



Бранислав Р. Симоновић^[1]

Институт за општу и физичку хемију
Београд (Србија)

УДК 338.32:553.493.34(497.11)

546.34

Прегледни научни рад

Примљен: 27.11.2024.

Прихваћен: 23.12.2024.

doi: 10.5937/napredak5-55030

О литијуму и о литијуму у Србији

Сажетак: У раду су дати основни подаци о литијуму, његовим физичко-хемијским особинама, о налажењу литијума у природи у различитим минералима, посебно о јадариту. Дат је преглед различитих примена литијума и његових једињења у различитим индустријама, а посебно у медицини. Преглед података из литературе дат је и о налажењу литијума у води и у храни и о његовом утицају на људе. Поменута је и примена литијума у ратовању. Посебно су дати подаци о различитим типовима литијумски батерија, као и о новом типу литијум-јонских батерија с чврстим електролитом. Дати су подаци о производњи и о потражњи литијума, као и предвиђања о порасту потражње литијума у скорој будућности. У делу који се односи на пројекат „Јадар“ у Србији дати су основни подаци о овом пројекту, о технолошком поступку за прераду јадарита, о чврстом и течном отпаду, те о депонији чврстог отпада, посебно с гледишта заштите животне средине. У делу „Бука и брука око литијума у Србији“ дат је критички осврт на бројне бесмислице, неистине и лажи које се већ четири године шире о литијуму и о пројекту „Јадар“, посебно о сумпорној киселини и о отровности литијума, који су у Србији постали предмет за застрашивање грађана. Да би се показало колико су неке ствари бесмислене и лажне, наведени су веродостојни подаци из проверљивих извора. У завршном делу дат је предлог шта би требало да се уради у вези с пројектом Јадар.

Кључне речи: литијум, налажење и добијање, примена, пројекат Јадар

О литијуму

Литијум је трећи елемент у периодном систему елемената и припада групи алкалних метала, а хемијски симбол му је Li. Његово име потиче од

грчке речи за камен (*lithos*). Иако је то један од три елемента настала при „Великом праску“ (Big Bang), има га веома мало у свемиру и не налази се у слободном стању у природи. Има га веома мало у свемиру (0,0007% у Земљиној кори), иако је то

[1] branko1201@yahoo.com

један од три елемента, уз водоник и хелијум, који су настали још при настанку свемира. Према тој теорији настанка свемир би требало да садржи три пута више литијума, што је израчунато на основу најстаријих звезда (у космологији је ово проблем „недостатка литијума“) (Fields, 2011). Откривен је 1790. године у минералу петалиту ($\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$), на основу кармин црвене боје коју је показивао у пламену (слика 1). Због тога се литијум користи и за израду пиротехничких средстава.



Слика 1. Кармин црвена боја литијума у пламену.

Извор: Wikipedia

Литијум има атомски број 3 и атомску масу 6,941. То је сребрнастобели метал, врло мекан. Према Мосовој скали има тврдоћу од 0,6, што значи да је мекши и од талка, који има тврдоћу 1. Јавља се у облику 10 изотопа, од којих су два стабилна у природи, а најзаступљенији су ${}^7\text{Li}$ (92,5% природне заступљености) и ${}^6\text{Li}$ (7,5% природне заступљености). Има најмању густину од свих метала, $0,534 \text{ g/cm}^3$, па га то, уз редо-

кс-потенцијал од $-3,04 \text{ V}$, чини веома погодним за примену у литијум-јонским батеријама. Литијум има највишу тачку топљења (182°C) и тачку кључања (1.342°C) од свих алкалних метала. Има и највећи специфични топлотни капацитет, који износи 3.570 J/kgK . (Специфични топлотни капацитет јесте количина топлоте потребна да 1 килограму неке супстанције подигне температуру за 1°C и за воду он износи $4.185,5 \text{ J/kgK}$). При врло великим притисцима (400.000 атмосфера) литијум постаје суперпроводан (Rumble, 2017). Као и сви алкални метали, и литијум је реактиван и запаљив и у реакцији с водом ослобађа водоник, па га због тога у природи нема у слободном стању. Чист литијум мора да се чува у вакууму, у инертној атмосфери или некој органској течности (керозин, минерално уље).

Налажење

До сада су позната 124 минерала у којима се налази литијум (Edward, 2020), а најчешће се налази у следећим минералима: amblygonite, cookeite, elbaite, eucryptite, faizievite, Finniss Lithium Project, fluor-liddicoatite, hectorite, jadarite, lepidolite, lithiophilite, lithiophosphate, nambulite, neptunite, petalite, pezzottaite, saliotite, spodumene, sugilite, tourmaline, triphylite, zabuyelite, zektzerite, zinnwaldite.

У Србији је, у долини реке Јадар, на десетак километара југозападно од планине Цер, 2004. године откривен минерал јадарит (Stanley et al., 2007), који садржи литијум и бор. То је моноклинични силикатни минерал чија је хемијска формула $\text{LiNaSiB}_3\text{O}_7(\text{OH})$ или

$\text{Na}_2\text{OLi}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_2(\text{B}_2\text{O}_3)_3\text{H}_2\text{O}$. Међународна минералозна асоцијација (International Mineralogical Association) признала је под овим именом нови минерал (2006–36) (Jadarite Mineral Data).

Јадарит, који је име добио по месту налажења у долини реке Јадар (десетак километара југозападно од планине Цер), јесте моноклинични силикатни минерал. По хемијском саставу то је натријум-литијум-бор-силикат-хидроксид ($\text{LiNaSiB}_3\text{O}_7(\text{OH})$ или $\text{Na}_2\text{OLi}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_2(\text{B}_2\text{O}_3)_3\text{H}_2\text{O}$). На основу хемијске формуле аутори (Stanley et al., 2007) израчунали су процентуални садржај појединих компоненти: Li_2O 7,3%, Na_2O 15,0%, SiO_2 26,4%, B_2O_3 47,2%, H_2O 4,3%, укупно 100,2 тежинских процената. Webmineral (Jadarite Mineral Data) наводи следећи састав јадарита: Li_2O 7,28% (Li 3,38%), Na_2O 14,96% (Na 11,1%), SiO_2 26,30% (Si 12,29%), B_2O_3 47,12% (B 14,63%), H_2O 4,31% (H 0,48%). Јадарит се јавља у облику малих кристала (5–10 mm). Ако се узме просечни састав литијума и бора у јадариту, добија се да је просечни садржај Li_2O 1,8% а B_2O_3 13,1%.

Морска вода садржи приближно 0,17 mg/l, реке углавном само 3 mg/l, док минералне воде могу да садрже 0,05–1 mg/l (Lenntech). Веће количине литијума налазе се у води Карлсбада, Маријенбада и Вишија (Kavanagh et al., 2018). Литијум се у растворима налази само у облику јона Li^+ . Подземне воде могу да садрже и знатно веће количине литијума, чак и више од 500 mg/l (Kavanagh et al., 2017), али је садржај литијума у овим водама углавном између 0,5 и 19 mg/l (Figuerola et al., 2012). На северу Чилеа, међутим, садржај литијума у води за пиће, али и у храни већи је 100–10.000 него у рекама Северне Америке (Figuerola et al., 2012).

У земљишту се у просеку налази око 20 mg/kg литијума (Kavanagh et al., 2018).

Употреба литијума

Литијум не реагује с кисеоником. У влажном ваздуху реакције литијума са азотом и другим гасовима из ваздуха одвијају се споро, при чему настају литијум-нитрид (Li_3N), литијум-хидроксид (LiOH) и литијум-карбонат (Li_2CO_3). Реагује с халогеним елементима и гради одговарајуће халиде (литијум-флуорид, литијум-хлорид, литијум-бромид и литијум-јодид). Хидриди литијума (LiBH , LiAlH) јесу реагенси, који се доста користе приликом органских синтеза. Литијум реагује с киселинама и гради литијум-сулфат, литијум-нитрат и литијум-хлорид.

Метални литијум добија се електролизом из растопе соли литијум-хлорида и калијум-хлорида.

Нека литијумова једињења, као што су литијум-хлорид и литијум-бромид, веома су хигроскопна (упијају влагу), па се користе за индустријско сушење гасова. Литијум-хидроксид и литијум-пероксид (Li_2O_2) користе се за уклањање угљен-диоксида и пречишћавање ваздуха у ограниченим просторима, као што су свемирски бродови и подморнице. Литијум-хидроксид се користио и у свемирским мисијама Аполо, јер апсорбује угљен-диоксид и гради литијум-карбонат. Литијум-пероксид у присуству влаге такође реагује са угљен-диоксидом, те настаје литијум-карбонат, уз ослобађање кисеоника. „Кисеоничка свећа“, односно литијум-перхлорат ослобађа кисеоник и користи се у подморницама.

