

Közzététel: 2020. február 12.

A tanulmány címe:

A modern ipar „vitaminjai”: a ritkaföldfémek

Szerző:

HAJNAL BÉLA, a Debreceni Egyetem habilitált főiskolai tanára

E-mail: hajnal.bela48@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.20311/stat2020.2.hu0174>

Az alábbi feltételek érvényesek minden, a Központi Statisztikai Hivatal (a továbbiakban: KSH) Statisztikai Szemle c. folyóiratában (a továbbiakban: Folyóirat) megjelenő tanulmányra. Felhasználó a tanulmány vagy annak részei felhasználásával egyidejűleg tudomásul veszi a jelen dokumentumban foglalt felhasználási feltételeket, és azokat magára nézve kötelezőnek fogadja el. Tudomásul veszi, hogy a jelen feltételek megszegéséből eredő valamennyi kárért felelősséggel tartozik.

1. A jogszabályi tartalom kivételével a tanulmányok a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény (Szt.) szerint szerzői műnek minősülnek. A szerzői jog jogosultja a KSH.
2. A KSH földrajzi és időbeli korlátozás nélküli, nem kizárólagos, nem átadható, térítésmentes felhasználási jogot biztosít a Felhasználó részére a tanulmány vonatkozásában.
3. A felhasználási jog keretében a Felhasználó jogosult a tanulmány:
 - a) oktatási és kutatási célú felhasználására (nyilvánosságra hozatalára és továbbítására a 4. pontban foglalt kivétellel) a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - b) tartalmáról összefoglaló készítésére az írott és az elektronikus médiában a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - c) részletének idézésére – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző(k) megnevezésével.
4. A Felhasználó nem jogosult a tanulmány továbbértékesítésére, hasznoszerzési célú felhasználására. Ez a korlátozás nem érinti a tanulmány felhasználásával előállított, de az Szt. szerint önálló szerzői műnek minősülő mű ilyen célú felhasználását.
5. A tanulmány átdolgozása, újra publikálása tilos.
6. A 3. a)–c.) pontban foglaltak alapján a Folyóiratot és a szerző(ke)t az alábbiak szerint kell feltüntetni:

„*Forrás: Statisztikai Szemle c. folyóirat 98. évfolyam 2. számában megjelent, Hajnal Béla által írt, 'A modern ipar „vitaminjai”: a ritkaföldfémek' című tanulmány (link csatolása)*”

7. A Folyóiratban megjelenő tanulmányok kutatói véleményeket tükröznek, amelyek nem esnek szükségképpen egybe a KSH vagy a szerzők által képviselt intézmények hivatalos álláspontjával.

Hajnal Béla

A modern ipar „vitaminjai”: a ritkaföldfémek*

‘Vitamins’ for the modern industry: rare earth elements

HAJNAL BÉLA, a Debreceni Egyetem habilitált főiskolai tanára
E-mail: hajnal.bela48@gmail.com

A periódusos rendszer tizenhét ritkaföldfémként ismert eleme 2010-ben hirtelen „hírhedtté” vált. Egészen addig csak nagyon kevesen tudtak ezen elemek hasznosságáról, pedig a megújuló energiaforrások előállításában és a zöldtechnológiában (a szélturbinákban, a napelemekben és az energiatakarékos világításban), a csúcstechnológiai alkalmazásokban (a számítógépekben, az okostelefonokban és az orvosi eszközökben), valamint a hadiiparban (a rakétavezérlő rendszerekben, az okosbombákban és a tengeralattjárókban) már nélkülözhetetlenné váltak. A ritkaföldfémek hirtelen címlapra illő stratégiai és gazdasági jelentőségű anyagokká léptek elő.

E ritkaföldfémek előfordulásának koncentrációja igen nagy, mert 93 százalékuk egyetlen országra, Kínára összpontosul. Korábban még sohasem fordult elő a történelemben, hogy egyetlen nemzet olyan mértékben „markában tartott” volna egy elemcsoportot, mint ahogyan Kína a ritkaföldfémeket. Az még hihetlenebb, hogy a „létfontosságúként” megjelölt további elemek, ásványok világszerte csupán néhány országból származnak, s köztük ismét csak Kína a domináns. 2014-ben például az Európai Unióba érkező húsz legfontosabb ásványianyag-forrás mindegyikének legnagyobb exportálója Kína volt: az antimon esetében ez 87, a kalcium-fluoridéban 56, a galliuméban 69, a germániuméban 59, az indiuméban 58, a magnézitében 69, a magnéziuméban 86, a természetes grafitében 69, a (nehéz-) ritkaföldfémekében 87, a szilíciuméban 56, a volfráméban 85 százalékos részesedést jelentett.

