

LITIJUM OSNOVA LANACA SNABDEVANJA GLOBALNOG RAZVOJA

Sažetak: *Litijum je kritična mineralna sirovina koja, kao što je nekada bila nafta, postaje uslov budućeg održivog razvoja sveta. Ova mineralna sirovina je vitalna za sprovođenje globalne energetske tranzicije, dekarbonizacije i dostizanje nulte emisije. Ne postoji zemlja koja je u potpunosti samodovoljna kad su u pitanju kritične mineralne sirovine (KMS), pa je potreba za saradnjom jedan od načina uspostavljanja balansa.*

Osnovne reči: *kritične mineralne sirovine, nulta emisija, zelena tranzicija*

* Redovni profesor, Megatrend univerzitet, Beograd, Srbija
E-mail: zoranazmm@gmail.com

Otkriće litijuma 1817.g nije bilo zapaženo sve do 70tih godina 20.veka, kada raste zainteresovanost za ovaj element, i počinje izrada studija o litijum jonskim baterijama. Iako mlado, globalno tržište litijuma je sofisticirano i nepredvidivo¹. Neophodan element za izradu katode je upravo litijum, čija je prednost u efikasnijem skladištenju energije od ostalih elemenata, kao i visoka provodljivost. Litijum je potreban u medicinske, odbrambene i farmaceutske, automobilske, energetske industrije. Bez njega nema ni zelenog razvoja i modernih tehnologija niti digitalizacije. Danas se od ukupne količine litijuma za proizvodnju baterija troši 80%, dok oko 7% za staklo i keramiku, a po 2% za medicinu, tretiranje vazduha i drugo². Za samo jednu deceniju 2021/2010.godine litijum je počeo da se dominantno koristi u proizvodnji baterija, dok se njegov udeo u proizvodnji keramike, stakla, ulja drastično smanjio.

T1. Struktura upotrebe litijuma 2010 i 2021 godine

	2010%	2021%	2021/2010
baterije	23	74	51
keramika i stakla	31	14	-17
maziva za podmazivanje	10	3	-7
tretman vazduha	5	1	-4
stalno livenje	4	2	-2
Ostalo	27	6	-21

Izvor: www.globaldata.com

Koliko su potrebe za ovom kritičnom sirovinom visoke, toliko je njegoa raspoloživost neravnomerna i kritična. Najveće rezerve nalaze se u Čileu, a u strukturi rezervi dominira Australija (46.8%), Čile (29.9%) i Kina (14,6%)³. Racio rezervi u odnosu na proizvodnju ukazuje na dominaciju Argentine, Zimbabvea, SAD i Čilea. Tržište litijuma je koncentrisano na tri zemlje a to su Kina, Čile i Australija, dok je prerada koncentrisana u Kini, Čileu i Argentini, koje kontrolišu 99% svetske prerade. Kina ima primat u svetu u mnogim KMS, a kod litijuma je dominantna u preradi (60%), kao i proizvodnji litijum jonskih baterija (80%).

Današnje dokazane rezerve litijuma u svetu su 30 miliona metričkih tona⁴, od čega se 66% nalazi u trouglu Bolivija, Čile i Argentina. Na ponudu litijuma,

¹ https://www.power-and-beyond.com/lithium-mining-market-set-for-staggering-performance-through-2025-a-1018871/?cmp=go-ta-art-trf-PuB_DSA-20250123-coma&gad_source=1&gad_campaignid=21513720705&gbraid=0AAAAADRfZcDsmm3bEluninRqCUr36j_-v&gclid=CjwKCAjwk7DFBhBAEiwAeYbJsdEsO6YRj8tU-RXzxN7kzg7Lo5E82BYprSAAMsw8Qw3gjGSH8sop-BoC4GYQAvD_BwE

² <https://worldlithiummarket.com/16-lithium-uses-various-industries>

³ [www. Worldminingdata.com](http://www.Worldminingdata.com)