У стакларској и керамичкој индустрији литијум и његове руде одавно се користе, а доскора се тако највише и најчешће употребљавао. Литијумове руде (сподумен, амблигонит, лепидолит и петалит) користе се за смањење вискозности и снижавање производне температуре стакла и керамике и тиме смањују трошкове производње. Литијум има мали коефицијент термичког ширења, па кад се дода у истопљено стакло смањује топлотно ширење и течљивост стакла. Додавањем стаклу 0,17% литијум-оксида (Li_2O) смањује се температура топљења за 25°C , чиме се штеди 5–10% енергије. Додавањем литијума настају пирокерамички производи, односно производи отпорни на високе температуре, па се користе за израду пећи за изолационе материјале с продуженим веком употребе, отпорне на температурне шокове, с појачаним механичким особинама и повећаним површинским напонам. Литијумфлуоридни кристали користе се за израду специјалних оптичких делова, који се користе за ултравиолетну (УВ) и инфрацрвену (ИЦ) оптику, што се посебно користи при изради телескопа с побољшаним својствима.

Значајну примену литијум има у металургији, посебно у производњи алуминијума, где литијум-карбонат знатно смањује утрошак енергије (1996. године око 40% укупног литијума у САД трошило се за производњу алуминијума). Осим тога, користи се и за израду многих легур, будући да је најлакши метал, па се добијају лагане легуре с побољшаном чврстоћом (легуре са алуминијумом и магнезијумом за израду лаганих, али чврстих делова за авионе).

Литијум се користи и за израду специјалних стакала (пирекс) отпорних на температуру, израду екрана који реагују на додир (*touch screens*), у фармацеутској индустрији, производњу стаклених влакана, специјалних стакала за стаклокерамичке шпорете и индукционе пећи.

Бројна органска литијумова једињења користе се у хемијској индустрији као катализатори, при полимеризацији, као редукциона средства, за израду специјалних мазива (литојум-стеарат) отпорних на високе температуре.

Примена у медицини

Литијум има значајну примену и у медицини. Има повољна неуролошка дејства, па се одавно, још од доба старог Рима, користио за лечење неуролошких обољења. Римски лекар Соранус из Ефеса открио је да су пацијенти који су пили алкалну воду (с повећаним садржајем литијума) имали боље здравље (Thomson, 2007). И без знања о литијуму, Соранус је открио да побољшава здравље код костобоље, и да служи за лечење различитих манија.

Литијум се још 1845. године користио за лечење костобоље јер је уочено да раствор литијумове соли раствара кристале уринске (мокраћне) киселине због чијег формирања настаје костобоља (гихт) (Schrauser, 2002, Kaill, 1999). Претпостављало се да „неуравнотеженост урата“ (соли уринске киселине) изазива многе болести. Такође, познато је да је уринска киселина психоактивна супстанција, па је претпостављано да би третман литију-

мом, којим би се смањио ниво уринске киселине, помогао у лечењу пацијената, који пате од различитих манија (Oruch et al., 2014). Тако је литијум двадесетих година прошлог века постао познат као чудотворно средство за заштиту нерава, па се неко време додавао и у поједина безалкохолна пића, као што су Lemon-Lime Soda (лимун-лимета сода), претходник пића 7-up (у којем је литијум био првобитни састојак за „горе“) и Lithia water (литијумска вода) (Davis, 1987). У неким деловима света литијум-хлорид се користио као замена за кухињску со (натријум-хлорид), посебно код људи чија је исхрана имала низак садржај натријума. Да би се избегло да се у организам унесе прекомерна количина литијума забрањена је његова употреба у храни или безалкохолним пићима. Од 1880. године литијум се користи за лечење пацијената који пате од различитих манија, али и оних који су склони самоубиству. Повећана употреба литијума (литијум-карбоната) за лечење менталних болести почиње од 1940. године, кад је аустралијски психијатар др Џон Кејд (John Cade), лечећи овакве пацијенте, установио да литијум-карбонат има умирујуће дејство на пацијенте. Литијум-карбонат, али и литијум-ацетат, литијум-аспартат, литијум-цитрат, литијум-борат, литијум-оротат и литијум-сулфат користили су се за лечење биполарног поремећаја (манична депресија) захваљујући чему је смањен број самоубистава (Kaill, 1999). Литијумове соли (најчешће литијум-карбонат) користе се и за лечење шизофреније и болести зависности. Литијум реагује с неуротрансмитерима (преносиоци дражи) и рецепторима у људском

мозгу, при чему се повећава ниво серотонина, а смањује стварање норепинефрина (хормона и неуротрансмитера) у мозгу. То је веома сложен процес, који није до краја изучен иако о томе већ постоји девет теорија и предстоје даља истраживања.

Терапијске дозе литијума које се препisuју код лечења поменутих менталних поремећаја и болести износе 600–2.400 mg дневно (Mayo clinic, Minddisorder).



Слика 2. Литијум се примењује и у медицини за лечење неуролошких обољења.

Фото: Shutterstock

Америчка агенција за храну и лекове, U.S. Food and Drug Administration (FDA), одобрила је 1970. године употребу литијума за лечење манија и стабилизацију расположења [FDA].

У литератури се наводе и друге болести које су лечене литијумом: главобоља, висок притисак, дијабетес, епилепсија, запаљење зглобова, деменција (Timmer et al., 1999, Kessing et al., 2010), чак и зубни каријес.

У литератури нема наведених примера акутног или хроничног тровања природним

изворима литијума. Уношење више од пет грама литијум-хлорида довољно је да изазове смрт код људи (Shahzad et al., 2017, Aral et al., 2008). Други податак за смртну (леталну) дозу јесте до 90 mg/kg телесне масе литијума, што значи око 6.300 mg (6,3 g) литијума за просечну масу од 70 kg, наводе Кoen ван Дејен и сарадници (Van Deun et al., 2021).

Литијум у води и храни и његов утицај

44 |

Мале концентрације литијума корисне су у људској исхрани, а у литератури нема података о физиолошким симптомима који настају због исхране у којој нема довољно литијума. Благотворно дејство литијума бележи једна студија урађена у Тексасу (САД) 1990. године. Током више од десет година забележен је смањен број самоубиства, кућних убиства и силовања на подручју на којем је концентрација литијума у води за пиће била у опсегу 0,07–0,160 mg/l (Bluml et al, 2013). И ова студија потврдила је благотворни утицај литијума на смањење насиља и броја самоубиства, чак и при концентрацијама које могу да се нађу у води за пиће (Schrauzer et al., 1990, Giotakos et al., 2013, Liaugaudaite et al., 2017). Сличне студије урађене у Јапану, Аустрији, на истоку Енглеске показале су да је, у крајевима у којима је повећана концентрација литијума у води за пиће, смањен број самоубиства.

Литијум се због израженог умирујућег дејства и као заштитник нервног система користи у медицини у прилично великим дозама

(600–2.400 mg дневно), посебно у психијатрији, за лечење различитих манија, шизофреније и биполарног поремећаја. Због тога су вршена опсежна истраживања могућег утицаја литијума на људе са знатно мањим дозама, какве се срећу у води за пиће или у прехранбеним намирницама (Szkłarska et al., 2019). Потврђени резултати о смањењу броја самоубиства, кућних убиства, болести зависности, те смањењу криминала, навели су бројне научнике да се озбиљније позабаве утицајем малих концентрација литијума на људе какве се налазе у води за пиће или у прехранбеним намирницама. Оваква проучавања настала су из потребе да се открије како се може смањити број самоубиства у свету којих има око 800.000 годишње (WHO, 2017). Највећи број самоубиства забележен је у високоразвијеним земљама, што потврђује пример Европе (Kovess-Masfety et al., 2011). Самоубиства се најчешће чине због неке утврђене болести или биполарног поремећаја (Phillips, 2010). Један од постављених циљева у овим истраживањима јесте да се утврди најмања доза литијума која се уноси водом или храном, а има позитиван утицај на смањење криминала и броја самоубиства и кућних убиства (Schrauzer et al., 1990). Бројни радови указали су на оправданост оваквих истраживања (Schrauzer et al., 1990, Young, 2009, Ohgami et al., 2009., Kapusta et al., 2011, Sugawara et al., 2013, Giotakos et al., 2013, Liaugaudaite et al., 2017).

Дневни унос литијума је различит у различитим деловима света и зависи од расположивости литијума у околини и у прехранбеним производима, а његова концентрација креће се

у опсегу од неколико микрограма до неколико хиљада микрограма дневно. Шраузер (Schrauzer) предложио је да дневни унос литијума треба да буде око 1.000 μg (1 mg) дневно за одраслу особу од 70 kg (14.3 $\mu\text{g/kg}$ телесне тежине) (Schrauzer, 2002). Због неравномерне расподеле литијума у Земљиној кори, његове концентрације су различите у различитим деловима света, али се зна да су у Европи међу најнижима. Тако су наведени подаци да је унос литијума у Пољској само 10,7 $\mu\text{g/дневно}$, а у Белгији је процењен на 8,6 $\mu\text{g/дневно}$.

