

A kritikus és stratégiai nyersanyagok Európai Unió szakpolitikai áttekintése

Overview of the European Union Policy of Critical and Strategic Raw Materials

FÓRIS ILDIKÓ^{1,@}, LASSÚ GÁBOR^{2,3,+} , MUCSI GÁBOR^{1,#} , MÁDAI FERENC^{4,&}

¹Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítés és Környezettechnológia Intézet, 3515 Miskolc

²Miskolci Egyetem, Anyag és Vegyészmérnöki Kar; ³SteelTech-Center Hungary, 3515 Miskolc

⁴Miskolci Egyetem, Nyersanyagkutató és Földtudományi Intézet, 3515 Miskolc

[@]E-mail: ildiko.foris@uni-miskolc.hu; [†]E-mail: gabor.lassu@uni-miskolc.hu;

[#]E-mail: gabor.muksi@uni-miskolc.hu; [&]E-mail: ferenc.madai@uni-miskolc.hu

Napjaink egyik legégetőbb problémája a nyersanyagellátással függ össze, azon belül is az egyes nyersanyagokhoz, főleg fémekhez való hozzáférés kiemelt jelentősége az EU, vagy az USA gazdasága számára. A technológiai fejlődés révén kulcsfontosságú szereppel bírnak ezek az anyagok, azonban az EU számos kritikus fontosságú nyersanyag esetében kizárólagos, vagy igen jelentős behozatalra szorul, ami a jövőre nézve jelentős ellátási kockázat jelent. A kritikus nyersanyagok folyamatos figyelmet igényelnek a kormány, az ipar és a tudományos közösség részéről. Az Európai Unió 2007-ben felismerte a kritikus nyersanyagok értékláncának kitettségét és az elmúlt lassan két évtizedben sikerült némi eredményt elérni, elsősorban az ellátási források biztosítása és az újra hasznosítás területén. Az utóbbi évek komoly eseményei – COVID-19, háborús konfliktusok – egy újabb fontos lépést hoztak ezen a területen: a kritikus nyersanyagokról szóló EU-s rendelet társadalmi vitáját, majd elfogadását. A tanulmány az Európai Unió helyzetét vizsgálja a kritikus nyersanyagok tekintetében az elmúlt évek során létrehozott kimutatások és a 2023 májusában elfogadásra került kritikus fontosságú nyersanyagokról szóló európai jogszabály kibontásának segítségével.

Kulcsszavak: kritikus nyersanyagok, CRM, CRMA, Critical Raw Materials Act

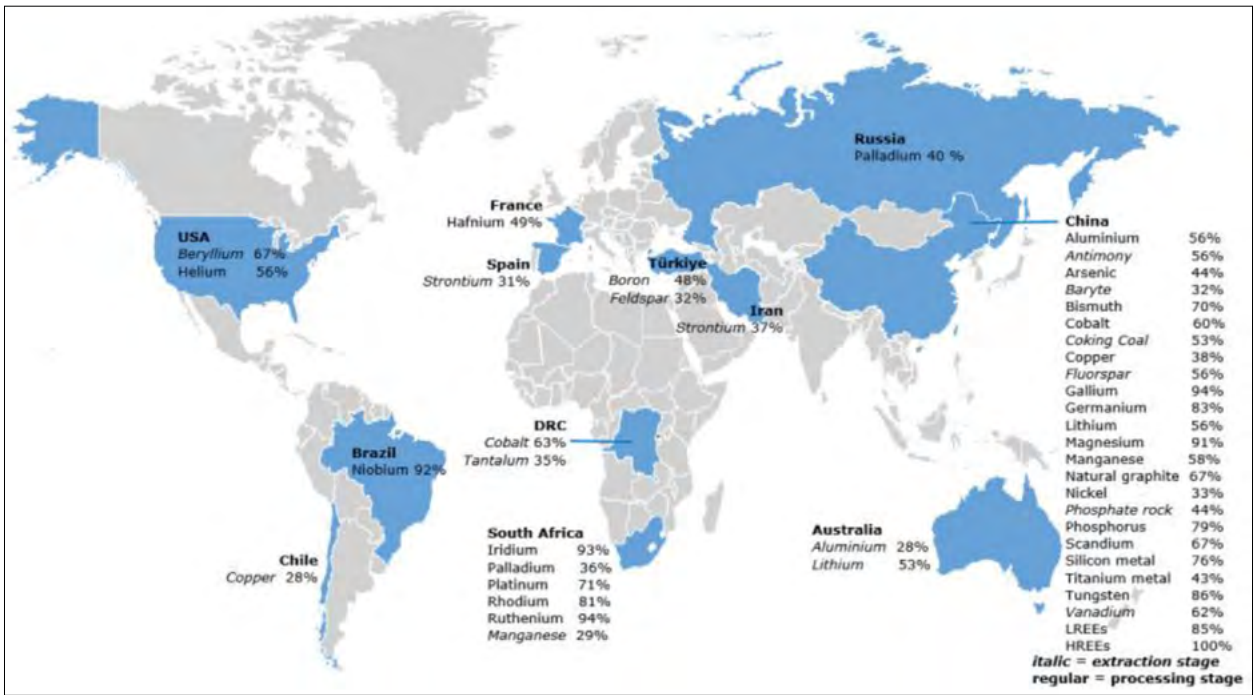
One of the most pressing problems of our time is related to the supply of raw materials, with access to certain raw materials, especially metals, being of key importance for the EU or US economy. As technology continues to evolve, these materials have a key role, but the EU relies on exclusive or very significant imports of many critical raw materials, which poses a significant supply risk for the future. Critical raw materials require continued attention from government, industry, and the scientific community. The European Union recognized the exposure of the critical raw materials value chain in 2007. Some progress has been made over the last two decades, notably in securing supply sources and recycling. The major events of recent years – COVID-19, and war conflicts – have brought another important step forward, the public debate and subsequent adoption of the EU regulation on critical raw materials. This study examines the situation in the European Union regarding critical raw materials, through the statements produced in recent years and the unravelling of the European legislation on critical raw materials adopted in May 2023.

