

Az uránérctermelés és az uránfelhasználás jellemzői a 2010-es években

PROF. EM. DR. KOVÁCS FERENC okl. bányamérnök, az MTA rendes tagja
Miskolci Egyetem, Bányászati és Geotechnikai Intézet



A tanulmány az utóbbi évtized uránérc-, ill. urántermelés nemzetközi statisztikáiban fellelhető vagyron, ill. termelési és előkészítési adatait elemzi. Az ércminőség és gazdaságossági kategóriák alapján ad meg a vezető urántermelő országokra adatokat. A megkutatottsági jellemzők mellett ércvagyron és termelési adatokat elemez, a kitermelési módszerek arányait, az anyagközet típusok szerinti vagyronmegoszlást részletezi, utalásszerűen vázolja a főbb ércelőkészítési-dúsítási eljárások szerepét.

Bevezetés

Általában az energia, a villamos energia használat számos előnye következtében az áramigény növekedésével – más áramtermelő források mellett – elvileg párhuzamosan emelkedik az atomerőművek fűtőelem (urán) igénye is, bár az atomenergia társadalmi el nem fogadottsága – különösen Európában – a növekedés mérséklését is eredményezheti.

A 2015. évi statisztika szerint a 437 áramtermelő egység összkapacitása 377 GWe volt, ezek fűtőelem igénye mintegy 56600 t urán (U). Az ismert tendenciák szerint elsősorban a szénhidrogénekben szegényebb, ill. az ún. fejlődő országok az „atomarány” növelését tervezik. Prognózisok, mértékadó szakértő fórumok (NEA, IAEA) szerint a világ „atomáram” igénye 2035-re 420-680 GWe közötti értékre nőhet, függően a nap-, ill. szélenergia területén lehetséges kapacitásbővítés, ill. költség alakulásától. A prognózis szerinti „atomkapacitás” ellátásához a jelenlegi nukleáris-technikai színvonalon elvileg 67000-105000 t/év urán szükséges.

Az ismert, különböző megbízhatósági (valószínűségi) szinteken megkutatott, illetőleg minősített uránércvagyron elegendő, a jelentős időtávra vonatkozó költségigények biztosítása lehet kérdéses. Az urán piaci árucikké válása után a kereslet-kínálat, a tartalékok hiánya, avagy többlete esetén a piaci „nyomás” az árak alakulásával lehet hatással a kitermelés mennyiségére.

Az atomenergia aránya az áramtermelésben a jövőben is megmarad. A fejlődő országok a népesség növekedése miatt, a magasabb ellátási (élet) színvonal biztosítása érdekében bővítik az „atomkapacitást”. A károsanyag kibocsátás minimális szintje, a technikai fejlesztések a biztonság növelését szolgálják, az atomerőművek árverseny-képességét javítják. A jövőre vonatkozó támogatottságot ugyanakkor az atomhulladék kezelésének problémája érintheti.

Szakértői fórumok egyetértenek abban, hogy az eddig megkutatott uránérc készletek és az újabb kutatások a jövő atomalapú villamosenergia termeléséhez elegendő forrást biztosítanak, a piaci feltételek a feltárás és kitermelés anyagi forrásait tehetik kérdésessé. A fejlesztés és a használat különös „érzékenysége”,

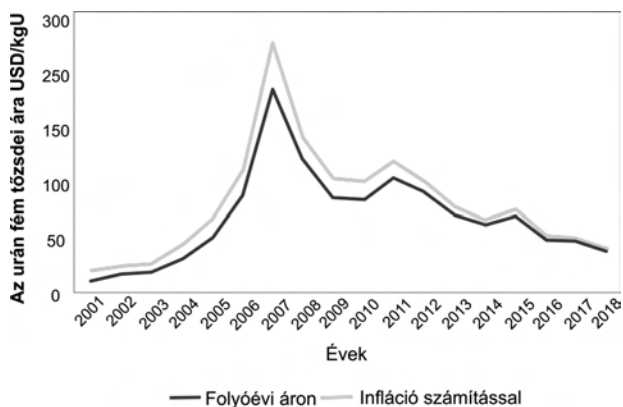
hogy a döntések az erőművek vonatkozásában is több (30-50) évre vonatkoznak, a hulladékkezelés problémája évszázadokra.