Главни извор литијума у исхрани су житарице, кромпир, парадајз, купус и неке минералне воде, као и неки зачини, али је унос кроз зачине занемарљив. Средњи садржај литијума износи у житарицама 4,4 $\mu\text{g/g}$ суве масе, у риби 3,1 $\mu\text{g/g}$ суве масе, у печуркама 0,19 $\mu\text{g/g}$ суве масе, у поврћу 2,3 $\mu\text{g/g}$ суве масе, у млечним производима 0,5 $\mu\text{g/g}$ суве масе, у орасима 8,8 $\mu\text{g/g}$ суве масе, а у месу само 0,012 $\mu\text{g/g}$ суве масе. Флаширана вода у Европи садржи у просеку око 0,94 $\mu\text{g/l}$, док водоводска вода садржи у просеку 0,54–0,64 $\mu\text{g/l}$. Из наведених података види се да је уносом преко хране готово немогуће унети препоручену количину литијума од око 1.000 $\mu\text{g/дневно}$.

Бројне студије показале су значајан утицај литијума који се налази у води на смањење броја самоубиства, иако су те дозе литијума знатно мање од оних које се користе у лечењу биполарног поремећаја, који је најчешћи узрок самоубиства (Schrauzer et al, 1990). Такви резултати добијени су у истраживањима која су извршена у САД, Јапану, Аустрији, Грчкој, Италији, Литва-

нији и Данској. Претпоставља се да врло мали унос литијума изазива погоршање расположења, импулсивност и нервозу (Sher, 2015). Овакви налази делимично потврђују претпоставку о повећаном насиљу и повећаном броју самоубиства и кућних убиства код људи који живе у подручјима с малом концентрацијом литијума у води за пиће (0–12 $\mu\text{g/l}$). Због тога је предложено да се литијум додаје храни, као што се јод додаје кухињској соли.

Литијум у ратовању

| 45

Литијум се користи за израду тзв. хидрогенских (термонуклеарних) бомби. Изотоп литијума ${}^6\text{Li}$ и изотоп водоника ${}^2\text{H}$ (деутеријум) апсорбују неутроне и распадају се на хелијум и трицијум (изотоп водоника), при чему се ослобађа довољна количина енергије да започне реакција нуклеарне фузије (спајања), у којој настају два атома хелијума. Ове бомбе ослобађају веома велику енергију и имају снагу више милиона тона ТНТ (тринитротолуола, класичног експлозива).

Литијум-хидрид и литијум-алуминијум-хидрид користе се као високоенергетски додаци ракетном гориву. За израду ракетног наоружања потребан је и материјал отпоран на високе температуре, с малим термичким ширењем, па се за израду оваквих композитних материјала користе литијумове соли (Kunasz, 2006). Осим тога, литијумске батерије користе се у многим електронским уређајима неопходним за савремено ратовање.

Литијумске батерије

Литијумске батерије могу да буду примарне (непуњиве), и то су дугмасте или цилиндричне батерије за калкулаторе, ручне часовнике и прве дигиталне камере. У поређењу с класичним алкалним батеријама, литијумске батерије имају већу густину енергије, лакше су и дужи им је век трајања.



Слика 3. Примарне литијумске батерије.

Фото: Shutterstock

Други тип литијумских батерија су секундарне (пуњиве) литијум-јонске батерије, које се користе за мобилне телефоне, лаптоп рачунаре, бројне мале електронске уређаје, различите електричне алате, електричне аутомобиле и друга возила, а у новије време и за складиштење електричне енергије.

И ове батерије имају већу густину енергије, мању масу (тежину) и дужи радни век. За добијање 1 kWh (киловат-сат) потребно је 0,16–0,18 kg литијум-карбоната. Густина енергије, изражава се у Wh/kg, јесте количина енергије која може да се смести у јединичну масу. Густина снаге, изражава се у W/kg, јесте количина

снаге која може да се добије из јединичне масе. Литијум-јонска батерија за новије мобилне телефоне садржи око 3 g, батерија за лаптоп рачунар 10–30 g, за електричне алате око 40–60 g, а батерија за аутомобиле и камионе 40–100 kg литијум-карбоната.

Неколико појединачних ћелија, међусобно спојених, чини литијумску батерију. Свака ћелија састављена је од позитивне електроде (катоде), негативне електроде (аноде), сепаратора, који раздваја катодни од анодног дела и електролита (који може да буде течни, у облику гела или чврсти). Будући да је литијум изузетно реактиван у елементарном облику, литијум-јонске батерије не садрже елементарни литијум, већ његов оксид, као што је литијум-кобалт-оксид. Ове батерије су пуњиве, што значи да циклуси (празњења и пуњења) могу да се понављају стотинама (хиљадама) пута. Литијум-јонске батерије имају највећу густину наелектрисања у поређењу с било којим другим батеријама.



Слика 4. Секундарне литијумске батерије.

Фото: Shutterstock

Постоји шест типова литијум-јонских батерија.

1. *Литијум-кобалт-оксид батерија*, LiCoO_2 (LCO), код које је литијум-оксид катода, а графит анода. Њен радни напон је 3,6 V, специфична енергија 150–200 Wh/kg, густина енергије 400 Wh/l, а број радних циклуса (пуњење/пражњење) 500–1.000. Користе се у новим мобилним телефонима.
2. *Литијум-манган-оксид батерија*, LiMn_2O_4 (LMO), има катоду од литијум-манган-оксида, а аноду од графита. Има радни напон од 3,7 V, специфичну енергију 100–150 Wh/kg и густину енергије од 350 Wh/l. Број радних циклуса (пуњење/пражњење) износи 300–700, а користи се у електричним бицикlima, баштенским машинама, медицинској опреми, одвијачима и бушилицама.
3. *Литијум-гвожђе-фосфат батерија*, LiFePO_4 (LFP). Тамо где није потребна велика специфична енергија, али су потребни велика сигурност и дуготрајни циклуси, односно велики капацитет батерија, користе се литијум-гвожђе-фосфатне батерије. Користе се у аутомобилској индустрији (електромобили), за индустријске машине у аутоматизи, роботизи, за различите типове возила, аеродромска возила и др. Имају радни напон од 3,2 V, специфичну енергију од 170 Wh/kg и густину енергије од 350 Wh/l. Њихов број радних циклуса (пуњење/пражњење) већи је од 4.000, што

- је утицало на то да се овакве батерије уграђују у многе електричне аутомобиле.
4. *Никл-манган-кобалт батерија*, LiNiMnCoO_2 (NMC). Овде се користи мешовити оксид никла, мангана и кобалта. Ова батерија има велику специфичну енергију (220–240 Wh/kg). Овакве батерије се најчешће користе у индустрији електричних аутомобила јер могу да дају велику количину енергије, која је смештена у малој маси и малој запремини. Имају радни напон од 3,6 V, специфичну енергију 150–220 Wh/kg и густину енергије од 500 Wh/l. Њихов број радних циклуса (пуњење/пражњење) износи 1.000–2.000.
 5. *Никл-кобалт-алуминијум батерија*, LiNiCoAlO_2 (NCA). У аутомобилској индустрији, за производњу електричних аутомобила, највише се користе ове батерије. Имају радни напон од 3,6 V, специфичну енергију од 250 Wh/kg и густину енергије од 550 Wh/l. Њихов број радних циклуса (пуњење/пражњење) већи је од 1.000.
 6. *Литијум-титанат батерија*, $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO). Одлика овог типа батерија јесте изузетно велики број циклуса (пуњење/пражњење), чак 15.000–20.000. Ове батерије имају мању густину енергије. Њихов радни напон износи 2,4 V, специфична енергија им је 70 Wh/kg, а густина енергије 177 Wh/l. Имају број радних циклуса (пуњење/пражњење) који је већи од 15.000–20.000. Користе се у аутомобилској индустрији.

Литијум-јонске батерије с чврстим електролитом

Најновији тип литијум-јонских батерија јесу оне са чврстим електролитом. Ове батерије представљају велики напредак у односу на литијум-јонске батерије с течним електролитом јер имају већи капацитет, дужи радни век и брже се пуне. Потпуно су безбедне јер код њих не може да дође до паљења. Код чврстих литијум-јонских батерија нема стварања запаљивих гасова, па су ово најсигурније литијум-јонске батерије. Чврсти електролити су неотровни и не остављају последице у животној средини, нису испарљиви, термално су стабилни, имају добра механичка својства, имају добру јонску проводљивост, омогућавају дифузију литијумових јона и знатно краће време пуњења. Наводи се да су до сада успешно примењени чврсти електролити са сулфидима (литијум, сумпор, хлор и сл.), оксидима (литијум, титан, цирконијум, алуминијум, тантал, лантан), фосфатима (литијум, фосфор, алуминијум, титан, германијум). Јапанска фабрика аутомобила Тојота најавила је производњу оваквих батерија за 2028. годину. Аутомобили ће с новим батеријама прелазити до 1.200 километара, а време пуњења биће скраћено на десет минута.