Keywords: critical raw materials, CRM, CRMA, Critical Raw Materials Act

Bevezetés – a téma fontossága

A kritikus nyersanyagok szerepe kulcsfontosságú a globális gazdaságban, mivel nélkülözhetetlenek minden technológiaiintenzív iparág számára, beleértve az autóipart, az elektronikát, az energiaipart, de olyan stratégiai ágazatokat is, mint a hadiipar, mezőgazdaság, egészségügy. Ezek az anyagok létfontosságúak a technológiai fejlődés, a fenntartható energiaforrások

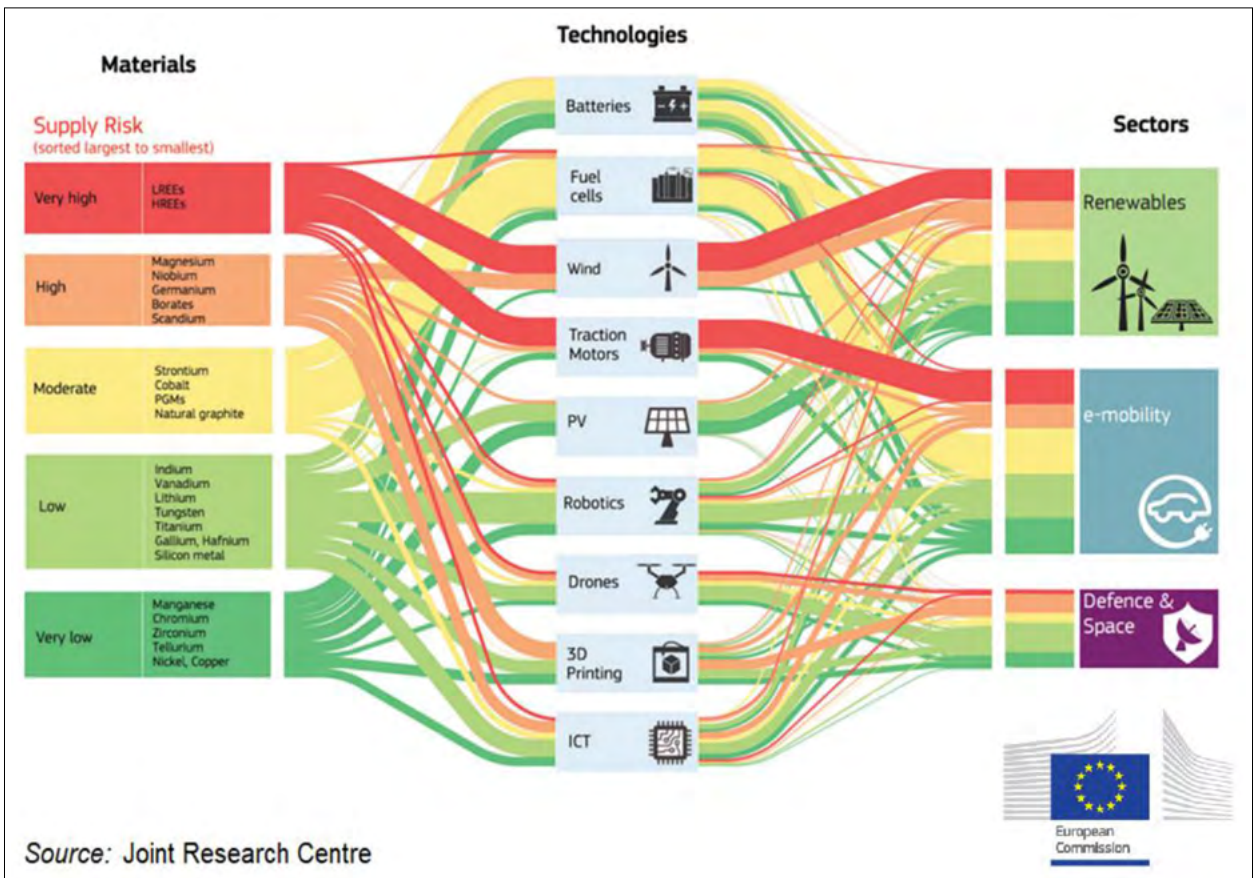
hasznosítása és az ipari innováció szempontjából. A „kritikus nyersanyagok” olyan nem energetikai, nem mezőgazdasági nyersanyagok, amelyek kiemelkedő gazdasági jelentőséggel bírnak, azonban jelentős ellátási kockázatnak való kitettségük okán kritikus fontosságúnak minősülnek, hiszen az ellátási források gyakran néhány, úgynevezett harmadik országban koncentrálódnak (1. ábra) [1, 2].



1. ábra. A kritikus nyersanyagok elhelyezkedése országokra bontva [2]

Az ilyen anyagok iránti növekvő kereslet, különösen a ritkaföldfémek és más kritikus fémek esetében, geopolitikai feszültségeket és kereskedelmi versenyt is eredményezhet.

Európa földrajzi adottságaiból következően szűkölködik kritikus nyersanyagokban, a kontinens ipari fejlődése olyan országokból érkező importra épül, melyek folyamatosan fejlesztik a hazai feldolgozó



2. ábra. A kritikus nyersanyagok és ellátási kockázataik az egyes ágazatokban

kapacitásukat, azzal a céllal, hogy a jövőben ne a nyersanyagot, hanem a készterméket kényszerüljön importálni az Európai Unió [1]. Ahogy az az *1. ábrán* is látható, a globális kínálat elemzése megerősíti, hogy Kína a legnagyobb szállítója több kritikus fontosságú nyersanyagoknak. Ezenkívül más országok is fontos importőrei bizonyos anyagoknak. Például Oroszország és Dél-Afrika a legnagyobb globális beszállítója a platina fémek csoportba tartozó nyersanyagoknak, Ausztrália a lítiumnak, az USA a berilliumnak és a héliumnak, Brazília pedig a nióbiumnak [2, 3].

Fontos megemlíteni, hogy az Európai Unió egyik fontos átfogó szakpolitikája, a Green Deal, azaz Zöld Megállapodás célkitűzésként határozta meg, hogy az EU tagállamok 2050-re elérjék a klímasemlegességet. Ahhoz, hogy a zöld átállás sikeres legyen, szükséges az akkumulátorok, a napelemek, az állandó mágnesek és más tiszta technológiák gyártásának helyi kiépítése, ezek elkészítéséhez a szükséges nyersanyagok hozzáférhetősége [4]. Ahhoz, hogy az EU a továbbiakban el tudja érni célkitűzéseit, gondoskodnia kell a kritikus fontosságú nyersanyagok ellátási láncainak biztonságáról. Az Európai Nyersanyag Kezdeményezés (Raw Materials Initiative, RMI) által elindított folyamat 2008-ban újabb lépésként megalkották a kritikus fontosságú nyersanyagokról szóló európai jogszabályt, amely biztosítani kívánja az említett nyersanyagokhoz a biztonságos és fenntartható hozzájutást. A jogszabály célja, hogy megerősítse a kritikus nyersanyagok uniós kapacitását, ezenkívül csökkentse a nyersanyag függőséget olyan országoktól, amelyek egyedüli beszállítói az adott anyagoknak.