⁴ <https://www.statista.com/statistics/1253739/lithium-reserves-worldwide/>

u ekonomskom, geopolitičkom i društveno-ekološkom smislu utiče i nedavno otkriće novog ležišta litijuma (i urana) u Peruu, u produžetku poznatog i tzv. „litijumskog trougla” u Južnoj Americi (područje između Bolivije, Čilea i Argentine) ali i očekivano proizvodno aktiviranje nekih ležišta bora i litijuma u Evropi. Prema kontinuitetu geoloških i drugih istraživanja u svetu⁵ identifikovani još ne dokazani mineralni resursi litijuma znatno su povećani. U SAD su 6,8 Mt, a u drugim zemljama ukupno na 73 Mt (Bolivija, 21 Mt; Argentina 17 Mt; Čile 9 Mt; Australija 6,3 Mt; Kina 4,5 Mt; Kongo (Kinšasa) 3 Mt; Nemačka 2,5 Mt; Kanada i Meskiko po 1,7 Mt; Češka 1,3 Mt; Mali, Rusija i Srbija po 1 Mt; Zimbabve 0,54 Mt; Brazil 0,4 Mt; Španija 0,3 Mt; Portugal 0,25 Mt; Peru 0,13 Mt; Austrija, Finska i Kazahstan po 0,05 Mt i Namibija 0,009 Mt)⁶.

T2. Proizvodnja litijuma i racio rezerve i proizvodnja, 2012 i 2022.g, 000 tona

	2012	2022	%, 2022/2021	rezerve udeo 2022	racio rezerve/proizvodnja
Argentina	2.7	6.2	8.7	4.8	438
Australija	12.7	68.0	17.0	46.8	102
Brazil	0.2	2.2	30.8	1.7	114
Čile	12.3	39.0	19.2	29.9	238
Kina	4.5	19.0	13.5	14.6	105
Portugal	0.3	0.6	6.8	0.5	100
SAD	1.0	0.9	-0.6	0.7	388
Zimbabve	1.1	0.8	-2.8	0.6	388
Ost.sveta	*	0.6	*	0.5	1892
Svet	34.7	130.4	14.1	100.0	177

Izvor: [www. Worldminingdata.com](http://www.Worldminingdata.com)

Litijum, zlato, bakar, srebro i još preko trideset mineralnih sirovina jesu resursi budućnosti, od kojih će zavistiti opstanak privreda globalno. Pitanja koja svaka država bogata kritičnim mineralnim sirovinama treba sebi da postavi jeste, da li je dovoljno bogata zemlja da se odrekne prirodnog bogatstva koje može biti temelj njene privrede, i stub jake ekonomije. Pitanje koje se postavlja pred svaku zemlju i ekonomiju jeste da li se želi održivo zeleno rudarstvo? Svet i sve njegove globalne organizacije (od Svetske banke do MMF, i UN) sa posebnom pažnjom su posvećeni ovim resursima, jer svaka greška u njihovom istraživanju, eksploataciji, razumevanju njihovog značaja može dovesti ne samo do krize već do kolapsa svetske ekonomskog razvoja.

⁵ (www.usgs.gov; U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2020),

⁶ www. Worldminingdata.com

Kako ga nema u čistom stanju, litijum se ekstrahuje: a) iz podzemnih slaništa sa visokim procentom litijum hlorida (ova slaništa podzemnih voda se pumpaju na površinu i tu ispravaju 10-24 meseca, što je način da poraste koncentracija litijuma, koji se procesira u litijum karbonat ili litijumhidroksid; na ovaj način se ekstrahuje 60% ukupnog svetskog litijuma, i b) iz čvrstih stena, kroz rudnu površinsku eksploataciju, gde se ruda stena drobi, hemijski tretira i ulazi u proces dobijanja litijuma karbonata ili hidroksida.

Svetska iskustva prilikom eksploatacije litijuma pokazuju da rudarske kompanije koje se bave eksploatacijom, očuvanje životne sredine shvataju veoma odgovorno i više nego ikad se fokusiraju na poštovanje standarda odžive i zdrave životne sredine. Svetska iskustva pokazuju da uticaj eksploatacije litijuma nije veći ili je čak i manji od uticaja eksploatacije rudnika ostalih metaličnih ili energetskih mineralnih sirovina.