Производња и потражња за литијумом

Због све веће употребе литијум-јонских батерија не само за производњу електричних аутомобила него и за производњу многих електричних и

електронских уређаја потражња за литијумом стално расте. Предвиђа се и значајан пораст потражње за литијумом у наредних десет до двадесет година. На пораст потражње за литијумом утицале су и одлуке влада многих земаља да се у наредних десетак година забрани употреба аутомобила с моторима са унутрашњим сагоревањем.

Тако ће забрана производње аутомобила с моторима са унутрашњим сагоревањем важити у Норвешкој до 2025. године, у ЕУ и у Великој Британији до 2035. године. У САД половина аутомобила у продаји од 2030. године треба да буде с „нултом емисијом“. Предвиђа се да ће у Кини већ од 2025. године половина аутомобила бити на погон с „новом енергијом“, а у Индији од 2030. године око 30% аутомобила у продаји биће на електрични погон. У Јапану се од 2030. године планира забрана продаје аутомобила с моторима са унутрашњим сагоревањем.

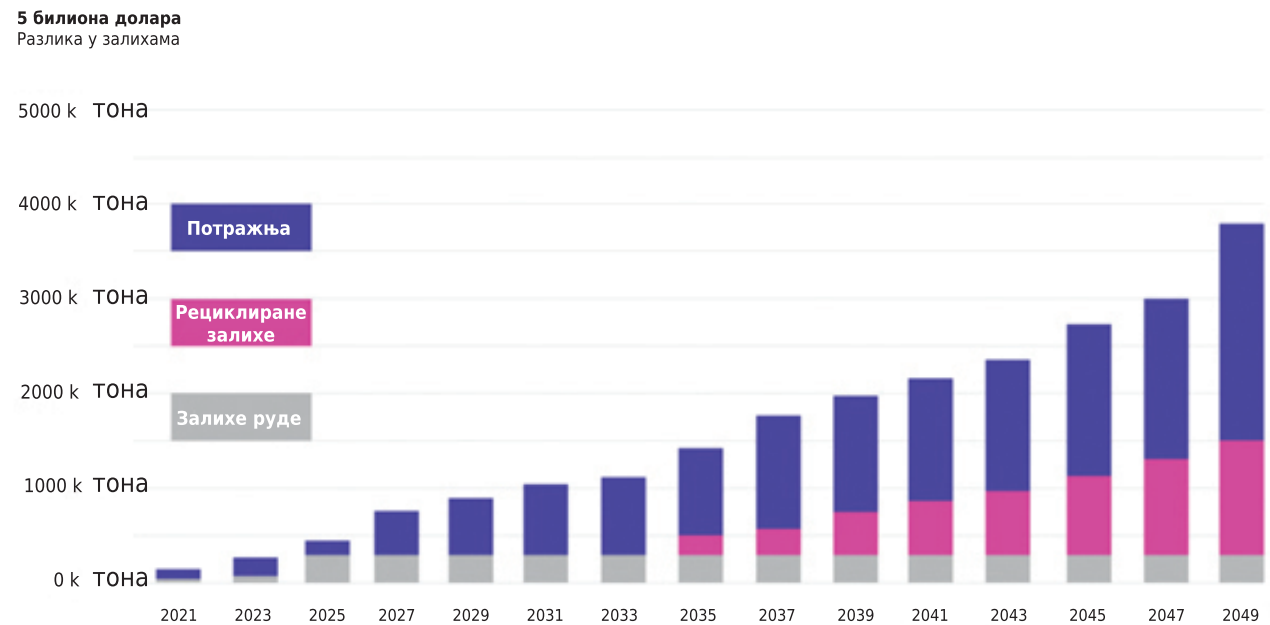
Имајући на уму овакве, већ донете одлуке, многе владе већ предузимају мере да би се обезбедиле довољне количине литијума којима ће се задовољити нарасле потребе. Европска аутомобилска индустрија сада увози 100% сировина за производњу (литијум, кобалт), углавном из Кине, па је ЕУ донела пропис по којем ова зависност мора што пре да се смањи. На том списку налазе се тридесет четири „критичне сировине“. Осим литијума, ту су и ретки метали, неопходни за производњу литијум-јонских батерија, али и за производњу полупроводника и специјалних легура. Ове сировине су неопходне да би ЕУ могла да напредује не само у производњи

електричних аутомобила него и у производњи полупроводника, компјутерској технологији и вештачкој интелигенцији.

Највеће резерве литијума (око 60% светских резерви) налазе се у Јужној Америци, у Аргентини, Боливији и Чилеу (у тзв. ABC [Argentina, Bolivia, Chile] троуглу). Првих десет земаља с највећим резервама литијума јесу Боливија (21 милион тона), Аргентина (19), Чиле (9,8), Аустралија (7,3), Кина (5,1), ДР Конго (3), Канада (2,9), Немачка (2,7), Мексико (1,7), Чешка (1,3), Србија (1,2). Највећи произвођачи литијума,

према подацима из 2021. године, јесу Аустралија (око 55.000 тона литијума годишње), Чиле (26.000 тона), Кина (14.000 тона) и Аргентина (6.200 тона).

Према предвиђању EV Battery Market за 2033. годину, тржиште батерија у свету вредеће око 508,8 милијарди долара, а у том износу највећи удео имаће литијум-јонске батерије. Овакво предвиђање засновано је и на производњи нових типова батерија с побољшаним особинама и продуженим веком трајања. Предвиђање се односи и на Европу у којој је дошло



Слика 5. Предвиђена потражња литијума до 2049. године (плави ступци), литијум добијени из рециклаже (љубичасти ступци) и производња литијума из рудника (сиви ступци).

Извор: Wallstreet star

до побољшања технологије литијум-јонских батерија, које имају већу густину енергије, краће време пуњења, дужи радни век и побољшану безбедност при раду.

Ево како изгледа предвиђање за пораст потражње литијума у наредних двадесетак година.

У Кини, која је највећи светски произвођач литијум-јонских батерија (са око 75% светске производње), налази се и највећи број великих (гига)фабрика батерија. У Европи се производи око 11%, у САД око 7%, а у свим осталим земљама око 7% од укупне светске производње батерија. Предвиђа се да ће се 2033. године удео европских произвођача повећати на 22%, на рачун кинеских произвођача, чији удео треба да падне на 55%, САД на 18%, док ће све остале змље да производе само 5% од укупне светске производње. Овакво предвиђање поткрепљено је подацима о изградњи нових гигафабрика литијум-јонских батерија: у Немачкој (14), Норвешкој (4), Шведској (3), Мађарској (5), Француској (5), Шпанији (8), Италији (4) и по једна у Пољској, Русији, Чешкој и Србији (France24). Због тога је ЕУ потписала меморандуме о разумевању са Аргентином и Србијом (2023. године), да би се обезбедиле довољне количине литијума за снабдевање фабрика чија се изградња планира. Да би се тај процес убрзао, ЕУ планира да издвоји три милијарде евра за подстицаје у производњи литијума, док се у САД планира улагање од око шездесет милијарди долара за исте намене. У томе се посебно истичу земље у којима се налазе велики произвођачи аутомобила и камиона (AB Volvo, Mercedes Benz Group AG и Scania AB).

Пројекат Јадар

Као што је већ речено, у Србији је у долини реке Јадар, десетак километара југозападно од планине Цер, 2004. године откривен минерал јадарит (Stanley et al., 2007), који садржи литијум и бор. По хемијском саставу то је натријум-литојум-бор-силикат-хидроксид ($\text{LiNaSiB}_{307}(\text{OH})$ или $\text{Na}_2\text{OLi}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_2(\text{B}_2\text{O}_3)_3\text{H}_2\text{O}$), с просечним садржајем литијума од 1,8%, односно 3,04% (као Li_2O , после обогаћивања) и бора од 13,1%.

У овом раду нећемо се бавити рударским делом овог пројекта, већ само технолошким поступком за добијање литијум-карбоната и борне киселине [Studija 1], као и отпадним материјама [Studija 2] које настају у овом процесу. Наравно, овај технолошки процес даје се без улажења у детаље.

Технолошки процес, после млевења руде и обогаћивања, обухвата растварање сумпорном киселином, неутрализацију, селективну кристализацију и добијање крајњих производа: литијум-карбоната, борне киселине и натријум сулфата као нуспроизвода. Осим тога, овај процес обухвата и пречишћавање отпадних вода насталих у процесу производње, као и обраду чврстог отпада пре отпремања на депонију.