A kritikus nyersanyagok csoportjai

Az Európai Unió 2011 óta tartja nyilván a kritikus nyersanyagokat, melyek hiánya gazdasági és társadalmi kockázatot jelent az EU tagállamok feldolgozó iparágai számára. Akkor még 14 tételt tartalmazó lista napjainkra 34 nyersanyagfajtvá bővült. A kritikus nyersanyagok 2023. évi listája az EU Kritikus Nyersanyagokról rendeletbe (Critical Raw Materials Act, CRMA, [1]) ágyazottan szerepel, és hivatkozási alapként szolgál annak jogszabályi rendelkezései és intézkedései számára. A kritikus anyagok értékelése és a lista frissítésének célja a nyersanyag-ellátási kockázatok megjelölése. A CRM-lista hozzájárul ahhoz, hogy ösztönözze a kritikus nyersanyagok előállításához szükséges beruházásokat az EU-s országokban.

A CRMA megkülönböztet stratégiai és kritikus fontosságú nyersanyagokat. A stratégiai fontosságú nyersanyagok azok, amelyek az EU gazdaságában

stratégiai fontosságú ágazatok ellátásában kapnak főszerepet. A stratégiai jelentőséget annak alapján határozzák meg, hogy egy-egy nyersanyag mennyire releváns a zöld és digitális átállás, valamint a védelmi és úripari alkalmazások szempontjából. Ehhez a következőket kell figyelembe venni:

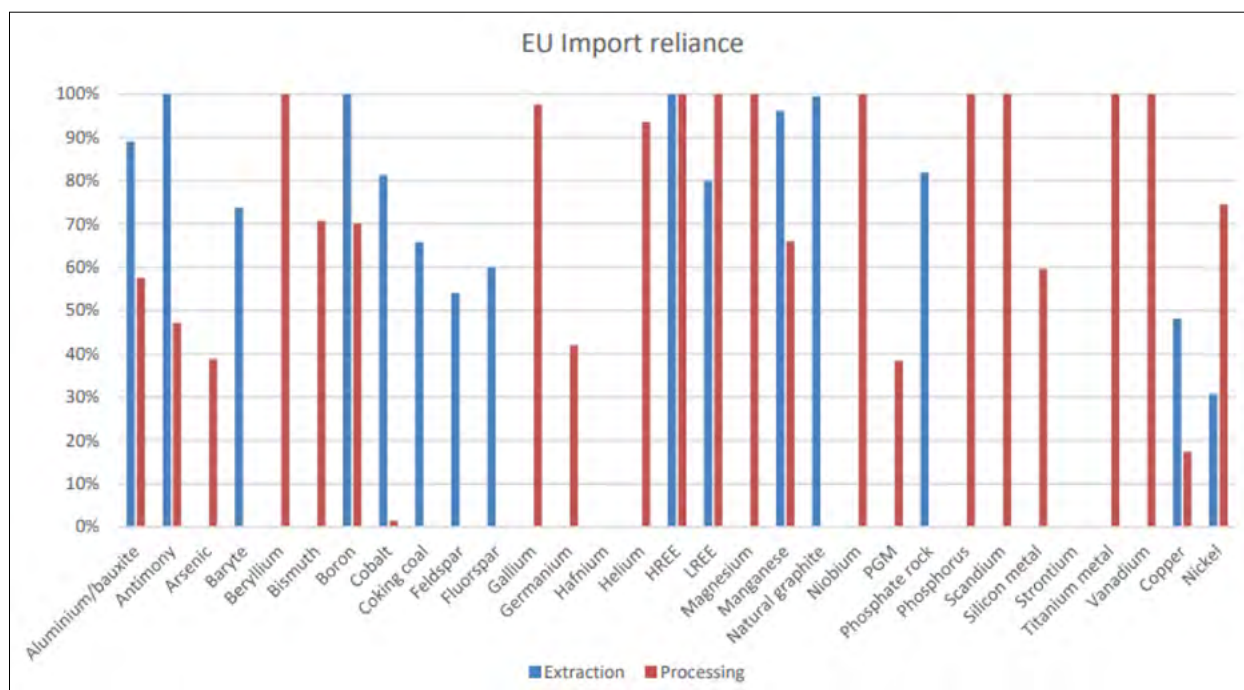
- a nyersanyagoknak a stratégiai technológiák által bemeneti anyagként felhasznált mennyisége;
- a nyersanyagoknak a releváns stratégiai technológiák gyártásához szükséges mennyisége;
- a releváns stratégiai technológiák iránti várható globális kereslet.

1. táblázat. Stratégiai fontosságú nyersanyagok [1]

Bizmut	Germánium	Platina csoportba tartozó fémek
Bór – kohászati minőségű	Lítium – akkumulátor minőségű	Mágnesekhez használt ritka földfémek (Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm és Ce)
Kobalt	Magnéziumfém	Szilíciumfém
Réz	Mangán	Titánfém
Gallium	Nikkel	Volfrám

A kritikus fontosságú nyersanyagok meghatározásához használt fő paraméterek a következők:

- Gazdasági jelentőség – összesíti a NACE (gazdasági tevékenységek osztályozása) elnevezései szerint megadott, egyes ágazatokra szóló, a nyersanyag végfelhasználási hányadának és az ágazat hozzáadott értékének szorzatait. A gazdasági jelentőséget korigálja a helyettesítési index (SIEI), amely az egyedi alkalmazások helyettesítőinek műszaki és költségteljesítményére vonatkozik.
- Ellátási kockázat – az EU anyagellátási lánc megszakadásának kockázatát tükrözi. A primer nyersanyagot kitermelő országok koncentrációján alapul, figyelembe véve azok erejét a nyersanyagpiacon és tekintetbe veszi a kereskedelmi szempontokat is. Az EU importfüggőségétől (IR) arányosan a termelő országok két csoportját veszik figyelembe – a globális beszállítókat és azokat az országokat, amelyekből az EU a nyersanyagokat beszerzi. Az ellátási kockázat mérése az anyag „szűk keresztmetszeti” szakaszában történik (kitermelés vagy feldolgozás), amely a legmagasabb ellátási kockázatot jelenti az EU számára. A két táblázat összevetése során látszik, hogy két fém – réz, nikkel – kivételével mindegyik stratégiai nyersanyag egyben kritikus státuszt is kapott a 2023-as listán.