Az uránérc „minőségi” jellemzőinek osztályozása, gazdasági értékelése

Az urán és más ún. „hasadó anyagok” primer formában az uránérc kitermelése, előkészítése és dúsítása után állnak a felhasználók (atomerőművek, hadiipar stb.) rendelkezésére. Az érc a koncentrációtól függően általában más hasznosítható fémeket is tartalmaznak.

Az urán viszonylag értékes, a tőzsdei műveletek során „drága” anyag, a tőzsdei ár az utóbbi öt év során 50-100 USD/kgU (U_3O_8) között alakult. Az érc minőségét jellemző urán (U) koncentráció (%), ppm), avagy az érc fajlagos fémtartalma (g/m^3 , g/t) a kitermelés alapvető minősítő paramétere. A bányászati termelés gazdaságosságát jellemző mutató pedig az urán fém, ill. az uránoxid termelési költsége (USD/kgU, USD/kg U_3O_8).

A világpolitikai változások eredményeként – ritka esetektől eltérően – az urán szabad tőzsdei terméknek számít. Az 1. ábra az uránfém 2001-2018. évek közötti időszakban történt alakulását mutatja.



1. ábra: Az uránfém ára

Az uránérc, ill. az uránérc-előfordulások gazdasági és gazdaságossági „minősítési” besorolását – két időpontra vonatkozóan – a 1. táblázat tartalmazza. A

2011. évi minősítési besorolás még uránoxid (U₃O₈) tartalom (%) és költséghatárok (USD/kg U₃O₈) alapján minősít, a 2016-os besorolás az uránfém (U) tartalom (%_U, ppm) alapján.

A tanulmányban részletes adatokkal szolgálunk majd, hogy az egyes országokban az ércvagyon milyen minőségi jellemzőjű, és arról is, hogy a bányászati tevékenység során hol és milyen minőségű ércet termelnek. A kitermelési minőség alsó határa általában 0,03-0,05% (300-500 ppm) urán-koncentráció. A kitermelési költség ilyen minőségi alsó határ mellett meghaladja a 130 USD/kgU értéket, elfogadható gazdasági eredményt csak kiemelkedően nagy egyedi ércvagyon, kis települési mélység, nagy kapacitású bánya biztosíthat.

A Mecseki Ércbányászati Vállalat viszonylag nagy mélység (700-1000 m) mellett közepes bányászati kapacitással, nominálisan 0,10-0,12% (U₃O₈) koncentrációjú ércet termelt.

Nemzetközi szabadkereskedelmi vonatkozásban a 2001-2018 évek átlagában a napi tőzsdei ár 81,5 USD/kgU, az inflációs ár átlaga 95,14 USD/kgU volt. Ez azt jelentette volna, hogy pozitív gazdasági eredmény az 1. táblázat (2011. év) szerint csak 0,10-2,00% U₃O₈ minőség mellett adódhatott, ami átlagban jóval meghalad(hat)ja az 0,10 % fölötti uránoxid tartalmat.

Irodalmi források szerint az adott időszakban egyes bányáknál a termelt érc **átlagos** U₃O₈, ill. U koncentrációja (%): Kanadában Bancroft U₃O₈ 0,21-1,00%; USA-ban Jura Morisson uraninit U₃O₈ 0,24%, Dakota homokkő U 0,18%, Jackpail mező U₃O₈ 0,38% (helyileg U₄O₈ 1,53%, U₂O₅ 1,5%), Uravan (U-V) U₃O₈ 0,27%, Big Indian U₃O₈ 0,39%, Colorado U₃O₈ 0,29%, D-Dakota U₃O₈ 0,24%, Pumkin Buttes U₃O₈ 0,20-0,25%. (Ezen értékek többsége 2,5-3,5-szer magasabb, mint a mecseki termelés 0,110-0,115%-os átlaga volt.)