Пројектом је предвиђена прерада око 1,9 милиона тона руде јадарит годишње и производња 58.000 тона литијум-карбоната годишње, 286.000 тона борне киселине и 259.000 тона натријум-сулфата као нуспроизвода годишње. Концентрат руде јадарита раствара се сумпорном киселином у затвореним посудама, при рН 3, на 90°C, при чему се дозирањем

сумпорне киселине и воде одржава рН око три. На тај начин добија се матична течност богата бором и литијумом, као и сулфатима. Снижавањем температуре добија се засићени раствор из којег се кристалише борна киселина (двостепена кристализација). Исталожена борна киселина се филтрира, суши и меље до одређене гранулације. Додавањем гашеног креча врши се таложење магнезијума и тешких метала, при чему настаје и гипс. После издвајања борне киселине и тешких метала, додавањем натријум-бикарбоната, литијум-сулфат се преводи у литијум-бикарбонат, а повишењем температуре литијум-бикарбонат прелази у литијум-карбонат. Двостепеном кристализацијом добија се литијум-карбонат, који се суши и меље до одређене гранулације. У преосталу течност додаје се сумпорна киселина до рН 6–8, да би се настали карбонати превели у сулфате, а натријум-сулфат се кристалише, суши и меље.

У току извођења процеса врши се контрола излазних гасова: $\text{PM}_{2,5}$ (честице величине 2,5 mm, NO_2 , CO , HCl , SO_4).

Отпадне воде из процеса производње пречишћавају се у пет фаза: ултрафилтрација (уклањање честица микронске величине), нанофилтрација (уклањање субмикронских честица, реверсна осмоза 1, реверсна осмоза 2 (уклањање јона тешких метала) и јонска измена (уклањање преосталих јона). На тај начин добија се деминерализована вода, а да би се испуштала у реку Јадар потребно је да се изврши блага минерализација (додавање извесне количине минерала до нивоа концентрација присутних у реци Јадар).

Чврсти отпад, настао у процесу производње, суши се до садржаја воде од око 25%, па се такав одвози на депонију чврстог отпада [Studija 1]. Стандардна метода за испитивање опасности чврстог отпада је тзв. тест испирања (излуживања) и дата је у европским и америчким стандардима [Studija 2]. Ова метода изводи се тако што се одређена количина чврстог отпада прелије раствором воде (или киселим раствором), па се одређено време такав узорак непрекидно меша, а затим се изврши анализа раствора да би се одредила концентрације испраних тешких метала. Стандардом су прописане граничне концентрације испраних елемената до којих се отпад сматра безопасним (Townsend et al., ЕРА). Од неорганских материја анализирају се арсен, баријум, кадмијум, хром, олово, жива, селен и сребро. Тестови чврстог отпада из процеса производње литијума и бора показали су да су „испране“ (излужене) концентрације (антимон, арсен, бакар, жива, кадмијум, молибден, никл, олово, хром, цинк) из чврстог отпада знатно испод границе (100–1.000 пута су мање) дозвољене поменути стандардом. То значи, да из поменутог чврстог отпада, насталог при производњи литијума и бора, неће долазити до испирања тешких метала и до загађивања животне средине.

Из изложеног о технолошком поступку за добијање литијум-карбоната и борне киселине из јадарита види се да се користе уобичајени и добро познати технолошки процеси: растварање киселином, неутрализација базом, таложење и кристализација, филтрирање, сушење, млевење.

Нема запаљивих, ни експлозивних материја, нема високих притисака, ни високе температуре, а циклус је потпуно затворен. У целом технолошком поступку нема никаквих непознатих или нових, неиспитаних процеса.

Бука и брука око литијума у Србији

Од 2004. године, откад је нађен минерал јадарит у долини реке Јадар (Stanley et al., 2007), па све до 2020. године, литијум је био најбезопаснији и најкориснији елемент периодног система. Пројекат „Јадар“ је 2008, па 2011. године, проглашен стратешким пројектом за Србију. У Стратегији управљања минералним ресурсима Републике Србије до 2030. године, из 2011. године између осталог наводи се: „Јадарски басен, са количном и садржајем литијума и бора у руди је један од најзначајнијих потенцијала у светским размерама“ (Vlada Srbije).

А од 2020. године кренула је негативна кампања против пројекта „Јадар“, уз изношење бесмислица, нетачности и лажи. Све је почело од интервјуа који је Д. Ђорђевић дала једном порталу (balkangreenenergynews), 9. 12. 2000. године, а који је постао политикантски програм неких странака и покрета. У том интервјуу ништа од изреченог није тачно, а тада је први пут објављена и прича о сумпорној киселини на 250°C, те о флуороводоничној киселини, која се уопште не користи у овом технолошком процесу. Неистина је да ће се користити сумпорна киселина на 250°C, да ће паре агресивних киселина отпаравати у атмосферу, да ће уништити

зелени покривач, неситина је да ће се „отпадне рудничке воде“ испуштати у реку Јадар јер не постоје отпадне рудничке воде. Неистина је да ће бити угрожене подземне воде које могу да се користе као вода за пиће и није истина да ће бити угрожени Дрина, па Сава и градови дуж ових река. Неистина је да руде на нашим просторима садрже изузетно токсичне елементе, неистина је да ће се у реку Јадар испуштати отпадне воде из флотације јер у процесу уопште нема флотације, неистина је да ће Србија добити 4% рудне ренте и све еколошке катастрофе које следе, неистина је да ће отварањем рудника страдати сва пољопривреда у његовој околини и дуж реке Јадар и шире и неистина је да ће се загадити животна средина и да ће доћи до оболевања од најтежих неизлечивих болести. Неистина је да је из истражних бушотина излазила токсична рудна вода. Није истина да ће се свакодневно испуштати отпадне воде и хиљаду тона сумпорне киселине, неистина је да ће због рудника на западу Србије Лозница, Ваљево, Шабац и Београд остати без воде и да не набрајам даље. Све неистина до неистине, бесмислице и измишљотине.

Да ствар буде још гора, све те лажи износили су људи са академским звањима и титулама. Тиме и може да се објасни зашто је толико људи поверовало у те лажи. А онда је та негативна кампања кренула по друштвеним мрежама, где је свако, али баш свако, могао да изнесе своје „мишљење“ о пројекту „Јадар“ и о литијуму. Људи су се утркивали ко ће да изнесе запањујуће податке о пројекту „Јадар“ и о литијуму, а неки интересни медији, уз друштвене мреже, здушно су ширили те лажи. Код нас свако може да изне-

се шта хоће о литијуму, а у томе су предњачили неки академици, па глумице, лекари, гинеколози, певачи, спортисти, редитељи и режисери и да не наводим даље, све назовистручњаци за литијум. „Негативне информације, вести и гласине шире се веома брзо“, много брже од позитивних. „Лажне или негативне вести, гласине и информације шире се веома брзо и изазивају хаос и нестабилност у друштвеном поретку. Људи постају зависници од мобилних телефона, а резултат тога је да постају искључени из друштвене стварности“ (Sociologygroup). Осим тога, друштвене мреже остављају последице не само на ментално него и на физичко здравље, а негативно утичу и на креативност. Стално коришћење друштвених мрежа чини човека лењим и мање активним.

Ако се зна да је у последње две године код нас објављено више од 15.000 негативних текстова о пројекту „Јадар“, онда је јасно да је немогуће аргументима у једном тексту побити све бесмислице и лажи које су изречене. Аутор овог рада је у неколико наврата износио праве и истините податке о овом пројекту. У тексту „Литијум у Србији некад и сад“ (Simonović, 2023) наводе се неке од бесмислица и лажи које су изrekli људи са академским звањима и титулама. Забрињавајући је податак да у Србији има више од 300.000 људи који све знају о литијуму („експерти за литијум“), али ништа од оног што знају о литијуму није тачно. „Уништиће се барем 2.000 хектара плодног земљишта (реч је о 390 хектара), раселиће се 22 села (52 домаћинства), трошиће се 500 кубика воде за једну тону литијума (8–9 кубика), ту се налази 10% светских резерви литијума (1,5%), сумпорна киселина на 250°C (90°C)“.