U prethodnih 15 godina, globalna ponuda litijuma je porasla sa 28,000 na 180,000 Mt, prirodno imajući u vidu rast tražnje koja je utrostručna, dok je vrednost globalnog tržišta porasla faktorom 6,7. Kako je rasla tražnja, rasle su i cene litijuma sa 20,000 na 80,000 \$ po toni⁷. Poremećaji u cenama i tržištu posebno su se osetili 2020.g, kada je došlo do globalne epidemije Covida 19, što je predstavljalo izazov u ponudi litijuma, imajući u vidu da je većinski, prerada litijuma u svetu koncentrisana u Kini. Restrikcije su u Kini usled pandemije bile rigorozne i direktno su uticale na globalni lanac ponude. To je bio i period upozorenja da će doći do deficita litijuma. Kompanije, u želji da izbegnu gubitke potpisale su ekskluzivne dugoročne ugovore za nabavku litijuma, obezbeđujući tako ogroman udeo litijuma samo za sebe. Rezultat je bio nedostatak litijuma i povećanje cena ostatka ponude litijuma. Visoke cene su motivisale investitore da ulažu u istraživanja, ekstrakciju i proizvodnju litijuma. Krajem 2022.g tržište je bilo preplavljeno litijumom, pa je cena već naredne godine pala za 80%. Dodatno je i tražnja za električne automobile (EV) opala za 80%.

Cena litijuma određena je troškovima transporta, kvalitetom i udelom litijuma u rudi kao i kvalitetom i distupnošću informacija o lancima snabdevanja. Cene baterija su određene troškovima hemijske kompozicije (vrste elemenata koje se koriste za anode i katode), lancima ponude, troškovima proizvodnje i troškovima KMS. Potpisivanjem Pariskog sporazuma (2015), i organizacijom godišnjih samita radi zajedničke borbe protiv klimatskih promena, razvijene zemlje sveta pokušavaju da budu nezavisne od snabdevanja fosilnih goriva a u korist alternativnih goriva i automobila na električni pogon i hibrida. Za uspeh borbe i ostvarenje ciljeva proklamovanih Pariskim sporazumom (2005) neophodne su KMS, posebno litijum.

⁷ <https://carboncredits.com/understanding-lithium-prices-past-present-and-future/>

Imajući prethodno u vidu, Srbija dobija svoje zasluženno mesto na lestvici značajnih zemalja sa KMS. Pored zadovoljenja sopstvenih potreba, Srbija sa rezervama i proizvodnjom litijuma kojima može pokriti blizu 10% svetskih potreba za litijumom zauzima stratešku poziciju u Evropi, poštujući pri tome sve ekološke aspekte i zakone prirode.

Rastuće interesovanje za litijumom poslednjih godina zabeležilo je značajan porast svetskih rezervi usled ubrzavanja aktivnosti na geološkim istraživanjima. Kritične tačke nisu samo u brzini rasta rezervi već i investiranju u proizvodnju baterija.

Da bi bili samodovoljni i bezbedni u zadovoljenju ponude litijumjonskim baterijama, SAD moraju da ulože minimum 82 mlrd \$, a EU čak 98 mld \$, do 2035.g. Rizik po metodologiji Međunarodne agencije za energiju za ponudu litijuma je 4, od mogućih 5, i uključuje geografsku koncentraciju, gap ponude i tražnje, meren određenim prekidima usled trgovinskih restrikcija, ekonomskih sankcija, kao i poskupljenja proizvodnje litijuma.

Snabdevanje litijumom je osetljivo geopolitičko pitanje i može postati oružje za one koji ga imaju, i uzrok nestabilnosti od ekonomske do vojne za one koji ga nemaju, ili odbijaju da ga eksploatišu. Pored trgovinskih barijera, konflikata mogući su i ratovi za litijum. Danas je u fokusu Ruanda koja je krajem 2024.g iza zvala upravo takav konflikt „rat za KMS“. Njena vojska je podržala pobunjeničke grupe na ustoku DR Kongo (za šta postoje kredibilni izveštaji UN i NVO) kako bi švercovali KMS na teritoriju Ruande a odatle bili izvoženi u EU. Budući da EU ima potpisan memorandum o sradnji u KMS upravo sa Ruandom, umesto zvaničnim kanalima probalo se na drugi način doći do njih. Ili primer Ukrajine koja u bila pritisnuta od strane SAD da potpiše dogovor o kontinuiranoj vojnoj pomoći, koja joj je neophodna, uz za uzvrat upotrebu i pristup svim mineralnim sirovinama od strane SAD.