1. táblázat: Az uránérccek „minőségi” osztályozása, gazdasági értékelése

2011. évi			2016. decemberi	
Minőség	U ₃ O ₈ [%]	USD/kg U ₃ O ₈	Megnevezés	U koncentráció [%] [ppmU]
Igen jó	> 20%	< 40	Kiemelkedően magas érc koncentráció (pl. Kanada)	> 20% - > 200000 ppm
Jó	2,00-20,0	40-80	Magas fokú érc koncentráció	> 2% - 20000 ppm
Gyenge	0,10-2,00	80-130	Alacsony fokú gazdasági érc koncentráció	> 0,010% - 1000 ppm
Igen gyenge	0,010-0,100	130-260	Nagyon alacsony gazdasági érc koncentráció (pl. Namibia)	> 0,010% - 100 ppm
Nem tekinthető ércnek	< 0,010	> 260	Gránit	3-5 ppm
			Üledékes kőzet	2-3 ppm
			Kontinentális földkéreg	átl. 2,8 ppm
			Tengervíz	0,003 ppm

Az uránérc készletek megkutatottsági, ill. gazdaságossági kategóriák szerinti főbb jellemzői

Az ásványi alapanyagokkal való ellátottsággal kapcsolatban ismételtelen felmerül a kérdés, hogy a jelenlegi kitermelési szinten, illetőleg a távlatban növekvő igények kielégítése mellett milyen időtávra biztosított/biztosítható az ellátás arra is tekintettel, hogy meg nem újuló erőforrásokról van szó. Az ércek között a hagyományos (vas, réz, alumínium, ötvöző fémek) anyagok mellett az utóbbi 50-70 évben, különösen hadiipari és energetikai szempontból, az urán kapott kiemelt szerepet.

Az urántermelés jelenlegi, még inkább jövőbeli lehetőségeit – amíg várhatólag a nukleáris erőművek döntő részben a mai, ill. a ma belátható atomtechnika megoldásaival dolgoznak – az ún. ellátottsági jellemzőket az uránérc készletek határozzák meg. Az ellátottsági szintet a vagyon és az ércminőség mellett a gazdasági (kitermelési) jellemzők is befolyásolják.

Első lépésben globális jellemzőként a közepes minőséghez tartozóan, a 130 USD/kgU kitermelési költségszintnél kedvezőbb készlet-vagyon adatokat bemutatva.

A 2009. évi „világ-statisztika” alapján az uránoxid (U₃O₈) készlet Ausztráliában 167 300 t, Kazahsztánban 851 000 t, Kanadában 485 000 t volt, ez együtt a világgészlet 52%-a. További országok a termelés mennyisége szerinti sorban: Oroszország, Dél-Afrika, Namibia, Brazília, Nigéria, USA, Kína, Jordánia, Üzbegisztán, Ukrajna, India és Mongólia együtt adják a „világgészlet” 45,5%-át. Más országok készlete együtt 140 000 t, Magyarország (MBFH adat) 30 000 t. Mindösszesen 5 564 000 t (U₃O₈) volt a készlet.

A 2015. évi adatok már kitermelhető uránfém (U) készletet adnak meg. Ausztrália, Kazahsztán és Kanada együtt a világgészlet 51%-a, a fentebb sorolt más

országok mellett már megjelent Botswana, Tanzánia és Peru is. Az eddig említett országok a világgészlet 97,9%-át birtokolták, más országok 2,1 %-át.

A 2. táblázat a kitermelés gazdasági minősítésének kategóriái szerinti besorolásban adja meg a hazai fogalmak megjelöléséhez igazodva a 2018. január 1-i statisztika (NEA, IAEA) adatait. Hazai fogalmak szerint földtani vagyonnak a táblázat

2. táblázat: Urán-fém készletek a gazdasági értékelés kategóriái szerint [t U]

A készlet megnevezése	A kitermelés gazdasági minősítésének kategóriái			
	<40 USD/tU	<80 USD/tU	<130 USD/tU	<260 USD/tU
Megállapított (azonosított) in situ	841 000	2 695 300	7 659 400	10 188 700
Megállapított (azonosított) *	646 900	2 124 700	5 718 400	7 641 600
Biztosan elfogadható in situ	627 300	1 583 800	4 683 900	5 861 600
Biztosan elfogadható *	478 500	1 223 600	3 458 400	4 386 400
Bizonyított in situ	213 700	1 112 300	2 976 300	4 327 200
Bizonyított*	168 400	901 100	2 260 100	2 355 100
Magyarország				13 500

* Az ércelőkészítés, dúsítás során jelentkező veszteséget leszámítva.

szerinti megállapított (azonosított) vagyont, művealó /művelhető vagyonnak a „biztosan/ésszerűen” elfogadható vagyont, ipari vagyonnak (készletnek) a „biztosított” megjelölésű vagyont soroljuk be. A táblázatban a 100 tonnánál nagyobb tömegű uránt hordozó készletek szerepelnek (a magyarországi adatokat a nemzetközi statisztikából vettük át).