A New York-i Egyetem professzora, *Sophia Kalantzakos* most ismertető könyve 2018-ban jelent meg a Pallas Athéné Könyvkiadó gondozásában. A kiadó célja, hogy az olvasók széles körű közgazdaságtani, pénzügyi és menedzsmentisme-

* KALANTZAKOS, S. [2018]: *Kína és a ritkaföldfémek geopolitikája*. Pallas Athéné Könyvkiadó Kft. Budapest.

retekre tegyenek szert, és választ kapjanak a világban zajló, aktuális geopolitikai kérdésekre. A kiadó jó érzékkel tűzte programjába e könyv kiadását, hiszen Kína oly mértékű versenyelőnyre tett szert a globális ritkaföldfém-bányászat és -kohászat piacán, amelyet adott esetben geopolitikai céljai szolgálatába is állíthat.

2010 szeptemberében Kína leállította a ritkaföldfémexportot Japánba egy haditengerészeti incidens miatt, amely a vitatott Szenkaku-szigetek (kínai nevén Tiajoü) közelében, a Kelet-kínai-tengeren történt. A ritkaföldfémek 2010-2011-es 5-8-szoros árrobbanása rendkívüli médiafigyelmet keltett, és reflektorfénybe helyezte e súlyos geopolitikai kérdéseket. Kína már 2010 előtt is „kiéheztette” a világot ritkaföldfém-ből, mert a 2005. évi 66 ezer tonna ritkaföldfémoxid exportkvótáját 2009-re 48 ezer, 2010-re pedig 30 ezer tonnára csökkentette. A ritkaföldfémválság közel két évig uralta a címlapokat, és borzolta a kedélyeket világszerte. Számos vállalat úgy próbálta kivédeni e kritikus évek hatásait, hogy termékei gyártását Kínába helyezte át, így garantálva a ritkaföldfémekhez való megfizethető és folyamatos hozzáférést. Az 1980-as években *Teng Hsziao-ping* is előre látta, hogy a ritkaföldfémek nélkülözhetetlenek a modern ipari alkalmazásokban, amivel Kína olyan hatással lesz a geopolitikai kapcsolatokra, amelyet potenciális riválisainak is el kell fogadniuk.

A modern technológia gyorsan növekvő, „mindenevő érendje” ma már a periódusos rendszer szinte minden anyagát magában foglalja (25. old.). Az ásványi anyagok elérhetőségét két fő oknál fogva tekintik szűkösnek: vagy a készlethiány, vagy az ellátási zavar miatt. Egyre fontosabbá válik e nagyon drága nyersanyagok újrahasznosítása és újrafelhasználása, amit az is befolyásol, hogy az emberek mennyit hajlandók áldozni az adott ásványra. A szűkösségre három tényező nyújthat megoldást: a nemzetközi kereskedelem, a technológiai innováció és a helyettesítés. Az ásványi anyagok embargója gyakran alkalmazott technika, amikor az áremelés a kívánt cél. A ritkaföldfémek exportjának 2010-es korlátozását a fejlett országok Kína „erőforrás-nacionalizmusaként” értelmezték és ítélték el.

Közismert, hogy a XXI. században Kína az Egyesült Államok legfontosabb gazdasági versenytársává és globális szintű politikai riválisává vált, s mint ilyen, az amerikai stratégiai gondolkodás és tervezés központjában áll. Az Egyesült Államok gazdasága a beruházás, a fogyasztás és az adósság miatt erős szálakkal kötődik Kínához, de bizalmi és ideológiai szakadék húzódik mind kormányzati modelljeik, mind pedig az emberi jogokkal kapcsolatos nézeteik tekintetében (43. old.). Bár Kína gazdasági státusát fejlődő országból nemzetközi szuperhatalommá változtatta, még mindig a „világ legnagyobb fejlődő országa”.

