

Umazana skrivnost čiste energije

- 
- Ozko grlo zelenega prehoda so surovine, imenovane redke zemlje
 - Paradoksalno je, da ti elementi pravzaprav sploh niso tako redki, so pa nesorazmerno porazdeljeni
 - Največ jih ima Kitajska, v Evropi jih največ pridobijo na Švedskem

Tekst: **Brane Maselj**



Futuristi napovedujejo, da bo delež obnovljivih virov energije vse bolj naraščal, nekateri celo menijo, da bodo sredi stoletja zagotavljali že več kot polovico potrebne energije. S tem se bo povečeval tudi pomen držav, ki bodo zmogle ta zeleni prehod. Ozko grlo tega prehoda so surovine, imenovane redke zemlje, potrebne pri izdelavi zelenih tehnologij. Ne le, da jih ni na pretek, njihovo pridobivanje terja ogromen ekološki davek. To ključno področje s svojo večinsko proizvodnjo in pridelavo nadzira Kitajska, kar Zahodu povzroča nemalo skrbi.

Gre za snovi, pomembne zaradi svojih posebnih kemičnih in fizičnih lastnosti, zaradi katerih so ključne v številnih visokotehnoloških aplikacijah. Redki zemeljski elementi (*rare earth elements*, REE oz. RZE), skupaj jih je 17; 15 iz skupine lantanoidov ter dva dodatna elementa – skandij in itrij, veljajo za ključne sestavine strojne opreme za pridobivanje obnovljive energije.

Vsestranska uporaba

Ena od njihovih glavnih značilnosti so specifične kemične lastnosti, iz katerih izvira njihova sposobnost, da izboljšajo magnetne lastnosti materialov, zaradi česar so nepogrešljive v proizvodnji močnih trajnih magnetov. So tudi ključne sestavine pri izdelavi fosforjev, ki so nujni za različne vrste osvetlitve, kot so energetske varčne žarnice, LED svetilke, pri materialih za medicinsko diagnostiko in slikanje. Zaradi odličnih električnih in optičnih lastnosti se uporabljajo tudi v baterijah, kot so litij-ionske baterije, ki napajajo številne sodobne naprave, vključno s pametnimi telefoni, prenosnimi računalniki, električnimi avtomobili, laserji, televizijskimi zasloni, ter v oborožitveni industriji.

V zadnjem desetletju znanost ugotavlja, da so ti elementi tudi zelo pomembni za nemoten potek življenjskih procesov. Kitajska ima že

Leta 2023 so na Švedskem odkrili za zdaj največje evropsko nahajališče redkih zemelj v rudarskem območju Kirune, ki ga upravlja švedsko državno rudarsko podjetje LKAB. Geološke raziskave so pokazale, da bi lahko vsebovalo več kot milijon ton oksidov redkih zemeljskih elementov. A kljub obetavnim možnostim se rudarjenje še ne bo začelo kmalu.

dolgo tradicijo uporabe RZE pri oskrbi rastlin za spodbujanje rasti ter krmljenju živali. Lantanoidi se vse pogosteje uporabljajo pri preverjanju pristnosti živil in študijah sledljivosti izvora živil, ki jo običajno zagotavljajo sami proizvajalci s svojimi certifikati, ki jim lahko potrošniki zaupajo ali pa tudi ne.

S pomočjo RZE je izvor živil mogoče zelo natančno dokazati, ker jih rastline absorbirajo iz zemlje in vode in jih porazdelijo od korenin do listov in plodov. Glede na njihovo prisotnost in koncentracijo lahko kot z nekakšnim prstnim odtisom rastline izsledijo njen geografski izvor. Nastalo je že več aplikacij, ki učinkovito izkoriščajo to učinkovitost redkih zemelj. Pri dragocenih tartufih je s takšno aplikacijo relativno lahko ugotoviti, ali izvirajo denimo iz Švice ali iz Piemonta.