Az in situ jelzésű vagyon a bányászati termelés lehetőségét feltételezi, benne szerepel a „nyers” érc-készlet és az előkészítésre feladható termék közötti veszteség tömege is.

A 2. ábra az egyes „minőség/minősítési” kategóriák készlet/vagyon időbeli alakulását mutatja. A 80 USD/kgU-nál kisebb költséggel termelhető vagyon 2007 után csökkenést mutat – minden előfordulásnál először a jobb minőségű érc kitermelésére van törekvés –, a kitermelés fő „súlya” a 80 USD/kgU és a 130 USD/kgU minőségű ércekre irányult, 2007-2009 után már nagyobb igénybevétel jelent meg a 130 és 260 USD/kgU minőségű ércekre is. A 2005-2007 a jobb minőségű ércek felderítése céljából jelentősen nőtt a kutatási költségek kumulált összege.

Egyes országokat kiemelve jól láthatók a tendenciák. Ausztráliában a kutatás során az igazolt készletek (ipari készlet) csökkentek, a gyengébb kategóriájú

ércek mennyisége nőtt. Kanadában az igen kiváló minőségű ércek kitermelése kapott nagy figyelmet, a gyengébb minőségű ércekből jelentős készleteket tártak fel. Kazahsztánban még igen jelentős termelés mellett is szinten maradt a 80 USD/kgU költségszint alatt termelhető minőség, a 80 USD/kgU költségnél drágábban termelhető vagyon is jelentősen nőtt.

A vizsgált időszakban Kínában jelentősen emelkedett a kitermelés, ezzel párhuzamosan a megkutatott készlet mind a négy minőségi kategóriában bővült. Dél-Afrika, Namíbia és Nigéria – bővülő termelés mellett – jelentős készletekkel rendelkezik, utóbbi két ország uránvagyonra inkább a gyengébb minőségű kategóriákban jelentős.

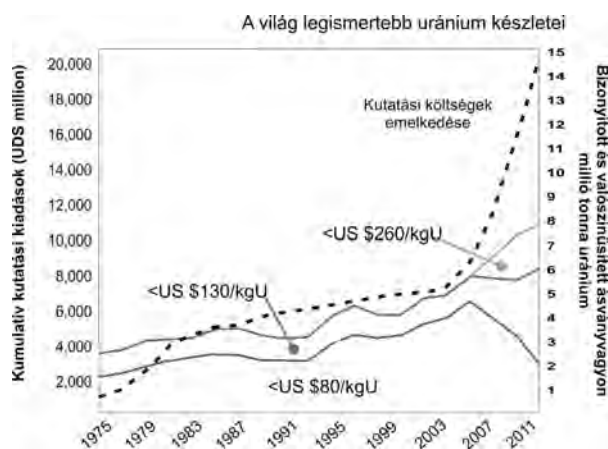
Az urán-uránoxid termelés a 2009-2016. években

Az uránérc, az uránfém „ellátottság” másik jellemzője az egyes országok (atomtechnikailag összetartozó országcsoportok) évi termelése. Az évi termelési adatok összehasonlítása során általában már nem a vagyon kimutatásánál figyelembe vett 130 USD/kgU gazdaságossági jellemzőhöz tartozó „átlag” minőségről van szó, mivel általános törekvés van arra, hogy a földtani-technikai adottságok lehetőségei-korlátai között, adott ásvány (érc) előfordulásnál először a jobb minőségű gazdaságosabb területeket termeljék ki. A technikai fejlődés lehetőségei, a piaci környezet változása egy későbbi időszakban a gyengébb minőségű érceknél is gazdaságos tevékenységet biztosíthatnak.

A 2009., ill. 2016. évi termelési adatokból táblázatos formában csak a „fontosabb” országok adatait írjuk ki (3. táblázat).

A táblázat adatai szerint a három „hagyományosan nagy” urántermelő ország döntő, 63-66%-os súlya a termelésben is megjelenik. Oroszország termelését is hozzászámítva már 73-76%-os arány adódik ki. Feltűnő változás az ausztráliai visszaesés, az abszolút tömegben és arányában is jelentős kazahsztáni, a kínai és az ukrainai bővülés, az USA-ban csökkenés.