3. ábra. Az EU importfüggősége egyes primer, illetve feldolgozott nyersanyagokra nézve [2]

2. táblázat. 2023 Kritikus nyersanyagok [1]

Antimon	Gallium	Nióbium
Arzén	Germánium	Nyersfoszfát
Bauxit	Hafnium	Foszfor
Barit	Hélium	Platinacsoport fémek
Berillium	Nehéz ritkaföldfémek	Szkandium
Bizmut	Könnyű ritkaföldfémek	Szilíciumfém
Bór	Lítium	Stroncium
Kobalt	Magnézium	Tantál
Kokszolható szén	Mangán	Titánfém
Réz	Természetes grafit	Volfrám
Fluorit (folypát)	Nikkel – akkumulátor-minőségű	Vanádium

A kritikus nyersanyagok helyzete az Európai Unióban

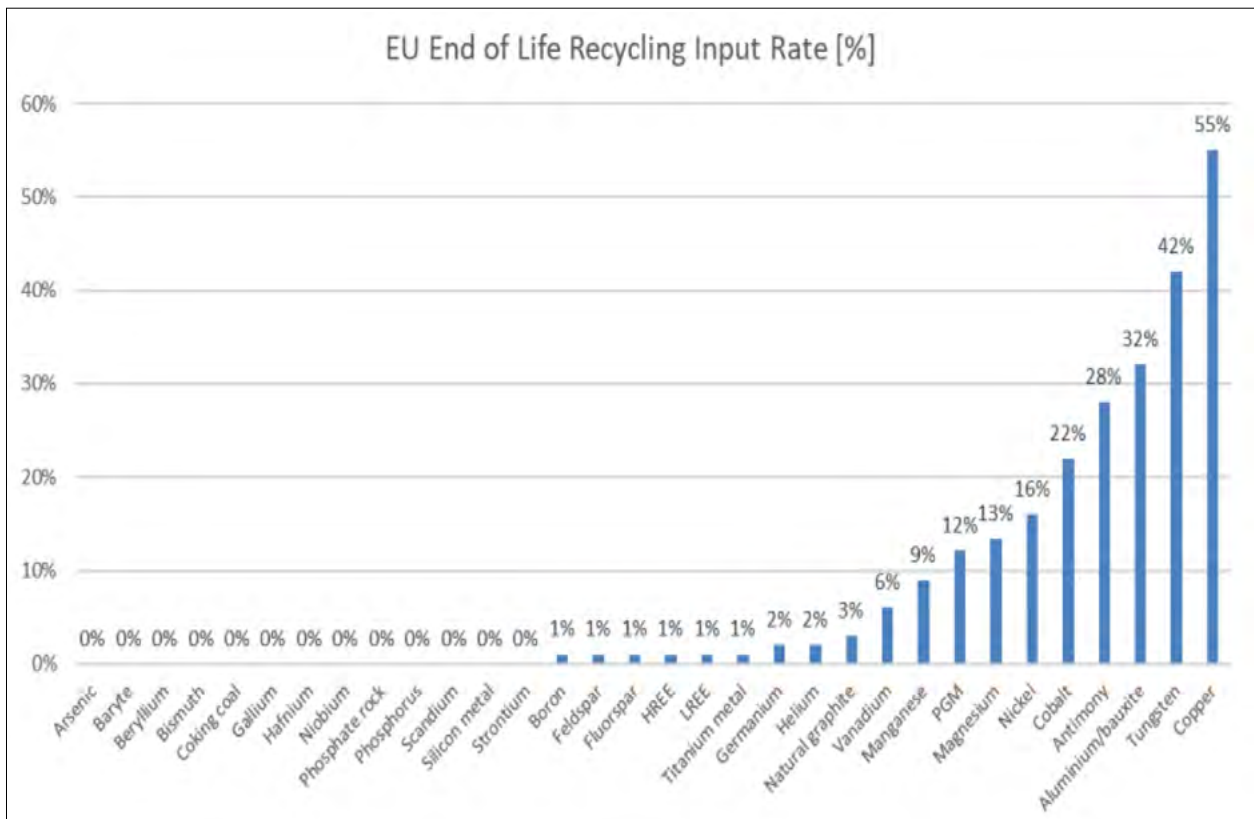
Az EU számos kritikus fontosságú nyersanyag esetében szinte kizárólag behozatalra hagyatkozik (3. ábra). Ez jelentheti a primer (kitermelt) nyersanyag importját, illetve az alapanyag szintig feldolgozott nyersanyagot. Az importált kritikus fontosságú nyersanyagok beszállítói a kitermelési és a feldolgozási szakaszra nézve is erősen koncentrálnak, gyakran néhány „harmadik” országban található. Az EU

például a számára szükséges magnézium 97%-át, a neodímium 85%-át és a könnyű ritka földfémek szinte 100%-át Kínából szerzi be, de jelentős importra szorul Törökországból is a bór, Spanyolországból pedig a stroncium, Chiléből pedig a lítium tekintetében [1].