Razlozi za ovakve sve češće postupke leže u projekcijama budućeg rasta tražnje i manjka rudarskih kapaciteta. Do 2026. g se očekuje deficit aktivnih rudarskih kapaciteta, jer se potražnja za električnim vozilima i drugim proizvodima na bazi baterija ubrzava. Ako trenutna dinamika razvoja rudarskih projekata ostane nepromenjena, deficit kapaciteta će početi da raste i dostići će gotovo 820.000 tona 2028. g, kada se procenjuje da će potražnja za litijum karbonat ekvivalentom (LCE) porasti na 2,8 miliona tona. Prosečne cene litijum karbonata poslednjih godina su se kretale od 6.500 US\$ po toni u 2015. g do 17.000 US\$ po toni u 2018. g, i 8.200 dolara u 2020. g. Ovakvi potencijalni trendovi u budućem bilansu potražnje i ponude uslovljavaće dalje poremećaje. Ako zalihe ne mogu sustići rastuću tražnju za električnim vozilima, tokom ove decenije, cene bi mogle da se utrostruče kao rezultat tržišnog disbalansa.

Fluktoacija u cenama litijuma uslovljena je i enegetskom tranzicijom (koja nije išla tom brzinom kojom je palnirana), rastom zaliha litijumskih baterija u kratkom periodu u Aziji (jer je došlo do smanjenja potrošnje EV u Kini), geopolitičkim odnosima i restrikcijama od rata u Ukrajini do drugih konflikata (problem Rusije koja je među prvim zemaljama u svetu po izvozu nikla, a on je potreban ua EV), naftnim kompanijama , kao i gasnim koje počinju da se pojavljuju u investiranju u litijum (Shevron, Exxon), jasnoćom da je litijum visoko specijalizovana roba (proizvodi se u limitiranim količinama, pa svaki prekid u snabdevanu pravi probleme u vidu rasta), i pojavljivanjem tehnika ekstrakcije koje utiču na nivo ponude.

Iako dodatne rudarske aktivnosti izgledaju kao jedina kratkoročna opcija za zadovoljenje potreba za snabdevanjem zbog akcenta na reciklaži baterija (nakon 2030), očekuje se da će recikliranje litijumskih baterija postati sve zastupljenije jer tržište cilja principe održivosti. Malo je verovatno da će se ovaj trend pojaviti do sledeće decenije. Razlozi se javljaju usled trenutnih napora za recikliranjem ometanim tehničkim ograničenjima, ekonomskim preprekama, logističkim pitanjima i nedostatkom regulatornih okvira.

U svetu je ponuda litijuma svedena na nekoliko kompanija koje za njegovo dobijanje koriste dva prirodna izvora: topli mineralni izvori (tzv. „brines”) i minerali. Najveći proizvođači litijuma iz SAD (Albemarle korporacija, Mineral Resources), Kine (Ganfeng Lithium, Tianqi Lithium), Australije (Rio Tinto, Pilbaramin), I Čile (Sociedad Quimicin), koji zajedno čine oko 85% globalne ponude litijuma.

U 2024.g u odnosu na 2010.g, proizvodnja litijuma je beležila rast u zemljama Od 8,5 puta, odnosno 750%. Kako je rast tražnje evidentan, rast kapaciteta će dovesti to daljeg rasta proizvodnje.

T3. Proizvodnja litijuma 2010 do 2024.g (MT litijumskog ekvivalenta)

godina	Mt	godina	Mt	godina	Mt
2010	28.100	2015	31.500	2020	82.500
2011	34.100	2016	38.000	2021	107.000
2012	35.000	2017	69.000	2022	146.000
2013	34.000	2018	95.000	2023	204.000
2014	31.700	2019	86.000	2024	240.000

Izvor: <https://www.statista.com/statistics/606684/world-production-of-lithium/>

Proizvodnja litijuma će u narednom periodu biti uglavnom podržana proizvodnjom iz postojećih australijskih rudnika (Mount Cattlin i Pilgangoora). Ostali veliki rudnici uključuju Mount Marion, Salar de Atacama i Salar del Hombre Muerto, smeštene u Australiji, Čileu i Argentini.“ Očekuje se da proizvodnja litijuma metala u svetu povećati sa 58,8kt u 2020. na 134,7kt u 2024. godini⁸. Geografski došlo je do promene, jer su 90tih godina najveći proizvođač litijuma bile

⁸ Global data.com

USA, da bi već 1995.godine njihov udeo smanjen na 1/3 proizvodnje, a 2010.godine primat preuzima Čile i postaje jedan od najvećih svetskih proizvođača (u jednom od najbogatijih depozita litijuma Salar dr Atacama deposit).

