



A ZÖLD ÁTÁLLÁS HATÁSA AZ ÁSVÁNYI NYERSANYAGOKKAL VALÓ ELLÁTÁSRA

THE GREEN TRANSITION IMPACT ON MINERAL RAW MATERIALS SUPPLY

András József,¹ Harrell Yannick,² Eugène Tashchi³

¹ Petrozsényi Egyetem, Gépész- és Villamosmérnöki Kar, Gépész-, Ipari és Szállításmérnöki Tanszék. Petrozsény, Románia, iosif.andras@gmail.com

² Petrozsényi Egyetem, Gépész- és Villamosmérnöki Kar, Gépész-, Ipari és Szállításmérnöki Tanszék. Petrozsény, Románia,

³ Petrozsényi Egyetem, Gépész- és Villamosmérnöki Kar, Gépész-, Ipari és Szállításmérnöki Tanszék. Petrozsény, Románia

Abstract

Minerals are an essential component of many parts of today's fast-growing clean energy technologies – from wind turbines and power grids to electric vehicles. Demand for these minerals will grow rapidly as the clean energy transition accelerates. The paper examines some prospects for the transformation of the complex relationships between minerals and the energy sector in the green transition, focused mainly on electric vehicles expansion and related mineral resources demand increase.

Keywords: *green transition, mineral raw material, electric vehicles.*

Összefoglalás

Az ásványi anyagok a mai gyorsan növekvő tisztaenergia-technológiák számos részének alapvető alkotóelemei – a szél-turbináktól és villamosenergia-hálózatoktól kezdve az elektromos járművekig. Az ezen ásványok iránti kereslet gyorsan növekedni fog, ahogy a tiszta energiára való átállás felgyorsul. A jelen előadás az ásványok és energiaágazat zöld átállása közötti összetett kapcsolatok átalakulásának egyes kilátásait vizsgálja, főleg az elektromos járművek elterjedésére fókuszálva, és ehhez kötődő ásványi nyersanyag-igény növekedésére.

Kulcsszavak: *zöld átállás, ásványi nyersanyagok, elektromos járművek.*

1. Bevezetés

A tiszta energiára való globális átállás messze-menő következményekkel jár majd az ásványkin-csek iránti keresletre a következő 20 évben.

2040-re a tisztaenergia-technológiákból származó teljes ásványianyag-igény megduplázódik a fenntartható fejlődési (STEPS) stratégia szerint, és megnégyszereződik a fenntartható fejlődési (SDS) stratégia szerint. [1]

Mindkét forgatókönyv szerint az elektromos járművek és az akkumulátoros tárolás a tisztaener-

gia-technológiákból származó ásványianyag-kereslet növekedésének mintegy felét teszi ki a következő két évtizedben, amit az akkumulátorok anyagai iránti növekvő kereslet ösztönöz.

Az elektromos járművek és az akkumulátoros tárolás ásványianyag-igénye tízszeresére nő a STEPS és több mint 30-szorosára az SDS-ben a 2040-ig tartó időszakban.

Tömeg szerint az ásványi keresletben 2040-ben a grafit, a réz és a nikkel dominál. [2]

A lítium növekedési üteme a leggyorsabb, a kereslet több mint 40-szeresére nő az SDS-ben.

Az akkumulátorok esetében az alacsonyabb kobalttartalmú vegyi anyagok felé történő elmozdulás segít korlátozni a kobalt növekedését, amelyet a nikkelterület növekedése kiszorít. [3]

Az ásványi anyagok iránti igény a következő tisztaenergia-technológiák esetében aktuális:

- napelemes (közüzemi léptékű és elosztott);
- szél (szárazföldi és tengeri);
- koncentrált napenergia (parabolikus vályúk és központi torony);
- vízenergia;
- bioenergia;
- atomenergia;
- villamosenergia-hálózatok (átvitel, elosztás és transzformátor);
- elektromos járművek (akkumulátoros elektromos és plug-in hibrid elektromos járművek);
- akkumulátoros tárolás (közüzemi és lakossági);
- hidrogén (elektrolízisúton termelt és üzemanyagcellákkal értékesített).

Mindezek az energiatechnológiák fémeket és ötvözeteket igényelnek, amelyeket ásványi tartalmú ércek feldolgozásával állítanak elő.