Az uránérc, az uránfém speciális jellemzői – a radioaktív sugárzás, és a föld alatti bányákban a radon



2. ábra: Az uránércvagon változásai kategóriák szerint

3. táblázat: Fontosabb országok uránoxid termelése és részesedése a világtermelésben

	2009		2016	
	[t/év]	[%]	[t/év]	[%]
Kazahsztán	14 020	27,6	24 570	39,4
Kanada	10 173	20,0	14 039	22,5
Ausztrália	7 982	15,7	6 315	10,1
Oroszország	3 564	7,0	3 004	4,8
USA	1 453	2,9	1 125	1,8
Kína	750	1,5	1 616	2,6
Ukrajna	840	1,7	1 005	1,6
<i>Világ összesen</i>	<i>50 773</i>	<i>100</i>	<i>62 263</i>	<i>100</i>
	59 870	100,0	73 540	100

koncentráció – magas technológiai, biztonsági szintet követelnek.

Bányászati vonatkozásban érdekes lehet az urántermelő országokban működő nagyobb termelő egységek kapacitása. Kanadában föld alatti bánya a Mc Arthur River és a Cigar Lake bánya 6900 tU/év, ill. 6700 tU/év termelése a világtermelés 11-11%-ával, Kazahsztánban a Katev JV/Areva, ill. az Inkai JV/Cameco bányaterület in situ kioldásos 4000 tU/év, ill. 2300 tU/év (6%, ill. 4%) évi termeléssel. Ausztráliában a Rio Tinto Ranger külfejtés, Namíbiában a Paladin külfejtés 2000 tU/év, ill. 1900 tU/év (3-3%) évi termeléssel. A világ 15 legnagyobb urán „kapacitású” termelő egysége 42000 tonna uránt termelt, ami 2016-ban a világtermelés 68%-át tette ki. Kazahsztánban in situ kioldásos módszerrel termelt továbbá a IV. Kazatomprom-Uranium One 2081 tU/év, a IV Uranium One-Betpak Dala (2056 tU/év), a Baiken-U 1838 tU/év és a Budenovszkoja 1-4 bánya 1743 tU/év mennyiségét.

Az uránkészletek megoszlása anyakőzettípusonként

Az urántermelés és előkészítés természeti adottságait, feltételeit jelentős mértékben az ércesedés földtani-ásványtani körülményei, a fém tartalmat „hordozó” ún. anyakőzet tulajdonságai határozzák meg. Ebből adódóan a gazdaságosság is a földtani jellemzőknek, kiemelten az érc fém tartalmának a függvénye.

Az uránérc megjelenése rendkívül sokféle földtani típushoz kötött, az irodalomban található részletes osztályozás, ill. besorolás: kedvezőtlen proterozoikum, homokkő, komplex vasoxid breccsa, kvarc kavics konglomerát, tömör gránit, metamorfit, üledékes telepek, karbonátok, zavart breccsa, foszfát, lignit, melléktermékek.

A 260 USD/kgU költséghatárig nyilvántartott „megállapított” földtani összes uránkészlet (4 386 000 tU) 26%-át (1 153 000 t) a **homokkő** előfordulások adják. Jelentős földtani készlet található komplex vasoxid breccsában, proterozoikumi előfordulásokban, intruzív vulkáni kőzetekben és metasomatitokban is. A legnagyobb gazdasági jelentőségű készletek Kazahsztánban, Üzbegisztánban, az USA-ban és Nigériában vannak.

A „bizonyított” (hazai fogalmak szerint a műrevaló) készletek (2 355 000 tU) 33%-át a **homokkő** összletekhez kötött urán mennyisége teszi ki. Ezen belül is a kiváló minőségű (<40 USD/kgU) ércekben található az összes (ilyen minőségű) fém tartalom 73%-a, az igen jó minőség (40-80 USD/kgU) 61%-a. A jó minőségű ércek megtalálhatók még a paleozoós rétegekben és a tömör vulkáni kőzetekben is. A 80-130 USD/kgU gazdasági jellemző mellett a vasoxidos breccsa, a homokkő és a metasomatikus kőzetek tartalmazzák a fém tömeg 68%-át.