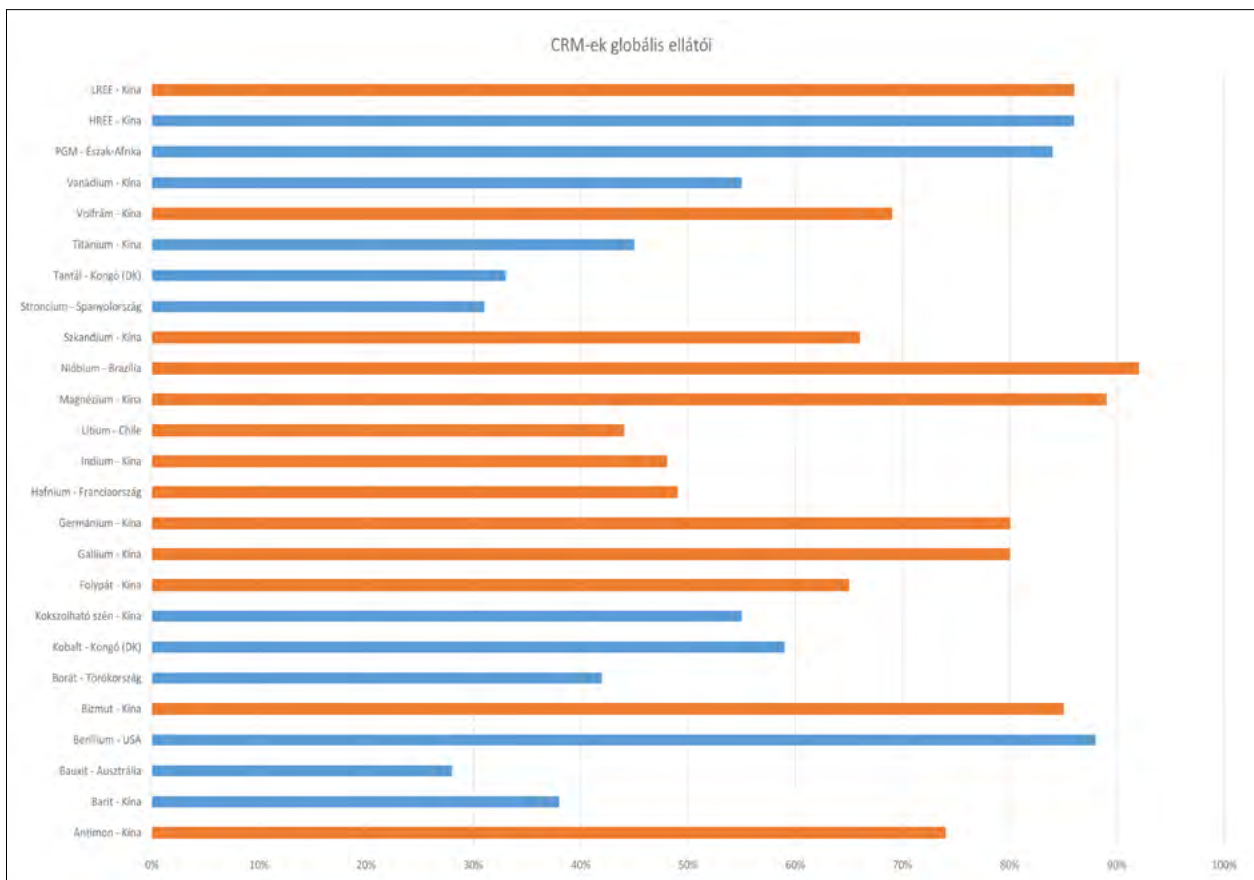
Ez a koncentráció jelentős ellátási kockázatoknak teszi ki az EU-t. Vannak példák arra vonatkozóan, hogy egyes országok – az exportkorlátozások révén – kihasználják a kritikus fontosságú nyersanyagok beszállítóiként betöltött erős pozíciójukat a vásárló országokkal szemben (pl. Kína 2024 augusztusban megtiltotta az antimon exportját).

A helyettesítés és az újra hasznosítás kockázatcsökkentő intézkedésnek minősül [1]. Viszont fontos tény, hogy a kritikus nyersanyagok döntő többsége olyan felhasználásra kerül (pl. ötvözetek, mikroelektronikai alkatrészek), ahonnan az újra hasznosítás nehéz és erősen energiaigényes, illetve vannak közöttük olyanok is, melyek a felhasználás során disszipálódnak, újra hasznosításuk nem lehetséges. Ilyen a műtrágya alapanyag foszfor és a nyersfoszfát vagy a kokszolható szén. A 4. ábra szemlélteti, hogy hatékony újra hasznosítás csak néhány fém esetében valósul meg a jelenlegi technológiákkal.

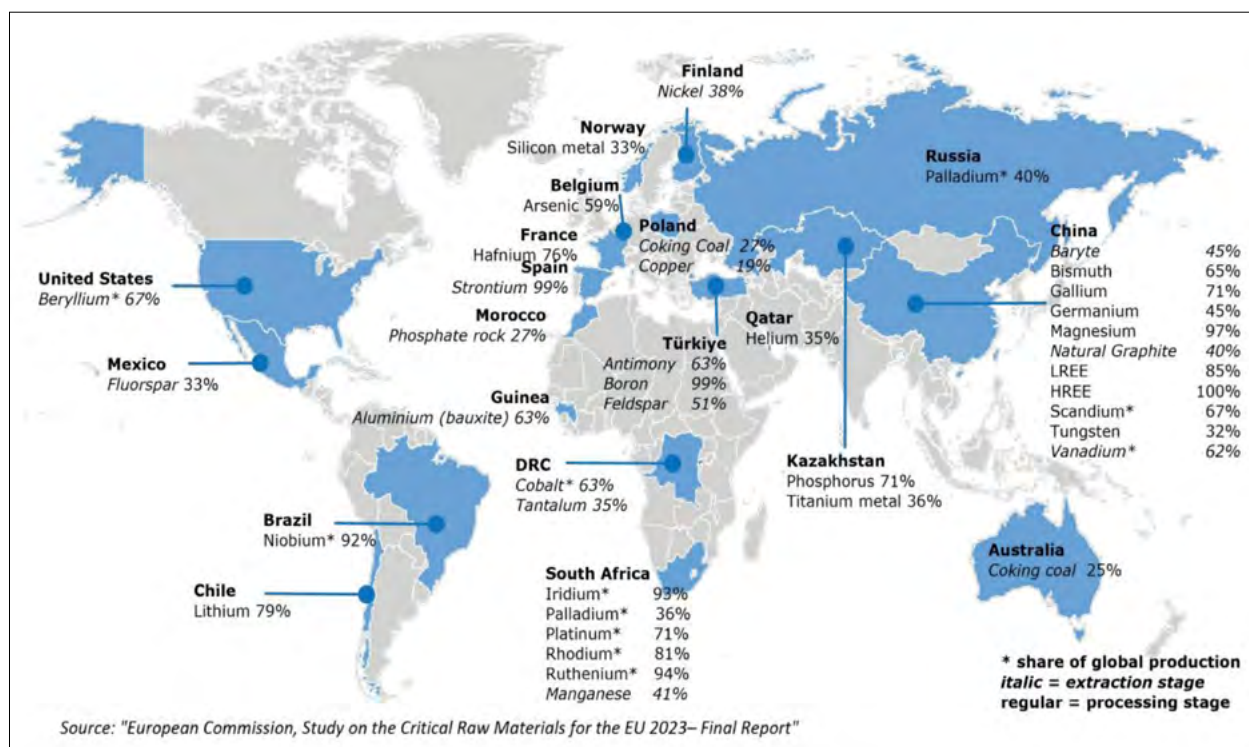
Az újra hasznosítási ráta (Recycling Input Rate, RIR) a teljes keresletnek az a százaléka, amely másodlagos nyersanyagból kielégíthető. Összességében egyes – kritikusnak vagy stratégiaiainak nem minősített – fémek esetén, mint például a vas, cink, platina több mint 50%-át újra hasznosítják, és az EU fogyasztásának több mint 25%-át ekképpen fedezik. Azonban a megújuló energiát hasznosító, illetve high-tech technológiák esetén szükséges anyagokat, mint ritkaföld-



4. ábra. Másodlagos nyersanyagok újra hasznosítása az Európai Unióban [2]



5. ábra. A kritikus nyersanyagok globális termelői (pirossal jelölve Kína)



6. ábra. Fő EU ellátók anyagtipusonként [3]

fémek, gallium vagy indium, elenyésző mértékben lehet biztosítani másodlagos nyersanyagok felhasználásával [2].