A Pew Research Center elnöke szerint a fejlődő világban jobb a vélemény Kínáról, mint az Egyesült Államokról. 2007-ben az előbbinek 83 százalékos szimpátiaindex volt Malajzia, 79 Pakisztán, 74 Banglades és 65 Indonézia lakosságának körében. A legtöbb afrikai országban még népszerűbb Kína (Elefántcsontparton és Maliban 92 százalékot „adtak” Kínának, míg a kedveltségi rangsorolás 67 és 81 százalék

között alakult Kenya, Szenegál, Ghána, Nigéria, Tanzánia és Etiópia esetében). Noha Kína folyamatosan újraértelmezi nemzeti érdekeit, alapvető célkitűzései továbbra is egyértelműek: a békés nemzetközi környezet megőrzése, az elszigeteltség és a bekerítettség elkerülése, a nyersanyagokhoz és a piacokhoz való biztonságos hozzáférés, illetve a nemzetközi kapcsolatok „demokratizálódásának” előmozdítása (57. old.). A fejlett világ ennek megvalósítását és azt várja, hogy Kína hagyjon fel eddigi bonyolult egyensúlyozó mutatójaival.

Hszi Csin-ping kínai elnök 2014 márciusában, Párizsban *Napoleon* Kínáról ejtett szavait idézte, aki szerint Kína egy alvó oroszlán, amelynek ébredése meg fogja rázni a világot. Az elnök bejelentette: az oroszlán felébredt, de békés és barátságos. Kína kritikusai viszont agilis kereskedelmét elsősorban geostratégiai és csak másodlagosan geogazdasági szempontok vezérlik.

A kötet 2. fejezete (61–92. old.) a ritkaföldfémek tudományába vezeti be az olvasót, de azok is megértik, akik nincsenek felvértezve felsőfokú kémiai ismeretekkel. Kiemelhető, hogy a ritkaföldfémek két kategóriába sorolhatók: a könnyű- és a nehézritkaföldfémekébe. Az első csoportba tartozók (lantán, cérium stb.) készletei sokkal bőségebbek, mint az utóbbiaké. Ennek megfelelően a nehéz ritkaföldfémek (europium, terbium, erbium stb.) ára sokkal magasabb, mint a könnyű csoportba tartozóké. A ritkaföldfémeket igen gyakran oxid formájában adják el. Az teszi különösen értékessé őket, hogy az elektronikus, mágneses, optikai és katalitikus tulajdonságok széles spektrumát mutatják. A ritkaföldfémek alkalmazási területei felölelik a modern ipar teljes vertikumát (például autók katalizátorai, üvegek, tükrök, tv-képernyők, számítógép-monitorok fényezése, mágneses tervezés, akkumulátorcellák, folyadékkristályos kijelzők [LCD-k] és plazmaképernyők, kompakt fénycsövek stb.). Mind közül a legfontosabb a mágnesek előállítása, amelynek teljes ellátási lánc Kínában található. Amikor a ritkaföldfémek amerikai bányászata leállt, a mágnesipar és a szakértők elhagyták az országot, és Kínába költöztek.

Az éghajlatválság súlyosbodásával megnő a szélturbinák szerepe; e generátorok mérete és súlya jelentősen csökken, ha ritkaföldfémeket használnak fel építésükhöz. Az állandó mágneses technológia domináns szerepet játszik az elektromos járművek piacán is. Például egy hagyományos szedán típusú gépkocsiban 0,45 kg ritkaföldfém-et használnak fel, míg egy hibrid elektromos jármű esetében kb. 4,5 kg-ot. Az energiatakarékos világításra történő átállás teljes megvalósulása esetén az Európai Unióban becslések szerint a megtakarított energia egyenértékű lesz Románia teljes villamosenergia-fogyasztásával (84. old.).

Egészen a közelmúltig a ritkaföldfém-bányászat környezeti hatásait nem kezelték Kínában kellő határozottsággal. A vállalatok profitjuk növelését elsődlegesen szem előtt tartva nem fektettek be a környezetkímélőbb bányászati gyakorlat kialakításába. Ironikus, hogy a csúcstechnológia és a zöldtechnológiák e csodás elemei ilyen súlyos környezeti károkkal járnak (92. old.). Kína nemcsak a ritkaföldfémek termelését,

hanem kohászatát is szinte egy kézben tartja. Az újrahasznosítás nem jellemző; áttörő innováció a ritkaföldfémek helyettesítésére nem várható, ezért a termelés növelése révén lehet csak a digitális világ megteremtéséhez és a gazdaság szénmentesítéséhez szükséges ritkaföldfém-mennyiséget előállítani.

A kötet következő harmincöt oldala a két stratégiai párhuzamot, a só és az olaj elmúlt évezredek, évszázadok során játszott szerepét mutatja be nagyon érdekesen, de többszörösen túlírva. Az olvasónak e fejezetnél az az érzése, hogy nem közgazdasági, hanem történelemkönyvet tart a kezében. Sok más mellett azt is megtudhatjuk, hogy a XI. század végére a kínaiak felfedezték, hogy a kálium-nitrát (salétrom) kénnel és szénnel keverve gyúlékony, és robbanást okozhat. Az eredmény a puszkapor volt, így lett a só első széles körű ipari alkalmazása e találmány (100. old.).