A homokkő anyakőzet kiemelkedő aránya hazai vonatkozásban azért érdekes, mivel a *mecseki uránösszlet is permii anyakőzetben található*. Ebből adódóan a külföldi homokkőves példák hasznosítása kiemelt jelentőségű lehet. A nemzetközi statisztika Magyarország urán(érc) készletét a 130-260 USD/kgU minőségi kategóriában 13500 tonnának tartja nyilván.

Az uránérc kitermelés, kinyerés módszerei

A hagyományos bányászati módszerek – az érc külfejtéssel, avagy földalatti gépi-, ill. robbantásos jövesztéssel – alkalmazása során a külfejtés döntő részben (92%-ban) általában kisebb települési mélységnél a gyengébb minőségű (80-260 USD/kgU) ércek kitermelését szolgálja, a föld alatti (ún. mélybányászati) módszer – az érc minőségétől alapvetően függetlenül – a nagyobb mélységben települt előfordulásokat termeli. A dolog természetéből fakadóan a külfejtésekben történő termelés azonos fém tömeg nyerése céljából többszörös tömegű érc kitermelését jelenti.

Az in situ savas kioldás – bányászati termelő üregek kialakítása/fenntartása nélkül – az érc testben a fajlagos felület (porozitás, átteresztőképesség) növelése mellett hozza oldott formába (fázisba) az ércet, illetőleg fémét. Az in situ savas kioldás szélesebb körben alkalmazott, mint a lúgos kioldás módszere. A savas kioldás 2014-ben a hagyományos bányászat összetermelésének kb. 25%-át tette ki.

A műrevaló (biztosan elfogadható) készletek (4 400 000 tU) minőségi kategóriákba történt besorolása szerint külfejtéses „művelés” a 80-260 USD/kgU kategóriában 930 000 tU tömeget jelent, a mélyművelés része 850 000 tU. A savas kioldás összes (< 260 USD/kgU), 530 000 tU részesedéséből 420 000 tU a kiváló + jó minőségű vagyon.

Az ipari (bizonyított) vagyon minőségi kategóriák szerinti megoszlásánál is hasonló arányokat ad meg a nemzetközi statisztika. A teljes (<260 USD/kgU) 322 000 tU, a külfejtésre 615 000 tU, a mélyművelésre 942 000 tU adódik. A kiváló + jó minőségű ércekből 185 000 tU a mélyművelésre jut, a külfejtésre csak 35 000 tU. Az in situ savas kioldás összesen 690 000 tU vagyonból 540 000 tU a kiváló + jó minőségű vagyon, ami 2,5-szer több, mint a külfejtés + mélyművelés összes (217 000 tU) <80 USD/kgU költséggel kitermelhető ipari vagyona.

Az uránérccek dúsításának ércelőkészítési módszerei

A kitermelhető (biztosan elfogadható) kategóriájú uránérccek dúsítási technológiáinak arányait tekintve megállapítható, hogy a külfejtéssel és mélyműveléssel kitermelt érc hagyományos eljárással történő „dúsítása” a teljes fémtömeg 70%-át (3 090 000 tU) teszi ki. Az in situ savas kioldás továbbá – a külfejtéssel termelt gyengébb (> 130 USD/kgU) ércek külfejtési „meddőhányójának” – savas kioldása további 403 000 tU fém kihozatalát jelenti, ami a hagyományos előkészítési technológiákkal együtt 3 493 000 tU fémtömeget tesz ki, ami a „műrevaló uránkészlet” kerekén 80%-a.

Az egyes minőségi kategóriák (USD/kgU) előkészítési módszerek szerinti megoszlását elemezve kitűnik az is, hogy az in situ savas kioldásnak elsődleges jelentősége a jobb minőségű ércek kitermelésénél van (421 000 tU), a kisebb fémkoncentráció mellett az in situ savas kioldás kevésbé lehet hatékony (96 000 tU).

Az ipari (bizonyított) minősítési kategória érceinél az in situ savas kioldás aránya – hasonlóan a műrevaló kategóriához – a jobb minőségű érceknél nagyobb, a „gyengébb” minőségű érceknél kisebb érték.

A fémkinyerés „ismeretlen” módszerei elsősorban a polimetallikus (V, Cu stb.) urántartalomra „gyengébb” (80-260 USD/kgU) érceknél használatosak, a jobb minőségű (<80 USD/kgU) uránércceknél a hagyományos urándúsítási eljárások, továbbá a bányászati termelő-üreg nélküli in situ savas kioldás jelentheti a fő kitermelési és kinyerési módot.