Annak ellenére, hogy Kína a kritikus nyersanyagok többségének legnagyobb globális szállítója (5. ábra), az EU elsődleges beszerzésének (azaz a hazai termelés és az import) elemzése más képet mutat [4]. A 6. ábra szerint Kína továbbra is az EU fő szállítója a REE-k, a barit, a gallium, a germánium, a magnézium, a természetes grafit, a szkandium, a volfrám és a vanádium tekintetében. Azonban több EU-tagország képviseli a következő termékek ellátásának fő részét bizonyos kritikus nyersanyagokból, mint például a kokszszen és a réz Lengyelországból, az arzén Belgiumból, a hafnium Franciaországból, a stroncium Spanyolországból vagy a nikkelt Finnországból. Több harmadik ország is ellátja az EU-t CRM-ekkel, például Chile (lítium), Guinea (bauxit), Kazahsztán (titán, foszfor), Mexikó (folypát), Norvégia (szilíciumfém), Törökország (antimon, bór, fluorit), USA (berillium). Az uniós beszerzésről azonban nincsenek megbízható kereskedelmi adatok a főként Dél-Afrikában termelt platinacsoportba tartozó fémek, a főként a Kongói Demokratikus Köztársaságban bányászott kobalt, az USA-ból származó berillium, a Brazíliából származó nióbium és a Kínában termelt vanádium tekintetében. Az uniós beszerzés elemzése nem tartalmazza a berilliumot, a kobaltot, a lítiumot, a nióbiumot, perlitet és a vanádiumot a kitermelési szakaszban, valamint a fémeket és a HREE-eket a feldolgozási szakaszban,

megbízható adatok hiányában vagy elhanyagolható mértékű import miatt [2, 5].

A megújuló energiára való globális áttérés igénye, valamint gazdaságaink és társadalmaink digitális átállása mellett az előrejelzések szerint, egyes kritikus fontosságú nyersanyagok iránti kereslet rohamosan növekedni fog a következő évtizedekben. A mobilitás és az energiatárolás céljára szánt akkumulátorok gyártásához felhasznált lítium iránti globális kereslet 2050-re várhatóan akár 89-szeresére emelkedik. A szélerőművekben, illetve az elektromos járművekben használt állandó mágnesek gyártásához használt ritkaföldfémek iránti uniós kereslet 2050-re várhatóan hat-hétszeresére emelkedik. A félvezetők gyártásához használt gallium iránti uniós kereslet 2050-re várhatóan 17-szeresére emelkedik [1, 3]. Ezek olyan nyersanyagigényt jelentenek, pl. Ni, Co, Li, grafit esetében, melyek jelentősen meghaladják az ismert készleteket [13], illetve kitermelésük, előállításuk energiaigénye fosszilis energiahordozók használata nélkül nem elképzelhető.

Egyes kritikus nyersanyagok helyettesítése, valamint az anyaghatékonyság és a körforgásos jelleg növelése bizonyos mértékben enyhítheti az előre jelzett keresletnövekedést, ezek a lépések azonban, várhatóan nem fordítják meg a tendenciát. Ilyen körülmények között számos ország fogadott el a kritikus fontosságú nyersanyagok ellátásának aktív biztosítását célzó szakpolitikákat (EU, USA, Kanada, Japán, Kína), fokozva ezzel az erőforrásokért folytatott versenyt.

Az EU nyersanyag szakpolitikájának történeti áttekintése

A Kritikus nyersanyagokról szóló Rendelet (CRMA) elfogadása egy hosszú, 16 éves folyamat egyik fontos állomása. Az Európai Nyersanyag Kezdeményezést (Raw Materials Initiative, RMI) 2008-ban adta ki az EU [7]. Ez a dokumentum az EU nyersanyag stratégiájaként meghatározott három pillért, melyek alapvetően ma is érvényesek és visszatükröződnek a CRMA-ban is.

Az RMI első pillére a földtani és földrajzi realitásokból kiindulva azt célozta meg, hogy az EU aktív diplomáciával biztosítsa a nyersanyagok hozzáférhetőségét harmadik országokból stratégiai partnerségek, jobb nemzetközi együttműködések révén. A második pillér az európai forrásokból származó nyersanyagok fenntartható kínálatát kívánta segíteni, egyrészt az engedélyeztetési folyamatok hatékonyságának növelésével, valamint olyan kutatási és innovációs és oktatási projektek beindításával, amelyek az EU-s szigorú környezetvédelmi és természetvédelmi előírások mellett segítik a bányászati projektek gazdaságos megvalósítását. A harmadik pillér ugyanakkor az erőforrás-hatékonyságot, az újra hasznosítást, a helyettesítést és a megújuló nyersanyagok nagyobb mértékű felhasználását jelenti.

Az RMI három pillérére építve 2013-ban jelent meg a Stratégiai Végrehajtási Terv (Strategic Implementation Plan, SIP) [8], amelyik részletesen megjelölte a fejlesztési területeket, melyek alapul szolgáltak a technológiafejlesztési és innovációs projektek számára a Horizont 2020 és az EIT RawMaterials támogatásával. Emellett a SIP meghatározott olyan fejlesztési feladatokat is, amelyek a szakpolitikai keretrendszer, az EU-ban elérhető nyersanyagok hozzáféréseinek javítására, valamint a nyersanyag-szektor társadalmi elfogadottságának előmozdítására irányultak.

Az ipari partnerektől és szakmai szervezetektől (Euromines, IMA, EUPG) érkező visszajelzések azt mutatták, hogy a fejlődés egyik fontos hátráltatója a tagországokként változatos és összetett, nehézkes engedélyeztetési folyamat, valamint ennek harmonizálása az EU-szintű jogszabályokkal. A helyzet felmérésére 2015–2017 között készült a MINLEX jelentés, amely összefoglalta a nyersanyagkutatás és kitermelés engedélyeztetési eljárásainak tagállami gyakorlatát és ennek uniós szintű keretrendszerét [9]. A MINLEX-jelentés szerint az EU jogi keretrendszere, az EUMSZ, a releváns irányelvek és határozatok megfelelő jogi keretet biztosítanak a nyersanyag-szektor számára, és összhangban vannak a globálisan elvárt befektetési környezettel. A jelentés ugyanakkor több olyan problémát tárt fel, amelyek korlátozzák az engedélyezési

eljárásokat, és ütköznek az egyenlő versenyfeltételek elvével.