Nesorazmerna porazdeljenost

Paradoksalno je, da ti elementi pravzaprav sploh niso tako redki; dejansko so dokaj razširjeni v Zemljini skorji in jih najdemo v številnih državah, vključno s Kitajsko, Rusijo, Avstralijo, ZDA, Brazilijo, Indijo, Malezijo itd., vendar niso enakomerno porazdeljeni. Kitajska in Rusija skupaj posedujeta dve tretjini svetovnih rezerv, medtem ko jih ima tretja največja država, Avstralija, le še 2,4 odstotka.

Izraz »redke« se nanaša na precejšnje težave pri ločevanju ene redke zemlje od druge zaradi njihove velike podobnosti glede kemičnih in fizikalnih lastnosti. Izraz »zemlja« pa je povzet po starem kemičnem poimenovanju za okside; v uporabi je ostal, ker so bile te surovine najprej identificirane kot oksidi.

Največ teh redkih surovin ima Kitajska in tudi njen prehod na obnovljive vire energije poteka z velikimi koraki, čeprav se njena gigantska industrija še vedno opira predvsem na klasična fosilna goriva. Zato v svetovni energetske geopolitiki že zdaj zaseda tako rekoč ključno mesto, s spremembo energetske paradigme proti obnovljivim virom pa utegne postati še veliko močnejša.

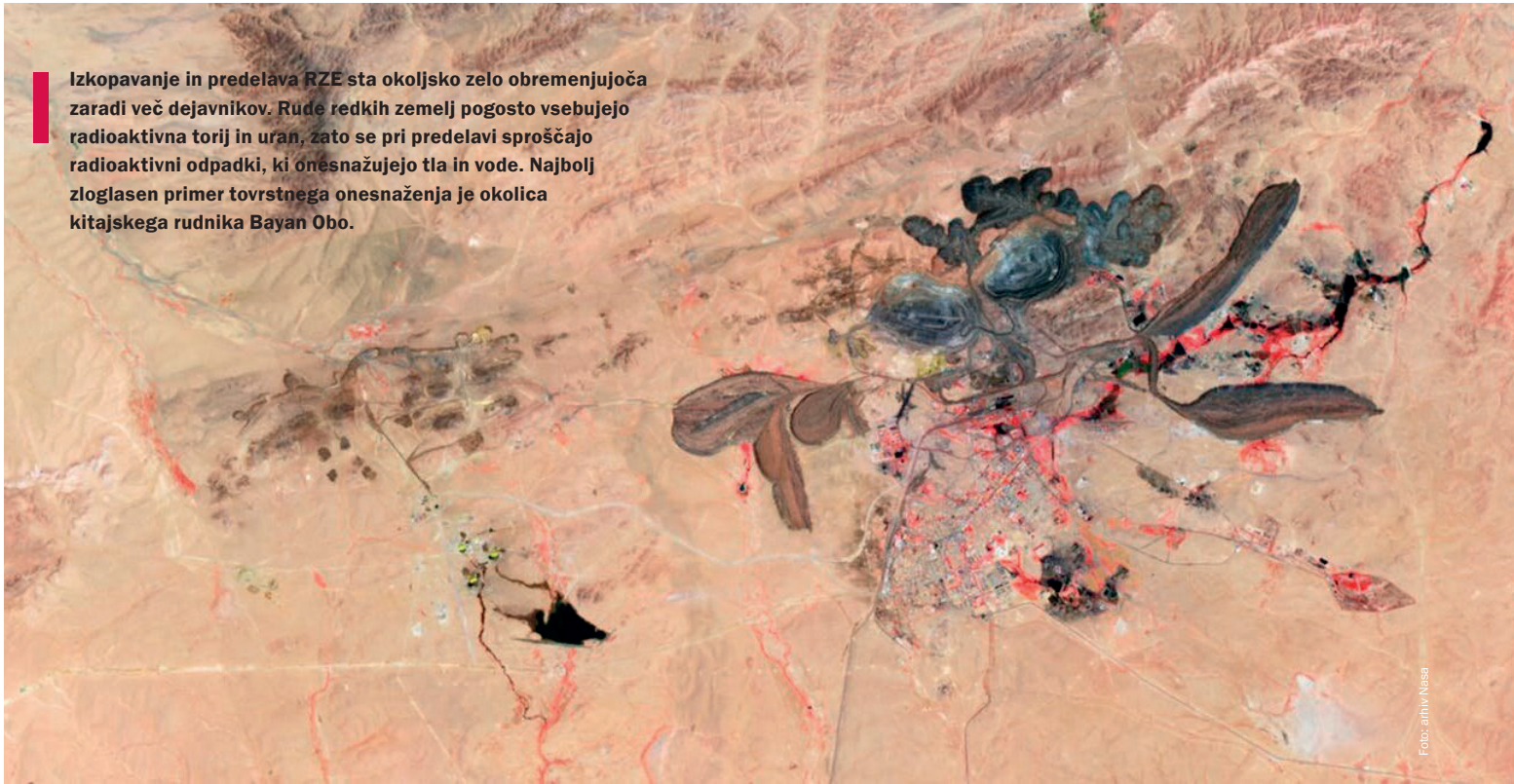
Monopol Kitajske na tem področju Zahodu ni prav nič všeč, zato je evropska komisija že pred dvema letoma sprejela uredbo o ključnih surovinah, ki naj države članice EU spodbudi k ambicioznim načrtom raziskav lastnega podzemlja. Pri nobeni ključni surovini ne bi smeli biti leta 2030 več kot 65-odstotno odvisni od tretje države. Desetino ključnih surovin bi morali pridobivati v EU do leta 2030, predelovati pa 40 odstotkov.