Uloga Kine u rezervama, ali u preradi kritičnih mineralnih sirovina je dominantna, 68% nikla (sa Indonezijom čak 98%), 40% bakra, preko 50% litijuma, 73% kobalta. Dodatno u uvozu na primer SAD veliki procenat KMS je upravo iz Kine, od litijuma (94%), retkih zemljanih minerala (74%). Zavisnost koja je evidentna se ne može smanjiti i zato je potrebno zajedničko upravljanje ova dva rivala, jer od stanja i proizvodnje KMS i trošenja zavisi privredni rast obe države.

T4. KMS – Udeo Kine u uvozu SAD baziran na prosečnom uvozu (2018-2022)

Vrsta proizvoda	Udeo Kine u uvozu USA %	Ukupna uvoz USA Mt	Upotreba kritične mineralne sirovine
Itrijum	94	1.000	Filteri za mikropećnice
Retki zemljani minerali	74	11.940	Kamere, pametni telefoni, ipadovi
Bizmut	65	2.800	Metalurgija
Antimon	63	25.590	Baterije
Arsenik	57	5.400	Poluprovodnici
Germanijum	54	29.000	Optički kablovi, čipovi
Galijum	53	12.000	Optički kablovi, čipovi
Barijum	38	2.300	Proizvodnja hidrokarbonata
Grafit prirodan	33	82.000	Baterije i maziva
Volfram	29	14.000	metalurgija

Izvor: https://www.realcleanenergy.org/articles/2023/11/17/reducing_us_dependency_on_chinese_critical_minerals_993623.html

Kina je uspostavila dominaciju u lancima snabdevanja litijumom širom sveta, budući da se pozicionira da zadovolji ogromnu potražnju za metalom na svom domaćem tržištu. Njihov uticaj na ovu značajnu robu zabrinjava druge nacije - posebno SAD, u kojoj se proglašava „nacionalna vanredna situacija“ zbog stanja američke rudarske industrije i prevelike zavisnosti od stranog uvoza - uglavnom iz Kine - za snabdevanje sa 35 kritičnih minerala, uključujući litijum. a nova administracija predsednika SAD, Donalda Trampa, uspostavila je tarife na uvoz mnogih proizvoda i usluga, uključujući i KMS, iz Kine.

Evropska unija je uvrstila litijum na listu strateških minerala za koje želi da uspostavi snažnije lance snabdevanja. U poređenju sa trenutnim nivoima potražnje Evropska komisija procenjuje da će region zahtevati do 60 puta više litijuma do 2050. godine.

Svesna potreba za KMS, sve razvijene zemlje su definisale svoje strategije upravljanja KMS, od SAD koje su 2020. usvojile Energetski akt, do 2022.g kada je i EU je usvojila akt o upravljanju KMS.

Potencijal Evrope govori da će do 2030.godine 40% potreba za litijumom biti zadovoljeno iz same Evrope. Danas je u toku proces otvaranja rudnika litijuma u bar šest zemalja: Finska, Nemačka, Portugal, Austrija, Velika Britanija.