Az ércek – a nyers, gazdaságilag életképes kőzetek, amelyeket bányásznak – előnyösek az érdeklődésre számot tartó ásványok felszabadítására és koncentrálására. Ezeket az ásványokat feldolgozzák a továbbiakban a szóban forgó fémek vagy ötvözetek kivonása érdekében. [4]

A feldolgozott fémeket és ötvözeteket ezután a végfelhasználási alkalmazásokban használják. Bár ez az elemzés lefedi a teljes ásványi és fémes értékláncot a bányászattól a feldolgozási műveletekig, az egyszerűség kedvéért az „ásványokat” reprezentatív kifejezésként használtuk.

Az ásványi anyagokat nemcsak a tisztaenergia-ágazatban használják, hanem széles körben alkalmazzák a teljes energiarendszerben, olyan technológiákban, amelyek javítják a hatékonyságot, és csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátást.

Például a leghatékonyabb széntüzelésű erőművek sokkal több nikkelt igényelnek, mint a legkevésbé hatékonyak, hogy magasabb égési hőmérsékletet tegyenek lehetővé.

Itt azonban kifejezetten az ásványi anyagok tisztaenergia-technológiákban való felhasználására összpontosítunk, mivel ezek általában lényegesen több ásványi anyagot igényelnek, mint a fosszilis tüzelőanyagokat alkalmazó technológiák korszerűsítése.

2. Kritikus ásványok és zöld átállás

Míg az ásványok létfontosságú szerepet játszanak a tiszta energiára való átállás támogatásában, az energia az ásványok előállításában is döntő fontosságú.

Részben a romló erőforrás-minőség miatt, az energetikai átállásból származó ásványok előállítása és feldolgozása egyre energiaigényesebb, és azonos mennyiségű termék előállításakor magasabb üvegházhatású gázok kibocsátásával jár. [5]

Az elmúlt években a bányászati és feldolgozó vállalatokra egyre nagyobb nyomás nehezedett, hogy foglalkozzanak ezekkel és más, társadalmi és környezeti teljesítményükkel kapcsolatos kérdésekkel.

Egyre több fogyasztó és befektető kéri a vállalatokat, hogy tegyék közzé az e kérdésekkel kapcsolatos célokat és cselekvési terveket.

A tisztaenergia-technológiákkal működő energiarendszer alapvetően különbözik a hagyományos szénhidrogénforrásokkal táplált rendszertől.

Bár a fotovoltaiikus naperőművek és szélerőműparkok működése nem igényel üzemanyagot, általában több ásványi anyagot igényelnek, mint a fosszilis tüzelőanyag-alapú társaik építéséhez, ami az ásványi anyagokra vonatkozik.

Tehát a tiszta energiára való áttérés az üzemanyag-intenzív rendszerről az anyagigényes rendszerre való áttérést jelenti.

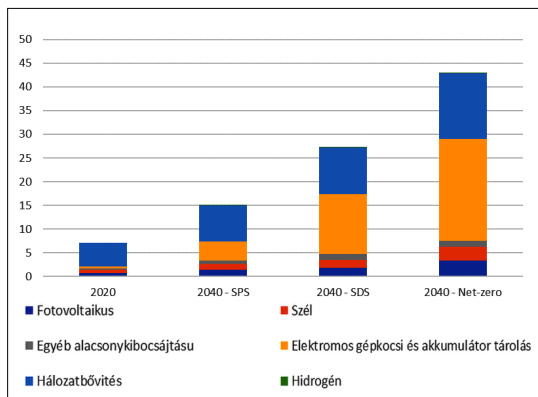
Mely ágazatokból származnak ezek a növekedések? A klímaváltozás-ideológia által vezérelt forgatókönyvekben az elektromos járművekben és az akkumulátoros tárolásban használt ásványi anyagok iránti kereslet jelentős dinamikát jelez, amely 2040-ig legalább harmincszorosára nő.

A lítiumigény növekedése a leggyorsabb, a kereslet 2040-re több mint 40-szeresére nő az SDS szerint, ezt követi a grafit, a kobalt és a nikkelt (különül 20-25-szörösre van becsülve).

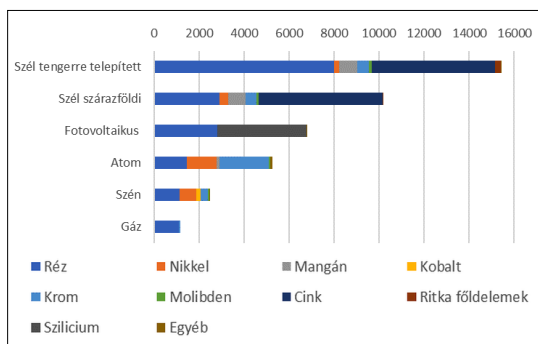
A villamosenergia-hálózatok bővülése iránti rézkereslet ugyanebben az időszakban több mint kétszeresére nő.

Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiatermelés növekedése a klímaváltozáscélok elérése érdekében ahhoz vezet, hogy 2040-re megháromszorozódik az ágazat ásványi anyagok iránti kereslete (1. ábra).

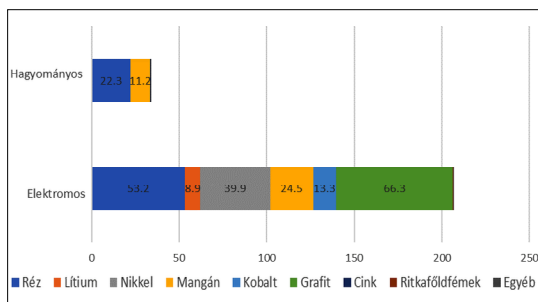
A keresletnövelés szempontjából, a szélenergia átveszi a vezetést, amelyet az anyagigényes tengeri szélenergia-berendezések támogatnak. A napelemes PV szorosan követi a hozzáadott kapacitás pusztán mennyisége miatt. (2. ábra)



1. ábra. Az ásványi anyagok iránti kereslet dinamikája különböző forgatókönyvek szerint



2. ábra. Különböző energiatermelő technológiák fém-szükségeiteinek összehasonlítása



3. ábra. Hagyományos és elektromos gépkocsik fém-szükségeiteinek összehasonlítása

A vízenergia, a biomassza és az atomenergia csak csekély mértékben járul hozzá, tekintettel viszonylag alacsony ásványianyag-szükségletükre.

Más ágazatokban a hidrogén mint energiaforrás gyors növekedése alátámasztja az elektrolízisre, valamint az üzemanyagcellák platinacsoportú fémek iránti keresletének jelentős növekedését. [6]

Egy tipikus elektromos autó hatszor annyi ásványi anyagot igényel, mint egy hagyományos autó,

és egy szárazföldi szélerőmű kilencszer annyi ásványi erőforrást igényel, mint egy ugyanolyan kapacitású gáztüzelésű erőmű. (3. ábra)

2010 óta az új egységnyi villamosenergia-termelési kapacitáshoz szükséges ásványi anyagok átlagos mennyisége 50%-kal nőtt, mivel a megújuló energiaforrások részesedése a teljes kapacitásbővítésből nő. [7]

Ahogy ez az előbbiekből látható, nemcsak az úgymond kritikus ásványi nyersanyagokkal való ellátás okoz gondokat, hanem a hagyományos fémek szükségletére is komoly változásokat gyakorol a zöld átállás. [8]

Ilyen például az alumínium és a réz. Az alumínium főleg az elektromos gépkocsik súlycsökkentéséhez szükséges, ahhoz hogy az akkumulátorok súlyát kompenzálja.

A rézigény drasztikus növekedését pedig annak szükséglete, a megújuló energiatermelés és szállítástechnológiák kivitelezése okozza.

Mindkét fém termelése viszont energiaintenzív a termelési lánc mindegyik szakaszában, tehát a zöldenergia-többlet nagy részét ezek a folyamatok felemésztik, így a nettó kibocsátás csökkentése megkérdőjelezhető.

A réz esetében kritikus helyzet állhat elő amiatt, hogy a létező és előrelátható készletek alacsonyabb tartalmúak, ezek feldolgozásuk energiaigényesebb, és amúgy a Hubert szerinti csúcstermelés pár év alatt megvalósul. [9]

A tiszta energiára való áttérés az üzemanyag-intenzív rendszerről az anyagigényes rendszerre való áttérést jelenti.

3. Európa és a kritikus ásványi anyagok ellátása

2020 szeptemberében az Európai Bizottság egy sor dokumentumot tett közzé annak érdekében, hogy biztonságosabbá és fenntarthatóbbá tegye Európa nyersanyagellátását. Aktualizálta a korábbi tanulmányokból származó szakpolitikai irányait, hogy azok igazodjanak a 2030-ra és 2050-re vonatkozó új éghajlat-politikai törekvésekhez. [8]

A szakpolitikai csomag a 2011. évi 14-hez képest 30-ra bővítette a kritikus fontosságú ásványok listáját. A bauxittal, titánnal és stronciummal együtt a lítium 2020-ban került fel először a listára, tükrözve a régió azon törekvését, hogy támogassa az akkumulátor- és EV-gyártó ipart.