Foto: Shutterstock

Izraz »redke« se nanaša na precejšnje težave pri ločevanju ene redke zemlje od druge zaradi njihove velike podobnosti glede kemičnih in fizikalnih lastnosti.

Izkopavanje in predelava RZE sta okoljsko zelo obremenjujoča zaradi več dejavnikov. Rude redkih zemelj pogosto vsebujejo radioaktivna torij in uran, zato se pri predelavi sproščajo radioaktivni odpadki, ki onesnažujejo tla in vode. Najbolj zloglasen primer tovrstnega onesnaženja je okolica kitajskega rudnika Bayan Obo.



Ostane samo reciklaža

To je seveda lažje zapisati kot pa uresničiti. Redke zemlje, če jih že katera država ima, so v razredčenih koncentracijah in pogosto jih je težko ločiti, kar otežuje rudarjenje, proizvodnjo in predelavo. Vsaka država članica Unije bi morala pripraviti petletne programe raziskav za pridobivanje ključnih in strateških mineralnih surovin. To predvideva tudi raziskave globokih struktur oziroma vrtine, ki jih imamo v Evropi sorazmerno malo in zato slabo poznamo globine pod svojimi nogami.

Slovenija je tipičen primer tega, saj imamo le na severovzhodu nekaj vrtin, globokih do štiri kilometre, zato smo podobno kot večina drugih evropskih držav tudi pri nas v zadnjih letih začeli raziskovati možnosti za povečanje domače proizvodnje in zmanjšanje odvisnosti od uvoza redkih zemelj. Za zdaj se kaže kot edina uporabna možnost recikliranje iz odsluženih naprav, kot so prenosni telefoni, računalniki in drugi elektronski aparati, pa še to je ta hip še precej dražje kot uvoz iz Kitajske.

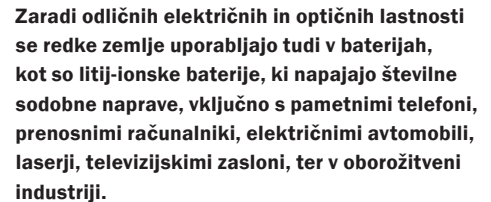
Kljub temu je treba vzpostaviti strategijo učinkovitejšega recikliranja odpadnih magnetov, česar sami proizvajalci magnetov ne zmorejo. Vzpostaviti bi bilo treba usklajene nacionalne in mednarodne verige za nove tehnike za obdelavo in predelavo odpadnih trajnih magnetov in izdelkov iz redkih zemelj.