A 2010-es évtized második felében az EU-s szakpolitika továbbfejlődött a körforgásos gazdaság [9], és kitágult a Zöld Átállás (Green Deal) [4] irányába. Ezek akcióterveit a Bizottság 2019-ben tette közzé.

Az első tíz év fejleményei azt mutatták, hogy az RMI első és második pillére céljainak eléréséhez kevés fejlemény történt, miközben – fokozatosan előtérbe kerülve – a harmadik pillér, a körforgásos gazdaság megvalósításával fejlődött [10, 11]. E tanulságok, valamint az utóbbi évek megpróbáltatásai – COVID-19, háborús konfliktusok – emelték a szakpolitikai keretrendszer fejlesztését arra a fokra, hogy a jövőben EU rendelet – CRMA – segítse az ellátásbiztonság fejlesztését.

Azt fontos kiemelni, hogy a nyersanyag-szektor, mint ipari ágazat tagállami hatáskörbe tartozik, ezért a CRMA a tagállamok részére ösztönzőket és a stratégiai projektek rendszerével lehetőségeket ad.

A Kritikus Nyersanyagokról szóló Rendelet (Critical Raw Materials Act – CRMA)

Az Európai Unió által elfogadott Kritikus Nyersanyagokról szóló Rendelet (Critical Raw Materials – CRMA) jelentős mérföldkő az európai nyersanyag-ágazat szempontjából. Legfőbb célja, hogy megerősítse a kritikus nyersanyagok ellátását az Európai Unió gazdasága számára. A megvalósításához szükséges intézkedések között szerepel, többek között az import diverzifikálása, a stratégiai nyersanyag-függőségek csökkentése, illetve az ellátási kockázatok jobb nyomon követése.

Ahogy arról korábban szó esett a CRMA sikere jelentős mértékben befolyásolja az EU Zöld Megállapodás (Green Deal) megvalósítását, amely az éghajlati-semlegesség irányába igyekszik terelni az Unió tagállamait. A programban ezért kiemelten fontos szerepet kap az anyagok körforgásának fokozása. A tagállamoknak a rendelet hatálybalépésétől számított két éven belül intézkedéseket kell javasolniuk annak érdekében, hogy az ipari szereplőket a kritikus nyersanyagok erőforrás-hatékonyságának javítására ösztönözzék. Az elérendő célok 2030-ra:

- I. A belső piac működésének javítása az Unió kritikus nyersanyagok ellátását biztosító keretének létrehozásával, biztos és ellenálló beszerzési láncok, stratégiai partnerségi viszonyok kialakításával, az EU-n kívüli partnerekkel [1].
- II. Az uniós kapacitások legalább 10%-ra növelése a kritikus nyersanyagok kitermelése terén [1].
- III. Az uniós kapacitások legalább 40%-ra növelése a kritikus nyersanyagok feldolgozása terén [1].
- IV. Az uniós kapacitások legalább 25%-ra növelése a kritikus nyersanyagok újra hasznosítása terén [1].

V. Maximálisan 65%-os függőség elérése egy harmadik országtól.

A CRM rendelet meghatározza a stratégiai projektek kategóriáját a kritikus nyersanyagok terén. Ezeknek a technológiai innováció és a fenntarthatóság szempontjából iránymutatóknak kell lenniük. A stratégiai projektek javítják az anyagokhoz a hozzáférést, valamint gazdasági lehetőségeket teremtenek a kis- és középvállalkozások és a helyi közösségek számára. Az ilyen projekteknek gyorsított engedélyezési eljárásokban kell részesülniük és finanszírozásuk során is előnyöket élveznek.

A rendelet alapján a Bizottságnak meg kell vizsgálnia egy új, uniós alap létrehozásának lehetőségét a kritikus nyersanyag stratégiai projektek számára. Szeretnének hosszú távú eszközöket bevezetni, mely egy közös platformot biztosítana a CRM keresleti és kínálati oldalának.

Ahogy a korábbi fejezetekben szereplő adatokból is látszik, a globális termelés támogatása és az ellátás diverzifikálásának biztosítása szempontjából rendkívül fontos a nemzetközi kereskedelmi hálózat. A jövőben az EU arra törekszik, hogy előnyös partnerségi kapcsolatokat alakítson ki a fejlődő gazdaságokkal és a feltörekvő piacokkal, ezenkívül az Unió aktívabb kereskedelempolitikát folytat. Az EU nagy hangsúlyt fektet a stratégiai partnerségekre, hogy helyi értékláncoakat építsen ki, amelyekkel fenntartható módon előmozdíthatja a partnerek gazdasági fejlődését, illetve az EU biztonságos, megfizethető és diverzifikált uniós értékláncait.

Szakemberképzési igények

Az EU a nyersanyag szakpolitikai lépések (Zöld Átmenet, CRMA) megvalósításánál 2030-ig több száz ezer új munkahely megteremtésével, illetve ennek igényével számol, jelentős részben a szakmunkás munkakörökben. A CRMA megvalósítási terve tartalmazza a European Raw Materials Academy kialakítását, melynek célja a diplomás szakemberigény ellátása.

Magyarországon a Miskolci Egyetem különleges helyzetben van, mivel a nyersanyagokhoz közvetlenül kapcsolódó képzések közül több egyedül itt, a Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, illetve az Anyag- és Vegyészmérnöki Kar keretében működik. E szakok az EU-s nyersanyag szakpolitika értékláncának jelentős részét fedik le alap- és mesterszinten is. A következő táblázat az egyes képzéseket összesíti a körforgásos nyersanyag értéklánc mentén.