Та прича о сумпорној киселини на 250°C и касније се стално провлачила иако је ауторка те изјаве себе демантовала. Али дух је пуштен из боце и професорку економског факултета у Београду гушиће сумпорни гасови и падаће јој на главу киселе сумпорне кише. А сви могу да се увере, ако потраже праве податке о сумпорној киселини, која је једна од најкоришћенијих сировина у хемијској индустрији, како стоје ствари. По потрошњи сумпорне киселине мери се индустријска развијеност неке земље. У свету се троши више од 380 милиона тона годишње сумпорне киселине, а у Србији преко 600.000 тона годишње. Колико је та прича о сумпорним гасовима, који ће тровати становнике Јадра, Лознице, Шапца, Београда, па и целе Србије лажна, може да се види из податка да сумпорна киселина на 140°C испарава пет пута мање од воде на 0°C (Marti et al., 1997). А зна се да вода на 0°C практично не испарава, па никаквих сумпорних гасова неће ни бити, те неће бити ни гушења становника Србије. Усред Хамбурга, који има преко два милиона становника, налази се фабрика сумпорне киселине Aurubis у којој се годишње производи два милиона тона сумпорне киселине. И никоме у Немачкој није пало на памет да тражи измештање ове фабрике сумпорне киселине, која би гушила становнике Хамбурга.

У још једном свом тексту (Simonović, 2024a) навео сам бесмислице које су износили неки академици и показао да појма немају о теми о којој говоре и износе неистине. Нико од тих најгрлатијих академика није се никада бавио ни литијумом, а ни заштитом животне средине, али то их није спречило да стално говоре о литијуму и заштити животне средине. При томе, кршили

су и крше Кодекс понашања у научно-истраживачком раду, који „налаже да објективност у тумачењу и закључивању мора бити заснована на чињеницама и подацима који се могу доказати и поново проверити“, те „непристрасност и независност од заинтересованих страна, од идеолошких или интересних политичких група“ (Prosveta). Ниједан од навода поменути анти-литијумаши нису до сада демантовали новим подацима. У истом тексту поменут је и политикантски скуп о пројекту „Јадар“, који је одржан у САНУ 2021. године, за који неки академици наводе да је био научни скуп. Тон научности овом политикантском скупу дале су различите невладине организације и групе грађана, као и писмо које су тадашњем председнику САНУ упутиле неке минорне локалне невладине организације и политичке странке.

Неки од академика, иако им то није област интересовања, нити су се њоме бавили, уложили су и улажу огромне напоре не би ли показали да је пројекат „Јадар“ катастрофичан и нешто најгоре што би могло да се деси Србији, а да за то не наводе никакве праве доказе. Све је то у стилу: знам да је то јако опасно, али не знам шта је то опасно и зашто. Али, свеједно, то је опасно, да не може да буде опасније. Они показују толику острашћеност и износе неке ствари којих би се сваки разуман човек постидео. Дobar пример за то су два текста академика С. Вукосавића, иначе професора Електротехничког факултета (области научног рада, које је сам навео: електромеханичко претварање енергије, дигитално управљање, индустријска роботика), објављена у *Нину* (Vukosavić, 2024a, Vukosavić, 2024b). Он нигде, ама баш ниједну реч није рекао шта је то и зашто

толико опасно у пројекту литијума. Он наводи: „[...] реализација пројекта 'Јадар' водила би ка масовној девастацији простора, трајној промени карактера предела, деградацији земљишта, шума, површинских и подземних вода, расељавању становништва, престанку пољопривредних активности и успостављању сценарија перманентног ризика по здравље становништва у широким размерама.“ И, као што то раде прави научници, академик Вукосавић не наводи ниједан доказ за изречене тврдње о општој катастрофи која предстоји Србији, али поуздано зна и то обнародује да ће бити „у широким размерама“. Колико су изнете катастрофичне тврдње неосноване, најбоље може да се види из правих података, који се односе на пројекат „Јадар“. „Масовна девастација простора“ односи се на око 300 хектара, колико би заузимао пројекат Јадар, што чини само 1,02% укупног простора подручја Јадар. А ако се одбију површине с насељима, овај проценат је мањи од 0,5%. Овај податак побија и другу тврдњу академика Вукосавића о „трајној промени карактера предела“. А да се мало потрудио да нађе праве податке о стању земљишта на том подручју, академик Вукосавић могао је да пронађе да „планско подручје сврстано је (мањим делом) у подручја деградиране животне средине са негативним утицајима на човека, биљни и животињски свет“ (Institut za urbanizam, 2019). Године 2014. на том подручју излила се акумулација са отпадним водама и муљем из флотације руде антимона, те је том приликом из рудника „Столице“ у Костајнику дошло до „изливања 1,2 милиона тона рудног отпада“ и „преко 110.000 метара кубних муља од јаловине и отишло у поток Костајник,

који је сезонска притока реке Јадар“ (Agencija za zaštitu životne sredine, 2018). Том приликом загађено је 120,8 km², што чини 41,1% укупне површине подручја Јадар (која износи 293,91 km²). А ако се одбије површина под насељима, проценат трајно загађеног земљишта значајно је већи, вероватно 60–70%. Ако се имају на уму наведени подаци о врсти и степену загађења земљишта и вода, све приче академика С. Вукосавића о некој будућој пољопривредној производњи, којом би се хранила Србија и део Европе (како су говорили улични заштитари) падају у воду. Академик Вукосавић говори о „успостављању сценарија перманентног ризика по здравље становништва у широким размерама“. Али пропустио је (опет намерно) да наведе који су то „перманентни ризици по здравље становништва у широким размерама“. Ето, како изгледа кад академик за своје тврдње скупља податке са уличних протеста и друштвених мрежа, а занемарује доступне праве податке.

Анализа Академије инжењерских наука Србије (АИНС) иста је као политикантски скуп одржан у САНУ, само су они понешто додали да се, на први поглед, не види да је реч о ресавској школи. Они су чак против улагања значајних средстава у инфраструктуру (у складу са оним „да све стане у Србији“), као да ће неко те путеве, евентуалну пругу или нешто од инфраструктуре да понесе из Србије, а да то неће да остане баш у том крају. И овде преовлађује јако залагање да „све стане у Србији“, па и улагање у инфраструктуру.

И академици инжењерци су забринути „јер ће бити онемогућен развој пољопривреде“. Писац ове анализе заборавио је шта је написао у

истом саопштењу, па ће мало даље у тексту да напише и следеће: „Индикативно је да су на удаљености од 20 км низ реку Јадар измерене 8,9 пута веће концентрације арсена и 17,1 веће концентрације бора. У кругу са увећаним садржајем токсичних материја у земљишту, води или ваздуху не може се организовати профитабилна производња здраве хране.“ Дакле, „неће бити онемогућена“, већ је сада и пре почетка рударења и добијања литијума онемогућена производња не само здраве већ било какве хране. У овој анализи АИНС налазе се исте бесмислице и неистине као и у закључцима са поменутог политикантског скупа у САНУ, па је очигледно да је иста рука писала оба ова закључка. Нема смисла да се коментаришу ни бесмислице о хиљадама тона бора, арсена, никла, кадмијума и олова. Како се академицима инжењерцима омакло да ће неко ко планира производњу бора испустити хиљаде тона бора, да не помињем остале скупе метале, у јаловину. Следи још једна катастрофична тврдња како ће те хиљаде тона тешких метала и арсена „преко Саве и Шапца и Београда, уз настанак сталног ризика по сигурност водоснабдевања већег дела Србије“. Ако је и од академика инжењераца, превише је. Тешко Србији с таквим инжењерцима академицима. А како је дошло до овог саопштења АИНС, могло је да се види из реакције др С. Максимовића на текст академика С. Вукосавића (Maksimović, 2022). „Саткан од површних навода, текст показује да су ветрови свезнања одвели академика у њему непознат простор експлоатације минералних сировина и заштите животне средине. Отуда је и објашњиво што се, као стручњак за електроуправљање, у вакууму без стручних и

научних оријентира не сналази. У намери да буде убедљив, позива се на дневне новине, а не на мериторне рударске и геолошке изворе. Позива се на ауторитет научног скупа у САНУ посвећеног проблему експлоатације литијума, на којем се, колико је мени познато, није чуло мишљење компетентне рударске струке. У намери генерализације ставова Председништва Академије инжењерских наука Србије као ставова инжењера Србије, не констатује се да се од ставова председништва дистанцирало Одељење рударских, геолошких и системских наука“. Ове речи потврђују тврдњу да је иста рука писала оба саопштења, САНУ и АИНС.

