövestábla I. mangánérces terület kutatási jelentése és készletszámítása, „K” jelű kövestáblai külszíni sekélyfúrások (K–1–K–80) rétegsorai. — *Kézirat*, Úrkút Adattár, 111 p.
- SZABÓ Z. 1966: A bocskorhegyi mangánérces terület kutatási zárójelentése és készletszámítása, „B” jelű bocskorhegyi külszíni sekélyfúrások (B–121 – B–181) rétegsorai — *Kézirat*, Úrkút Adattár, 109 p.
- SZABÓ Z. 1968: A Bocskorhegy mélyszintű terület I. összefoglaló földtani jelentése és készletszámítása — *Kézirat*, Úrkút Adattár, 161 p.

- SZABÓ Z. 1969: A Kövestábla II. terület mangánérc-kutatásának összefoglaló földtani jelentése és készletszámítása, „K” jelű kövestáblai külszíni sekélyfúrások (K-81–K-205) rétegsorai — *Kézirat*, Úrkút Adattár, 193 p.
- SZABÓ Z. 1971: Jelentés a Csárdahegyen 1970-ben végzett földtani kutatásokról, „Cs” jelű csárdahegyi külszíni sekélyfúrások (Cs-59–Cs-99.) rétegsorai. — *Kézirat*, Úrkút Adattár, 43 p.
- SZABÓ Z. 1976: Összefoglaló földtani jelentés az Úrkút-Nyíres terület felderítő fázisú mélyfúrásos kutatásáról — *Kézirat*, Úrkút Adattár, 19 p.
- SZABÓ Z. 1980: A Nyíres-i külfejtés összefoglaló földtani jelentése és készletszámítása, „N” jelű nyíresi (Kislőd) külszíni sekélyfúrások (N-1–N-38) rétegsorai. — *Kézirat*, Úrkút Adattár, 14 p.
- SZABÓ Z. 2006: Bakonyi mangánérc bányászata, Farkas József bányamérnök emlékére. — Mangán Bányászati és Feldolgozó Kft., Úrkút, 655 p.
- (Sz.n. 1): Fúróluk szelvények (U-31, -32, -33, -34, -56).
- (Sz.n. 2): „U” jelű 158 db mélyfúrás, U-281-U-438-ig földtani naplók formájában (1968–1987).
- (Sz.n. 3): „UB” jelű 280 db bányabeli fúrás UB-240-ig szelvények formájában, majd rétegsor leírások formájában (1965–1989).
- Kézirat beérkezett: 2013. 10. 14.