A nyersanyag értéklánc fázisai	Alapszakos képzések	Mesterszakos képzések	Nemzetközi közös képzések
Nyersanyagkutatás	Földtudományi mérnök alapszak	Földtudományi mérnök mesterszak	TIMREX
Kitermelés		Bánya- és geotechnika mérnök mesterszak	ENTER, AMIR
Előkészítés			
Alapanyaggyártás	Anyagmérnök alapszak	Alapanyaggyártási mérnök mesterszak, anyagmérnök mesterszak	
Késztermékgyártás		Anyagmérnök mesterszak	
Használat			
Hulladékkezelés, újrahasznosítás	Környezetmérnök alapszak	Környezetmérnök mesterszak	AMIR

Emellett a két kar részt vesz három nemzetközi mesterképzésben, amelyek EIT-Label minősítéssel rendelkeznek és a nyersanyag értéklánc három szakaszának szakemberképzéséhez járulnak hozzá vezető európai egyetemekkel alkotott konzorciumokban. A TIMREX képzés (<https://timrexproject.eu/>) a nyersanyagkutatási fázis korszerű és innovatív megoldásaihoz kötődik, az ENTER (<https://masters.eitrawmaterials.eu/programme/enter>) a kitermeléshez, feldolgozáshoz és gyártáshoz kapcsolódó karbantartási feladatokra, míg az AMIR (<https://www.amir-master.com/>) az újrahasznosítás innovatív módszereire, a körforgásos gazdaság szakemberigényeire koncentrálnak.

A CRMA megvalósítása új elvárásokat hoz a szakemberképzés területén is. A rendeletben a tagállamoktól és a nyersanyagokhoz ipari partnereitől meghatározott feladatok megfelelő kompetenciákat és készségeket igényelnek. Általánosan, az egész értékláncra nézve fontos a korszerű, innovatív technológiák ismerete, valamint bizonyos „puha készségek” (soft skills), amelyek a szakmai tudáson felül meghatározzák a végzett fiatal szakember beilleszkedését, motiválhatóságát, kreativitását egy munkahelyen. Kiemelten fontos ezek közül az innovációra való készség, a kreativitás, az új technológiák, megoldások alkalmazására való alkalmasság, szervező-készség, csapatmunkában való együttműködés készsége.

Szakterületi speciális kompetenciák fejlesztésére a CRMA-hoz kapcsolódóan, például a nyersanyag-

kutatás terén a következő elemek beépítése, fejlesztése szükséges:

- ❑ Az ásványtani-geokémiai, regionális földtani és teleptani kurzusok frissítése a kritikus nyersanyagok irányában, különös tekintettel a Kárpát–Balkán–Dinári metallogén provinciaira.
- ❑ A kritikus nyersanyagok kutatásához szükséges nyersanyagkutatási technológiák és módszerek frissítése.
- ❑ A bányászati hulladéktároló létesítmények kutatási módszereinek sajátosságai, különösen a meddőhányókban, zagytározókban végbemenő átalakulási folyamatok ásványtani-geokémiai értelmezése.
- ❑ Az ásványvagyon értékelési, készletszámítási eljárások, különös tekintettel az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága (UNECE) által készített Erőforrás-Osztályozási Keretrendszerre [12].
- ❑ Nagyméretű, sokparaméteres adatbázisok kezelése és értelmezése deep-tech alkalmazások segítségével.

Konklúzió

A kritikus fontosságú nyersanyagok rendkívül fontos szerepet töltenek be a társadalomban, hiszen a mindennap használatos készülékeink többségében megtalálhatók. Ezeket az anyagokat az Európai Unió java részét Európán kívül szerzi be, mivel az EU nem tudja ezeket az anyagokat önellátóként kitermelni, így az ellátási lánc diverzifikációját tűzte ki célul. A jelenlegi helyzet azt mutatja, hogy egyes kritikus nyersanyag esetében az EU főként egy országra támaszkodik. Az importfüggőség csökkentése érdekében az EU létrehozta a Kritikus Nyersanyagokról szóló rendeletet, amely elősegíti az EU azon törekvéseit, hogy 2030-ig legalább 55%-kal csökkentse az üvegházhatási gázok kibocsátását, illetve, hogy Európa 2050-re karbonsemlegessé válhasson. Ehhez az átálláshoz az egyik legfontosabb lépés a kritikus nyersanyagok feldolgozása, és hozzáférése esetén biztosítandó autonómia elérése, amelyhez a Kritikus Nyersanyagokról szóló rendelet jelentős mértékben hozzájárulhat.

A témakörhöz kapcsolódóan a Miskolci Egyetemen megrendezték a nemzetközi résztvevői körben a „Fenntartható Természeti Erőforrások Konferencia és Párbeszéd” eseményt. A konferencia célja volt, hogy megvitassák a természeti erőforrások különféle típusaival kapcsolatos kihívásokat, kiemelve az aktuális fókuszterületeket. Ezek közé tartoznak a kritikus nyersanyagok, a megújuló energiaforrások és a vízkészletek, továbbá a bányászatra vonatkozó EU-s és hazai jogszabályok aktualitásai. A konfe-

renciát 2024. november 27–28-án rendezték meg, amelyen nemcsak hazai, hanem nemzetközi szakértők is részt vettek.

IRODALOM

- [1] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:52023PC0160>
- [2] European Commission (2023): Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Grohol, M. and Veeh, C., Study on the critical raw materials for the EU 2023 – Final report, Publications Office of the European Union, <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585>
- [3] <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/eu-critical-raw-materials>
- [4] <https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/green-deal/>
- [5] https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en#fifth-list-2023-of-critical-raw-materials-for-the-eu
- [6] https://www.regjeringen.no/contentassets/1614eb7b-10cd4a7cb58fa6245159a547/norges-mineralstrategi_engelsk_uu.pdf
- [7] European Commission (2008): Communication from the Commission to the European Parliament and the Council. The raw materials initiative — meeting our critical needs for growth and jobs in Europe. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0699:FIN:en:PDF>
- [8] European Commission (2019): Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the implementation of the Circular Economy Action Plan. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1551871195772&uri=CELEX:52019DC0190>
- [9] Strategic EIP (2013): Strategic Implementation Plan for the European Innovation Partnership on Raw Materials. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/eip/strategic-implementation-plan-sip_en
- [10] Reguiero M., Alonso-Jimenez A. (2021): Minerals in the future of Europe. Mineral Economics, <https://doi.org/10.1007/s13563-021-00254-7>
- [11] European Commission: Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs 2016. Legal framework for mineral extraction and permitting procedures for exploration and exploitation in the EU – Final report, Publications Office, 2016, (MINLEX report) <https://data.europa.eu/doi/10.2873/920344>
- [12] United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2019. United Nations Publication, ECE Energy Series 61., Geneva, United Nations. 20 p. Online: https://unece.org/sites/default/files/2023-10/UNFC_ES61_Update_2019.pdf
- [13] Michaux S. (2021): Assessment of the Extra Capacity Required of Alternative Energy Electrical Power Systems to Completely Replace Fossil Fuels. GTK Open File Work Report 42/2021. https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/42_2021.pdf