Набрајање бесмислица и лажи изречених о пројекту „Јадар“ могло би да потраје. На крају наводимо неколико најбесмисленијих изјава о овом пројекту, којих би се постидео свако са макар мало разума. Књижевница и редитељка Вида Огњеновић изјавила је (Огњеновић, 2024): „Рудник ће прорадити. Страна корпорација ће троструко наплатити уложена средства и продаваће литијум као своју робу. Десетак преживелих с неким девијацијама биће у строго чуваном стационару на Старој планини. А мали број који могу да говоре, са свим девијацијама изазваним отровима, наставиће своју полемику о литијуму...“ Према попису из 2022. године у Србији је било 6.664.449 становника. И замислите да неко, па ма то био и редитељ и књижевник, уопште може да изјави да би од литијума у Србији настрадало 6.664.439 становника, а да ће само десетак да преживи „с неким девијацијама“. Једино што преостаје јесте да се човек пита да ли ико иоле разуман може да изјави овакву глупост. Редитељка је

проналазач достојан Нобелове награде јер до сада није познато да је ико измислио оружје за такво масовно уништење. По својој бесмислености нимало не заостаје ни изјава режисера Горана Марковића: „Само ако не будемо прекривени бушотинама, које уз помоћ хемикалија ваде утробу земље и пејзаже плодне и шумовите Србије претварају у пустињу, ми имамо будућност. Ако људи сада попусте пред бескрупулозним интересима капитала и овдашњом корумпираном влашћу – готови смо“ (Marković, 2024). Режисер све зна, чак и то да ће из бушотина помоћу хемикалија vadити утробу земље, те да ће Србију (плодну и шумовиту) претворити у пустињу. И овај пример показује да незнање не спречава људе да износе бесмислице, којих би се постидео иоле разуман човек. Ови примери показују како је незнање добро распоређено међу књижевницима, редитељима, режисерима, глумцима... Једини коментар на овакве бесмислице јесте латинска изрека: *Beati pauperes spiritu*.

Остаје једно од главних питања у целој овој ујдурми око литијума у Србији: Зашто се толика српска „памет“ није удружила и потрудила да нађе најбоље решење за Србију како у погледу заштите животне средине, тако и у погледу економије, па да све буде на корист Србији? С обзиром на назив – Српска академија наука и уметности, дакле српска и још наука, откуда то да се један, додуше мањи али острашћени део Академије, толико ангажовао и ангажује да заустави пројекат литијума у Србији? Замислите да су се сва та српска „памет“ и све то „знање“ о рударењу и добијању литијума упрегли и заложили да се сви ти „проблеми“, које наводе, реше,

Србија би једина у свету имала најбезбедније рударење и добијање литијума. Али то се није догодило, нити ће да се догоди, јер то није у складу с паролом око које су се сви они окупили: „Да све стане у Србији“.

Шта треба да се уради

Аутор овог текста предлагао је у својим текстовима (Simonović, 2023) да би „Влада требало да именује радну групу састављену од људи са универзитета и института различитих профила (рударско геолошког, хидролошког, пољопривредног, затим хемичари, физикохемичари, технолози, машинци, биолози и др.) која би, на основу свих расположивих докумената или на основу још неких који би се урадили, те на осно-

ву научне литературе и светских искустава у овој области, предложила Влади одлуку о овом пројекту“.

Требало би да се узму у обзир и новији прописи и одлуке донете у ЕУ, пре свега поштовање стандарда за одговорно рударство (IRMA стандард), којим су прописани услови за одговорно рударство (заштита животне средине, друштвена одговорност...) (Initiative for Responsible Mining Assurance, 2023). Поштовање овог стандарда требало би да буде услов за реализацију пројекта Јадар (Simonović, 2024b). Такође би требало узети у обзир и Резолуцију ЕУ о одрживом производу (REGULATION (EU), 2024) као и ЕУ прописе о дигиталном пасошу производа (Commission Europa, 2024). Уз све то иде и обавезно поштовање свих домаћих и ЕУ прописа о заштити животне средине.

References / Литература

- [AINS]. Academy of Engineering Sciences of Serbia. Available at: http://www.ains.rs/pretraga.php?kategorija=sve&po_datum_u=0&trazi=Stav+Akademije+in%C5%BEenjerskih+nauka+Srbije+%28AINS%29+o+realizaciji+Prostornog+plana+pos ebne+namene+za+eksploataciju+i+preradu+miner [In Serbian]
- Aral, H., Vecchio-Sadus, A. (2008). Toxicity of lithium to humans and the environment—A literature review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, LXX (3), 349–356. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651308000742>
- 58 | Balkangreenenergynews. Available at: <https://balkangreenenergynews.com/rs/rudnik-jadarita-ce-srbiji-doneti-vise-stete-nego-koristi/> [In Serbian]
- Bluml, V., Regier, M.D.; Hlavin, G.; Rockett, I.R.; König, F.; Vysoki, B.; Bschor, T.; Kapusta, N.D. (2013). Lithium in the public water supply and suicide mortality in Texas. *Journal of Psychiatric Research*, XLVII (3), 407–411. DOI: 10.1016/j.jpsychires.2012.12.002
- Commission Europa (2024). Available at: https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en
- Davis, F.M. (1987). *Douglas County, Georgia: From Indian Trail to Interstate 20*. WH Wolfe Associates, Historical Publications Division: Douglasville
- Edward S. G. (2020). The Minerals of Lithium. *Elements*, XVI (4), 235–240. <https://doi.org/10.2138/gselements.16.4.235>
- Environmental Protection Agency (2011). Available at: <https://sepa.gov.rs/wp-content/uploads/2024/10/Zemljiste-2018-2019.pdf>. [In Serbian]
- EV Battery Market. Available at: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/electric-vehicle-battery-market-100188347.html?utm_source=mailchimp.com&utm_medium=email&utm_electric-vehicle-battery-market-24102024
- FDA. Available at: https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/psg/PSG_017812.pdf
- Fields, B.D. (2011). The primordial lithium problem. *Annual Reviews of Nuclear and Particle Science*, 61, 47–68. DOI: 10.1146/annurev-nucl-102010-130445
- Figuroa T. L., Barton, S.; Schull, W., Razmilic, B.; Zumaeta, O.; Young, A.; Kamiya, Y.; Hoskins, J.; Ilgren, E. (2012). Environmental lithium exposure in the North of Chile—I”, Natural water sources. *Biological trace element research*, CXLIX (2), 280–290. DOI: 10.1007/s12011-012-9417-6
- Giotakos, O., Nisianakis, P., Tsouvelas, G., Giakalou, V.V. (2013). Lithium in the public water supply and suicide mortality in Greece. *Biological trace element research*, CLVI (1-3), 376–379. DOI: 10.1007/s12011-013-9815-4

- France 24. Available at: <https://webdoc.france24.com/lithium-energy-automobile-industry-bolivia-argentina-chile/>
- Initiative for Responsible Mining Assurance. (2023). Available at: <https://responsiblemining.net/what-we-do/standard/standard-2-0/>.
- Institute for Urban Planning and Architecture of Serbia (2019). Special Purpose Spatial Plan for the Implementation of the Jadarite Mineral Exploitation and Processing Jadar Project. [In Serbian]
- Jadarite Mineral Data. Available at: <https://webmineral.com/data/Jadarite.shtml>
- Kaill, A. (1999). *Lithium Turns Fifty-Let's Celebrate a Great Australian*. Child & Adolescent Mental Health Stateside Network Union Street: London, UK
- Kapusta, D., Mossaheb, N., Etzersdorfer, E., Hlavin, G., Thau, K., Willeit, M., Praschak-Rieder, N., Sonneck, G., Leithner-Dziubas, K. (2011) Lithium in drinking water is inversely associated with suicide mortality. *The British journal of psychiatry: the journal of mental science*, CXCVIII (5), 346–350. DOI: 10.1192/bjp.bp.110.091041
- Kavanagh, L., Keohane, J., Cleary, J., Garcia Cabellos, G., Lloyd, A. (2017). Lithium in the Natural Waters of the South East of Ireland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, XIV (6), 561. <https://doi.org/10.3390/ijerph14060561>
- Kavanagh L., Keohane, G., Cabellos, G., Lloyd, A. and Cleary, J. (2018). Global Lithium Sources—Industrial Use and Future in the Electric Vehicle Industry: A Review. *Resources*, VII (3), 57. doi:10.3390/resources7030057
- Kessing, L.V., Forman, J.L., Andersen, P.K. (2010). Does lithium protect against dementia? *Bipolar Disorders*, XII (1), 87–94. DOI: 10.1111/j.1399-5618.2009.00788.x
- Kovess-Masfety, V., Boyd, A., Haro, J.M., Bruffaerts, R., Villagut, G., Lépine, J.P., Gasquet, I., Alonso, J., ESEMeD/MHEDEA investigators. (2011). High and low suicidality in Europe: a fine-grained comparison of France and Spain within the ESEMeD surveys. *Journal of affective disorders*, CXXXIII (1–2), 247–256. DOI: 10.1016/j.jad.2011.04.014
- Kunasz, I.A. (2006). *Lithium Resources, Industrial Minerals and Rocks*. SME (Society Mining Metallurgy and Exploration): Englewood, CO, USA
- Lenntech. Available at: <https://www.lenntech.com/periodic/water/lithium/lithium-and-water.htm>
- Liaugaudaitė, V., Mickuviene, N., Raskauskiene, N., Naginiene, R. (2017). Lithium levels in the public drinking water supply and risk of suicide: a pilot study. *Journal of trace elements in medicine and biology: organ of the Society for Minerals and Trace Elements*, 43, 197–201. doi: 10.1016/j.jtemb.2017.03.009
- Maksimović, S. (2022). Voices of competent mining experts were not heard. *Politika*. Available at: <https://www.politika.rs/scc/clanak/499142/Nije-se-culo-misljenje-kompetentne-rudarske-struke> [In Serbian]
- Marković, G. (2024). People's uprising will not end until this horrible government topples. *Danas*. Available at: <https://www.danas.rs/vesti/drustvo/goran-markovic-narodna-pobuna-se-nece-zavrsiti-do-pada-ove-uzasne-vlasti/> [In Serbian]
- Marti, J.J., Jefferson, A., Cai, X.P., C. Richert, C., McMurphy, P.H., and Eisele, F. (1997). H₂SO₄ vapor pressure of sulfuric acid and ammonium sulfate solutions. *Journal of geophysical research*, CII (D3), 3725–3735. <https://doi.org/10.1029/96JD03064>
- Mayo clinic. Available at: <https://www.mayoclinic.org/drugs-supplements/lithium-oral-route/description/drg-20064603>
- Minddisorder. Available at: http://www.minddisorders.com/Kau-Nu/Lithium-carbonate.html#google_vignette