DR. KOVÁCS FERENC 1962-ben bányamérnök, 1968-ban külfejtési szakmérnök oklevelet szerzett a Nehézipari Műszaki Egyetemen. 1962-től a Bányászati és Geotechnikai Tanszék oktatója, 1977-től egyetemi tanár, 1984-től tanszékvezető. 1987-től a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 1993-tól rendes tagja. Számos hazai és külföldi szakmai és állami kitüntetés tulajdonosa, hat külföldi egyetem tiszteletbeli doktora.

A Miskolci Egyetem Nyilvános Ünnepi Szenátus ülése

2019. február 7-én a Miskolci Egyetem Nyilvános Szenátus ülésén került sor a Műszaki Földtudományi Kar (MFK), a Műszaki Anyagtudományi Kar (MAK) és az Állam és Jogtudományi Kar (ÁJK) diplomakiosztó ünnepségére.

Prof. dr. Torma András rektor megnyitója után prof. dr. Szűcs Péter dékán tett előterjesztést, hogy a Műszaki Földtudományi Karon a 2018/2019 I. félévben oklevelet szerzett 22 fő (alapképzésben 11, mesterképzésben 10 és szakirányú továbbképzésben 1 fő).

Ezután prof. dr. Palotás Árpád Bence, a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánja tett előterjesztést, mely szerint a karon 2018/2019 I. félévében 32 fő szerzett oklevelet (alapképzésben 21, mesterképzésben 11 fő).

A kormány nevében dr. Horváth Zita, a felsőoktatásért felelős helyettes államtitkár, majd az egyetem nevében dr. Csák Csilla, az ÁJK dékánja mondott ünnepi beszédet.

Ezt követően dr. Mucsi Gábor, a MFK egyetemi do-

A tanulmány a Miskolci Egyetemen működő Alkalmazott Földtudományi Kutató Intézet GINOP-2.3.2-15-2016-00010 jelű „Földi energiaforrások hasznosításához kapcsolódó hatékonyság növelő mérnöki eljárások fejlesztése” projektjének részeként – a Széchenyi 2020 program keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Strukturális és Beruházási Alapok társfinanszírozásával valósul meg.

IRODALOM

1. Bárdossy Gy. (2011): A világ atomerőműveinek uránércellátottsága. Magyar Tudomány 2011/3. pp. 317-321.
2. Uránium 2016: Resources, Production and Demand. Nuclear Energy Agency, International Atomic Energy Agency.
3. IAEA (2011), Analysis of Uranium Supply to 2050, IAEA-SM-362/2, IAEA, Vienna
4. NEA (2006), Forty Years of Uranium Resources, Production and Demand in Perspective, OECD, Paris
5. NEA (2015) Introduction of Thorium into the Nuclear Fuel Cycle: Short for long-term considerations, OECD, Paris
6. OECD NEA, IAEA. Uranium 2014. Resources, Production and Demand („Red Book”)
7. P. Bruneton, M. Cuney, F. Dahlkamp, G. Zaluski: IAEA Geological classification of Uranium deposits, International Symposium on Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle. (URAM 2024) June 2014.
8. Alliance Resources (2015), 2015 Annual Report, Alliance Resource Partners L. P., Tulsa, p. 48.

cense egyetemi habilitációs, Bohács Katalin, Juhász Eleonóra (MFK) és Cseh Dávid, Nagy Csaba (MAK) doktori oklevelet vehetett át.

A Szenátus ülését az egyetem rektora zárta be.

Dr. Horn János

A Nemzeti Kőbányászati Emlékhely az értéktárban

Az OMBKE Dorogi Helyi Szervezete kezdeményezésére az 2015. évi Bányásznapon Dorogon felavatott Nemzeti Kőbányászati Emlékhelyet a Komárom-Esztergom Megyei Közgyűlés és a Megyei Értéktár Bizottság felvette a Megyei Értéktárba.

Mint arról annak idején beszámoltunk (BKL Bányászat 2015/5. szám 36. old.) a Nemzeti Kőbányászati Emlékhely az OMBKE kezdeményezésére, a Baumit Kft. anyagi és erkölcsi támogatásával a kőbánya vállalatok kő felajánlásával jött létre Dorogon, a Baumit Kft. központja előtti területen.

Dr. Korompay Péter