Šema 1: Rudnici litijuma u procesu otvaranja od 2025 do 2030.godine

Zemlja	Godišnja proizvodnja planirana	Vrsta kopa	Napomena
Finska, projekat Keliber	3,200 t LCE (litijum hidroksida)	Površinski kop, spodumen, prženje rude na 1000C	16 godina trajanja, 5km od grada, 2026.početak rada
Češka Republika, projekat Cinovec	26,000 t LCE	Podzemni rudnik	20 godina, na granici sa Nemačkom, početak eksploatacije do 2030.godine,
Austrija, projekat Wolfsberg	8,800 t LCE	Podzemni rudnik	10 godina, u srcu Alpa, Koruška
Portugal, projekat Barosso Litijum	24,500 t LCE	Površinski kop, spodumen	Ne samo da nastavlja već je prošireno istražno poljem b,izina španske granice
Velika Britanija, projekat Cornish Lithium	20,000 t LCE	Iz geotermalnih izvora, na 1-2km dubine	30 godina vek trajanja, do kraja 2030., početak proizvodnje
Nemačka, Vulcon Energy	21,000 t LCE	Iz geotermalnih izvora	Ovde su najveće rezerve litijuma u Evropi, početak komercijalizacije 2027, zahvata 1700km2, dužina 300km, širina 30-40km

Snabdevanje litijumom same EU je od suštinskog značaja razvoja ovog dela sveta, pa je zbog toga zanimljiv i važan projekat u Srbiji, projekat jadarita. Novo-otkriveni jadarit pokazuje visoku koncentraciju litijuma, visok kvalitet, konkurentsku prednost i integrisani pristup ekstrakciji i preradi. Upravo radi toga je EU potpisala sa Srbijom Memorandum o strateškoj saradnji u oblasti KMS, koji se odnosi na razvoj lanca vrednosti za sirovine, baterije, EV, istraživanje inovacija i tehnoloških znanja, primene visokih tehnologija, ekoloških, društvenih i upravljačkih, mobilizacije finansijskih i investicionih instrumenata za podršku projektu, kao u razvijanja potrebnih veština u visoko kvalitetne poslove u sektoru sirovina i baterija.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Jedan od načina da se problemi u lancima snabdevanjem KMS minimizaciju ili budu održivi jeste formiranje „OPEC za KMS“, po ugledu na Organizaciju zemalja proizvođača i izvoznica nafte i gasa. To je način da se definišu pravila, standardi

ponude, definišu količine, ali icene čime se ponuda i tražnja mgu održavati u balansu i na taj način dostići balansiranu održivost u svetu.

Sigurno je da će biti određeno vreme da se u ovoj proces krene, ali stalne fluktoacije u ponudi, nezaustavljiv rast tehnologija ne ostavlja druge mogućnosti.

Skraćenice korišćene u tekstu

KSM – kritične mineralne sirovina

EV – električno vozilo

Spisak tabela i šema

1. **T1** – Struktura upotrebe litijuma u svetu
2. **T2** – Proizvodnja litijuma i racio odnosa rezervi i proizvodnje
3. **T3** – Proizvodnja litijuma od 2010.do 2024. godine (MT ekv litijuma)
4. **T4** – KMS – udeo Kine u uvozu SAD baziran na prosečnom uvozu
5. **Šema 1** – Rudnici litijuma u procesu otvaranja od 2025 do 2030.godine

Literatura

- V. Fernández, (2017): “Rare-earth elements market: A historical and financial perspective”, *Resour.ces Policy*, volume 53/2017.
- Jiri Sterba, Alicja Krzemien, Pedro Riesgo Fernandez and oth. (2019): “Lithium mining: Accelerating the transition to sustanaible energy”, *Resources Policy*, volume 62/2019.
- Prof dr Zorana Z. Mihajlović, (2025): *Energetska I ekološka bezbednost*, Beograd. ISBN 978-86-7747-656-4
- C.M.Costa, J.C.Barbosa, H.Castro and oth. (2021): “Recycling and environmental issues of lithium-ion batteries: Advances, challenges and opportunities”, *Energy Storage Materials*, volume 37/2021.
- <https://ourworldindata.org/grapher/lithium-production>
- R.Castello, Caitlin Purdy, (2022): *China Role in Supply Critical Minerals for the Global Energy Transition*, Brooklin Institute

LITHIUM THE BASIS OF GLOBAL DEVELOPMENT SUPPLY CHAIN

Summary: *Lithium is a critical mineral resource that, like oil used to be, is becoming a condition for the future sustainable development of the world. This mineral raw material is vital for implementing the global energy transition, decarbonization and reaching zero emissions. There is no country that is completely self-sufficient when it comes to critical mineral resources (CRM), so the need for cooperation is one way of establishing a balance.*

Keywords: *critical mineral raw materials, zero emission, green transition*