V Sloveniji na področju magnetov delujeta podjetji Kolektor Group in Magneti d. d., ki je drugi, če ne največji evropski proizvajalec sintranih Sm-Co magnetov. To podjetje že vrsto let izvaja interno recikliranje odpadnih magnetov, ki pa je zelo zahtevno, saj izdelava konvencionalno sintranih magnetov prenese le do pet odstotkov dodatkov, pridobljenih iz odpadnega materiala.

Zaradi velikega povpraševanja po redkih zemljah in njihovih ključnih vlogah v industriji so postale strateškega pomena na svetovnem trgu. Kitajska, ki je največji proizvajalec in izvoznik teh elementov, je v preteklosti uporabljala svojo dominantno pozicijo za vplivanje na cene in dostopnost redkih zemelj, kar je sprožilo geopolitične napetosti z drugimi državami, predvsem ZDA.

Gigantske kitajske zaloge

Največje znano nahajališče redkih zemeljskih elementov na svetu je Bayan Obo v kitajski avtonomni pokrajini Notranja Mongolija. Kitajska tam pridobiva večino svojih RZE, ruda pa med drugim vsebuje tudi niobij in železo. Zaradi slednjega so v 20. letih prejšnjega stoletja rudnik tudi odprli, nato pa so šele v 50. letih kitajski geologi ugotovili, da vsebuje tudi izjemno bogate zaloge RZE. Ocenjujejo, da rudnik vsebuje približno 40–50 milijonov ton redkih zemeljskih oksidov, kar ga uvršča med največja znana nahajališča redkih zemelj na svetu.



V Evropi se, kot rečeno, raziskovanje in izkopavanje redkih zemelj šele začenja, vendar pa v nekaterih državah že potekajo ali pa so v fazi priprave prvi koraki za izkoriščanje teh surovin. Kljub temu, da so evropske zaloge redkih zemelj precej omejene, se vlade in podjetja zavedajo njihovega strateškega pomena za prihodnost napredne tehnologije, zato narašča zanimanje za izkopavanje teh elementov v regiji.

Švedska je ena izmed držav, kjer se že izvaja izkopavanje redkih zemelj. V Norrbottenu, na severu države, so depoziti redkih zemelj, predvsem v povezavi z železovo rudo. Švedska ima dolgo rudarsko

Še precej večje nahajališče so odkrili na jugu Grenlandije, v kraju Kvanefjeld, kjer ocenjujejo zaloge redkih zemeljskih oksidov na 11 milijonov ton. Poleg lahkih in težkih redkih zemelj vsebuje ruda tudi velike količine urana, ki je kamen spotike med lokalnimi in centralnimi oblastmi. Leta 2021 je grenlandska vlada sprejela zakon, ki prepoveduje rudarjenje urana, s čimer je projekt praktično ustavljen. Razprave o možnosti izkoriščanja nahajališča pa se



V rudniku Mountain Pass v Kaliforniji pridobijo največ redkih zemelj na zahodni polobli.

nadaljujejo; pobudniki projekta razmišljajo o pridobivanju redkih zemelj brez urana, kar je tehnično zelo zahtevno.

To nahajališče postavlja Grenlandijo na pomembno mesto na geopolitičnem zemljevidu, saj bi lahko s tamkajšnjimi zalogami EU in ZDA zmanjšali odvisnost od kitajskih dobav. V tej luči lahko razmišljamo tudi o navidez nesmiselnih apetitih ameriškega predsednika Trumpa po tej hladni deželi, ki med drugim odpira tudi vrata na Arktiko in njena rudna bogastva. Lakoto ZDA po redkih zemljah je Trump nedavno izrazil tudi v napovedi, da bi ZDA lahko pomoč Ukrajini pogojevale z dostopom do redkih zemelj in drugih surovin na njenem ozemlju.

Na Finskem so v zadnjih letih potekale raziskave in preizkušanja za izkopavanje RZE, zlasti na področju Kaustinen in Lappeenranta, kjer so našli depozite mineralov, ki vsebujejo elemente, kot so cerij, neodim in praseodim. Čeprav trenutno ni obsežnega izkopavanja teh surovin, so načrti za raziskave in razvoj takšnih nahajališč v teku, zlasti s ciljem zmanjšanja odvisnosti Evrope od uvoza RZE.