Néhány EU-tagállam erős fémfinomító és -gyártó bázissal rendelkezik. Finnország finomítja a világ finomított kobalttermelésének mintegy 10%-át. A régióban jelentős gyártók állítanak elő nape-

lemes alkatrészeket, szélturbinákat és elektromos járműveket.

A régió azonban szinte teljes mértékben a külső bányászati ellátástól függ, számos energiaátmenethez szükséges ásványi anyag, például a lítium, a kobalt és a ritka fémdelemek esetében.

Az Európai Unió azt tervezi, hogy keresi a kritikus fontosságú ásványok belföldi beszerzésének lehetőségeit, például a bányászat utáni régiókban a fokozott fémkitermelés lehetőségeinek kiaknázásával. Az uniós cselekvési terv becslése szerint ez azt eredményezheti, hogy 2025-re Európa lítiumkeresletének 80%-át európai forrásokból fogják fedezni.

A terv végrehajtása érdekében az Európai Unió létrehozta az Európai Nyersanyagszövetséget, amely magában foglalja az értéklánc szereplőit, a tagállamokat és régiókat, a szakszervezeteket, a civil társadalmat, a kutatási szervezeteket, a befektetőket és a nem kormányzati szervezeteket.

A szövetség célja az ellátási láncok diverzifikálása, a beruházások bevonása a nyersanyagértékláncba, a technológiai innováció előmozdítása és a körforgásos gazdaságot támogató keret létrehozása.

4. Következtetések

Az ásványi anyagok a mai gyorsan növekvő tisztaenergia-technológiák számos részének alapvető alkotóelemei – a szélturbináktól és villamosenergia-hálózatoktól kezdve az elektromos járművekig. Az ezen ásványok iránti kereslet gyorsan növekedni fog, ahogy a tiszta energiára való átállás felgyorsul.

A tiszta energiára való globális átállás a következő 20 évben messzemenő következményekkel jár az ásványkincsek iránti keresletre nézve.

A tisztaenergia-technológiákból származó teljes ásványianyag-igény megduplázódik a fenntartható fejlődési (STEPS-) stratégia szerint, és megnégyesződik a fenntartható fejlődési (SDS-) stratégia szerint 2040-re.

Mindkét forgatókönyv szerint az elektromos járművek és az akkumulátoros tárolás a tisztaenergia-technológiákból származó ásványianyag-kereslet növekedésének mintegy felét teszi ki a következő két évtizedben, amit főleg az akkumulátorok anyagai iránti növekvő kereslet ösztönöz.

Az ásványi anyagokat nemcsak a tisztaenergia-ágazatban használják, hanem széles körben használják az egész energiarendszerben, olyan technológiákban, amelyek javítják a hatékonyságot, és csökkentik az üvegházhatású gázok kibocsátását.

A tiszta energiára való áttérés az üzemanyag-intenzív rendszerről az anyagigényes rendszerre való áttérést jelenti.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] *Total Mineral Demand for Clean Energy Technologies by Scenario, 2010-2040*. IEA, Paris.
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/total-mineral-demand-for-clean-energy-technologies-by-scenario-2010-2040-2>
- [2] Carrara S., Alves Dias P., Plazzotta B., Pavel C: *Raw Materials Demand for Wind and Solar PV Technologies in the Transition towards a Decarbonized Energy System*. EUR 30095 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020.
<https://doi.org/10.2760/160859>
- [3] Fizaine F., Court V.: *Renewable Electricity Producing Technologies and Metal Depletion: a Sensitivity Analysis Using the EROI*. Ecological Economics, 110. (2015) 106–118.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.12.001>
- [4] Giurco D., Dominish E., Florin N., Takuma Watari, McLellan B.: *Requirements for Minerals and Metals for 100% Renewable Scenarios*. In: Teske S. (eds): *Achieving the Paris Climate Agreement Goals*. (2019) 137–457.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-05843-2_11
- [5] Yannick Harrel: *Electromobility in the Automotive industry. A Technological and Geopolitical Shift*. Multidiszciplináris Tudományok, 11/5. (2021) 428–437.
<https://doi.org/10.35925/j.multi.2021.5.44>
- [6] Henckens T.: *Scarce Mineral Resources: Extraction, Consumption and Limits of Sustainability*, Resources, Conservation and Recycling, 169. (2021) 105511.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105511>
- [7] Ballinger B. et al.: *The Vulnerability of Electric Vehicle Deployment to Critical Mineral Supply*. Applied Energy, 255. (2019) 13844.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113844>
- [8] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT_22_5523
- [9] <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/energy-research/copper-is-the-new-oil/report.pdf>