- Ohgami H., Terao, T., Shiotsuki, I., Ishii, N., Iwata, N. (2009). Lithium levels in drinking water and risk of suicide. *The British journal of psychiatry: the journal of mental science*, CXCIV (5), 464–465. DOI: 10.1192/bjp.bp.108.055798
- Ognjenović, V. (2024, August 21). Lithium cannot unite the opposition, ideas can. *Nin*. Available at: <https://www.nin.rs/drustvo/vesti/55477/vida-ognjenovic-za-nin-opoziciju-ne-moze-da-ujedini-litijum-mogu-ideje> [In Serbian]
- Oruch, R., Elderbi, M.A.; Khattab, H.A.; Pryme, I.F.; Lund, A. (2014). Lithium: A review of pharmacology, clinical uses, and toxicity. *European journal of pharmacology*, 740, 464–473. DOI: 10.1016/j.ejphar.2014.06.042
- Phillips, M.R. (2010). Rethinking the role of mental illness in suicide. *The American journal of Psychiatry*, CLXVII (7), 731–733. DOI: 10.1176/appi.ajp.2010.10040589
- Prosveta. Available at: <https://prosveta.gov.rs/wp-content/uploads/2018/02/Rada-SKEN-novo.pdf>
- REGULATION (EU), 2024/1781 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 June, 2024. Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401781
- Rumble, J. (2017). *Handbook of Chemistry and Physics*. Boca Raton: CRC Press
- Schrauzer, G.N., Shrestha, K.P. (1990). Lithium in drinking water and the incidences of crimes, suicides, and arrests related to drug addictions. *Biological trace element research*, XXV (2), 105–113. DOI: 10.1007/BF02990271
- Schrauser, G.N. (2002). Lithium: Occurrence, dietary intakes, nutritional essentiality. *Journal of the American College of Nutrition*, XXI (1), 14–21. DOI: 10.1080/07315724.2002.10719188
- Shahzad, B., Mughal, M.N.; Tanveer, M.; Gupta, D.; Abbas, G. (2017). Is lithium biologically an important or toxic element to living organisms? An overview. *Environmental science and pollution research international*, XXIV (1), 103–115. DOI: 10.1007/s11356-016-7898-0
- Sher, L. (2015). Suicide in men. *The journal of clinical psychiatry*, LXXVI (3), 371–372. DOI: 10.4088/JCP.14com09554
- Simonović, B. (2023, November 20). Lithium in Serbia, then and now. *Politika* [In Serbian]
- Simonović, B. (2024a, August 1). Tales about lithium come from the same source. *Politika*. [In Serbian]
- Simonović, B. (2024b, June). Serbia on lithium. *Galaksija nova*, 29. [In Serbian]
- Sociologygroup. Available at: <https://www.sociologygroup.com/pros-cons-social-media/>
- Stanley, C.J., Jones, G.C., Rumsey, M.S., Blake, C., Roberts, A.C., Stirling, J.A.R., Carpenter, G.J.C., Whitfield, P.S., Grice, J.D., and Lepage, Y. (2007). Jadarite, LiNaSiB3O7 (OH), a new mineral species from the Jadar Basin, Serbia. *European Journal of Mineralogy*, XIX (4), 575–580. DOI:10.1127/0935-1221/2007/0019-1741
- [Study 1] Jovović, A. (2003). Environmental Impact Assessment Study of the Jadar Project – Phased Construction of the Processing Plant for the Extraction of Jadarite Minerals Jadar, in Accordance with the Regulations of the Republic of Serbia – Draft Study. Beograd: Rio Sava Exploration. Available at: <https://riotintoserbia.com/> [In Serbian]
- [Study 2] Jovović, A. (2003). Environmental Impact Assessment Study of the Industrial Waste Dump Project of the Jadar Project, in Accordance with the Regulations of the Republic of Serbia – Draft Study. Beograd: Rio Sava Exploration. Available at: <https://riotintoserbia.com/> [In Serbian]
- Sugawara, N., Yasui-Furukori, N., Ishii, N., Iwata, N., Terao, T. (2013). Lithium in tap water and suicide mortality in Japan. *International journal of environmental research and public health*, X (11), 6044–6048. DOI: 10.3390/ijerph10116044

- Szklarska, D. & Rzymiski, P. (2019). Is Lithium a Micronutrient? From Biological Activity and Epidemiological Observation to Food Fortification. *Biological Trace Element Research*, CLXXXIX, 18-27. <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1455-2>
- Timmer, R.T., Sands, J.M. (1999). Lithium intoxication. *Journal of the American Society of Nephrology*, X (3), 666-674. DOI: 10.1681/ASN.V103666
- Thomson, M.I. (2007). *Mental Illness*. Greenwood Publishing Group: Westport, CT, USA
- Townsend, T., Jang, Y.C., Tolaymat, T. (2003). A Guide to the Use of Leaching Tests in solid waste management decision making. Available at: <https://sempub.epa.gov/work/09/1112378.pdf>
- Van Deun, K., Hatch, H., Jacobi, S., Kohl, W. (2021). Lithium carbonate: Updated reproductive and developmental toxicity assessment using scientific literature and guideline compliant studies. *Toxicology*, 461, 152907. DOI: 10.1016/j.tox.2021.152907
- Official Page of the Government of the Republic of Serbia. Available at: <https://www.srbija.gov.rs/dokument/45678/strategije-programi-planovi-.php> [In Serbian]
- Vukosavić, S. (2024a, February 22). Serbia's dilemma of the century – to exploit or not exploit lithium in the Jadar Valley. *Nin*, p. 29. [In Serbian]
- Vukosavić, S. (2024b, February 29). Serbian mine would incur annual loss of EUR 21 million. *Nin*, p. 27. [In Serbian]
- Wikipedia. Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium>
- WHO (2017). *Mental disorders fact sheet*. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs397/en/>
- Wallstreet star. Available at: <https://invest.wallstreetstar.com/discovery/>
- Young, W. (2009). Review of lithium effects on brain and blood. *Cell Transplant*, XVIII (9), 951-975. DOI: 10.3727/096368909X471251

Branislav R. SimonovićInstitute of General and Physical Chemistry
Belgrade (Serbia)

About lithium and lithium in Serbia

Summary

62 | This paper summarizes basic information about lithium, its physical and chemical characteristics and its occurrence in different minerals, especially in jadarite. A review of different types of application of lithium and their compounds in different industries, especially in medicine, is presented here. Also, the review of literature data on lithium occurrence in water and various food and its influence on humans is described. The role of lithium in warfare is also mentioned. Detailed data on different types of lithium batteries, including the new type of lithium batteries with solid electrolyte is given. Data on lithium production and lithium demand, including the increase of lithium demand in the near future is summarized in this article. In the part related to the Serbian Jadar project, some basic data on this project is given; that includes the technological procedure of lithium production, solid and liquid waste and landfill for waste deposition, especially in regard to the environmental protection. The part of beginning with the subtitle "Shouting and shame about lithium in Serbia" contains critical review on numerous nonsensical claims, misinformation and lies about lithium and Jadar project, especially about sulphuric acid and lithium toxicity that were spread across Serbia in the past four years, becoming an object of intimidation of Serbian citizens. Aiming to show how nonsensical and false these claims are, the data from valid and credible verifiable sources were cited. The final part of the text contains proposals about things that should be done in relation to the Jadar project.

Keywords: lithium, occurrence and production, application, Jadar project