Poročila o odkritju rudnih teles, ki vsebujejo redke zemlje, prihajo tudi z Iberskega polotoka. Portugalska, ki je sicer znana po velikih nahajališčih litija, zdaj preučuje možnosti za izkoriščanje teh virov na severovzhodu države. V Španiji pa so začeli raziskovati

potencialna nahajališča RZE v Galiciji in Andaluziji, kjer so že našli minerale z vsebnostjo teh elementov. Vendar pa izkopanje surovin še ni v polnem teku, saj so v fazi raziskav in preučevanja ekonomskih in okoljskih vidikov.

Zahodu ne ostane veliko

Tudi v Veliki Britaniji so šele začeli ponovno raziskovati možnosti izkopa redkih zemelj, zlasti v Cornwallu in Walesu, ki sta znana po dolgi rudarski tradiciji. Trenutno so še v fazi raziskav potencialnih nahajališč, kot je Cornish Metals, kjer so nekoč že izkopavali.

V Franciji so v preteklosti že izkopavali te rude, vendar v manjšem obsegu. Trenutni projekti so večinoma usmerjeni v raziskovanje potencialnih nahajališč in razvijanje novih tehnologij za ekstrakcijo. Ena izmed pomembnejših lokacij je La Montagne v osrednji Franciji, kjer so že preučevali možnosti za izkoriščanje rude, ki vsebuje RZE. Poleg tega Francija že dolgo aktivno sodeluje v projektih za reciklažo RZE iz stare elektronske opreme, kar je pomemben del njene strategije za zmanjšanje odvisnosti od izvoza teh elementov.

Za zdaj ostaja največje nahajališče Zahoda avstralski Mount Weld, kjer deluje podjetje za rudarjenje redkih zemelj Lynas Rare Earth. V rudniku nakopljejo letno 240 tisoč ton koncentrata RZE, ki vsebuje dobro desetino oksidov redkih zemelj, predvsem neodim in praseodim. Podjetje ima v lasti tudi rudnik Lynas Advanced Materials Plant (LAMP) v Kuantanu v Maleziji.

Zaradi radioaktivnih odpadkov je trn v peti lokalnim skupnostim v obeh državah. Malezijska skupina Himpunan Hijau je opozarjala

na nevarnosti, povezane z delovanjem obrata, vključno z morebitnim izpustom radioaktivnih odpadkov. Kljub tem pomislekom je malezijska vlada leta 2012 izdala začasno dovoljenje za delovanje obrata, ki je bilo kasneje podaljšano.

Drugo pomembno nahajališče Zahoda pa je v ZDA, v kalifornijskem rudniku Mountain Pass s približno 1,5 milijona ton redkih zemeljskih oksidov, zlasti z neodimom in praseodimom, ki sta ključna za magnetne v električnih motorjih in vetrnih turbinah. Pridobivanje v rudniku je potekalo že v 50. letih prejšnjega stoletja, a je bilo večkrat prekinjeno zaradi poceni uvoza iz Kitajske. Zadnja obnova proizvodnje se je začela po letu 2017, da bi zmanjšali odvisnost od Kitajske, a za zdaj jim to ne uspeva, saj večino nakopanega materiala še vedno pošiljajo na Kitajsko na nadaljnjo predelavo.

Tudi Rusija odvisna od Kitajske

Rusija, ki ta hip večino RZE uvaža predvsem iz Kitajske, ima ogromne zaloge redkih zemelj v sibirskem rudniku Tomtor. Tam so zaloge rude, bogate z RZE, ocenjene na približno 154 milijonov ton; veliko je predvsem terbiroma, itrija in disprozija, ki so ključni za visoko tehnologijo. Tudi Rusija si želi zmanjšati svojo odvisnost od uvoza iz Kitajske.