Kína korán ráébredt ritkaföldfémforrásainak jelentőségére, és termelését dinamikusan növelte, amelynek mértéke 1978 és 1989 között évi 40 százalékos rátát ért el; ezzel az ország a világ legnagyobb termelőjévé vált. 1990-ben a kínai kormány a ritkaföldfémeket „védett és stratégiai jelentőségű ásványnak” nyilvánította. Ettől kezdve a külföldi befektetők csak kínai cégekkel közös vállalkozásban vehettek részt a ritkaföldfémek olvasztásában és szétválasztásában (132. old.). Tökéletesítsük a ritkaföldfémek előállítását és alkalmazását, és a források adta előnyünket váltsuk gazdasági fölényre – ajánlotta már 1991-ben *Csiang Cö-min*, Kína akkori elnöke.

Kína először a mágnescsapatot célozta meg, mivel a mágneses technológia a ritkaföldfémek egyik legfontosabb kereskedelmi és katonai jellegű felhasználási területe. (1998-ban a világ mágnesyártásának 90 százalékát még az Egyesült Államok, Európa és Japán adta.) 2011-ben az egyik kínai miniszterhelyettes már úgy fogalmazott, hogy „a ritkaföldfémek a modern ipar vitaminjai, és Kína XXI. századi, új anyagokkal teli kincsesládája”. Az ország nemcsak a legnagyobb termelője, hanem a legnagyobb felhasználója is e drága ásványoknak. Kína már most a napenergia-ágazat vezető szereplője, emellett a szélenergiával előállított villamosenergia-termelés magasabb kapacitásával is büszkélkedhet (135. old.).

A high-tech versenyben a világ Kína jóindulatára van utalva. „A világ úgy tűnt, aludt, miközben Kína egyre inkább a ritkaföldfémipar Góliátjává vált. A világ többi részének közel húsz évbe telt, amíg hirtelen ráébredt arra, hogy a csúcstechnológia jövője ennek az egy szállítónak a kezében van” – fogalmazta meg aggodalmait egy nyugati szakértő (145. old.). A japán kereskedelmi miniszter 2012-es szavai szerint: „ha nem tudunk hozzáférni e nélkülözhetetlen erőforrásokhoz, lelassul a megújuló energiaforrásokra való áttérés” (153. old.).

A korrupció átszövi a világot, és ez alól ez a szegmens sem kivétel. Úgy becsülik, hogy a Kínából Japánba származó ritkaföldfémeknek akár egyötöde (ezt Kínában sem cáfolták) egy Kínában virágzó feketepiaci hálózathoz érkezik a szigetországba. A kínai kormány szerint figyelemmel kell kísérni a ritkaföldfémek kitermelésének és feldolgozásának káros környezeti hatásait, továbbá meg kell szüntetni illegális

bányászatukat és csempészetüket (173. old.). Kína kihasználta a 2010 a 2012 közötti kritikus éveket, így ipara e téren nagy előnnyel jelenik meg a high-tech versenyben. Geopolitikájának vezérlőelve egy híres stratégia, *Szun-ce* ajánlása: „A legnagyobb diadal nem az, hogy minden csatát megnyerünk, hanem az, hogy az ellenséget harc nélkül győzzük le.”

A száznyolcvan oldalas mű irodalomjegyzéke és jegyzetei nyolcvan oldalon olvashatók, amiből látszik, hogy a szerző csak a tényekre hagyatkozott. Könyve nemcsak a gazdaság, hanem a társadalom kérdései iránt érdeklődők számára is ajánlható. Emellett hasznos középiskolai kémia tanárok számára is, akik a leírtak segítségével fokozhatják a tanórák izgalmát, hiszen a könyv írója olyan, jövőnket érintő gondokat vesz górcső alá, amelyekről csak ritkán szoktunk mélyen elgondolkodni. A magyar fordítás alig egy évvel később jelent meg, mint az eredeti kiadás, így a magyar nyelven olvasókat is „helyzetbe hozta” a kiadó. Második kiadásánál egy anyanyelvi lektor is ajánlható. Az ismétlődések, valamint a szórványos nyelvi és gépelési hibák ellenére nagyon olvasmányos, sok tanulsággal szolgáló kötettel gazdagodott a szakirodalom.