Vsebnost RZE v tako imenovanih monacitnih in bastnezitnih mineralih sicer omogoča učinkovito pridobivanje, vendar jim ekstremne vremenske razmere in oddaljenost območja povzročajo velike logistične in infrastrukturne izzive. Edini rudnik, v katerem se Rusija redno oskrbuje z redkimi zemljami in jih nakopuje približno tisoč ton na leto, je Lovozerski kompleks v Murmanskem na polotoku Kola.

Čeprav raziskave in začetni projekti za izkoriščanje RZE v Evropi že potekajo, se tudi na stari celini izkopavanje teh elementov še ni razmahnilo. Eden od glavnih izzivov pri tem je okoljski vpliv rudarjenja. Rudarjenje RZE je, kot je videti iz opisanih primerov, pogosto povezano z velikim onesnaženjem in visokimi okoljskimi stroški, zato se mnoge evropske države osredotočajo tudi na razvoj trajnostnih in manj škodljivih metod ekstrakcij.

Rusija, ki ta hip večino RZE uvaža predvsem iz Kitajske, ima ogromne zaloge redkih zemelj v sibirskem rudniku Tomtor.



Največje znano nahajališče redkih zemeljskih elementov na svetu je Bayan Obo v kitajski avtonomni pokrajini Notranja Mongolija. Kitajska tam pridobiva večino svojih RZE.

Strupeni odpadki

Izkopavanje in predelava RZE sta okoljsko zelo obremenjujoča zaradi več dejavnikov. Rude redkih zemelj pogosto vsebujejo radioaktivna torij in uran, zato se pri predelavi sproščajo radioaktivni odpadki, ki onesnažujejo tla in vode. Najbolj zloglasen primer tovrstnega onesnaženja je okolica kitajskega rudnika Bayan Obo.

Rudarjenje in predelava porabita tudi ogromne količine vode, kar v sušnih območjih (Kitajska, Avstralija) povzroča pomanjkanje pitne vode. Analize so pokazale, da nekateri rudniki porabijo do 500 litrov vode na tono pridobljenih mineralov. Takšne prakse so še posebej problematične v regijah, kjer so viri vode že tako ali tako omejeni. Posledično lokalne skupnosti trpijo zaradi pomanjkanja pitne vode, kar negativno vpliva na njihovo zdravje in kakovost življenja.

Pri pridobivanju RZE se uporabljajo močne kisline (žveplove, solna, dušikova), ki onesnažujejo tla in vode, kakor je to mogoče videti v kitajskem Baotou, kjer je bilo nepravilno odloženih več kot 10 milijonov ton odpadkov. Nastala so ogromna strupena jezera strupenih odpadkov, kmetijske površine v okolici so postale neuporabne, prebivalci trpijo zaradi zdravstvenih težav (raka, bolezni dihal).

Poleg tega med procesi predelave nastaja prah, poln težkih kovin (svinec, kadmij), ki so nevarne za dihalo. Izpusti žveplovega dioksida in drugih plinov prispevajo h kislemu dežju. Izkopavanje pogosto vodi do krčenja gozdov, erozije tal in izgube biodiverzitete. Še posebej je to problematično v Mjanmaru, ki je postal nezakonito središče pridobivanja RZE, predvsem zaradi povpraševanja iz Kitajske, ki je menda iz te sosednje države kljub uničujočim ekološkim posledicam uvozila več kot polovico svojih redkih zemelj. Več tisoč hektarjev tropskih gozdov je bilo uničenih zaradi nezakonitega izkopavanja. Toksične kemikalije zastrupljajo reke, ogrožajo pitno vodo in lokalne skupnosti.

V hlastanju za redkimi zemljami ne zaostajajo po svoji brezbrižnosti do posledic niti druge države. Japonski Mitsubishi Chemical je v 80. letih prejšnjega stoletja odprl rafinerijo redkih zemelj v malezijskem Bukit Merahu. Tam so neustrezno odlagali ogromne količine radioaktivnega torija, kar je povzročilo množičen pojav levkemije in drugih vrst raka med prebivalci. Oblasti so rafinerijo leta 1992 zaprle, toda radioaktivni odpadki so še vedno v zemlji in povzročajo eno največjih okoljskih katastrof v zgodovini Malezije.

