

Priročnik za učitelje



Kazalo

Splošen uvod.....	2
Razširjene osnovne informacije.....	3
Učni izvid / posebne sposobnosti.....	11
Evropski okvir za ključne kompetence.....	12
Cilji trajnostnega razvoja združenih narodov.....	13
Vsebine.....	14
Aktivnost.....	15
Učna pot.....	17
Preverjanje znanja.....	17
Zasluge.....	17

Priročnik za učitelje

Splošen uvod

“RAWsiko – Materials Around Us”- digitalna verzija (RAWsiko – DV) je izobraževalna igra, katere namen je na zabaven in digitalen način povečati ozaveščenost mladih, o geografski razporeditvi kritičnih mineralnih surovin, pomembnosti le teh za moderno tehnologijo, ter zakaj je dostop do njih tako pomemben. Mineralne surovine so kritičnega pomena za doseganje ciljev Agende 2030 za trajnostni razvoj, za doseg ciljev določenih v COP21, in številnih ciljev za trajnostni razvoj Organizacije združenih narodov. Mineralne surovine so namreč sestavni del premika moderne družbe proti tehnologiji zelene energije, trajnostne porabe ter zagotovljenega dostopa do čiste in učinkovite tehnologije za uporabnika. V današnjem času je Evropa močno odvisna od uvoza mineralnih surovin iz tujih držav za ohranjanje konkurenčnosti na svetovnem trgu proizvodne industrije in pospeševanje razvoja učinkovite, varčne in trajnostne družbe. Torej je strateškega pomena ohranjanje napredka v tehnologiji in s tem spodbujanje storitev v vrednostni verigi, skupaj z napredkom v naravoslovnih znanostih, inženirstvu in ekonomiji.

RAWsiko – DV igra je postavljena v fantazijski svet v prihodnosti, kjer se glavni proizvajalec kritičnih mineralnih surovin odloči prekiniti izvoz in trgovanje z ostalim svetom in tako se začne “surovinska mrzlica”. Igralci morajo izpolniti spisek mineralnih surovin, ki so ključne za izdelavo različnih naprav, ki jih morajo zgraditi. Na ta način bodo igralci izkusili kompleksnost oskrbe z mineralnimi surovinami, potrebnimi za izdelavo popolnoma vsakdanjih naprav, kot so pametni telefoni, zasloni in svetilke in pa tudi tistih, ki so potrebne za naš premik proti obnovljivim virom energije, kot so sončne celice, vetrnice in električni avtomobili. Učenci lahko igro igrajo med seboj v organiziranem igralnem srečanju v učilnici ali pa v svojem prostem času s svojimi prijatelji, družino ali komer koli, ki dostopa do igre preko spleta.

Ključne besede:

Mineralne surovine, pridobivanje surovin, strategija o virih, trajnostni razvoj, uporaba mineralnih surovin.

Povezava za prenos ali spletno igranje digitalne igre:

<https://arraise.com/rawsiko/>

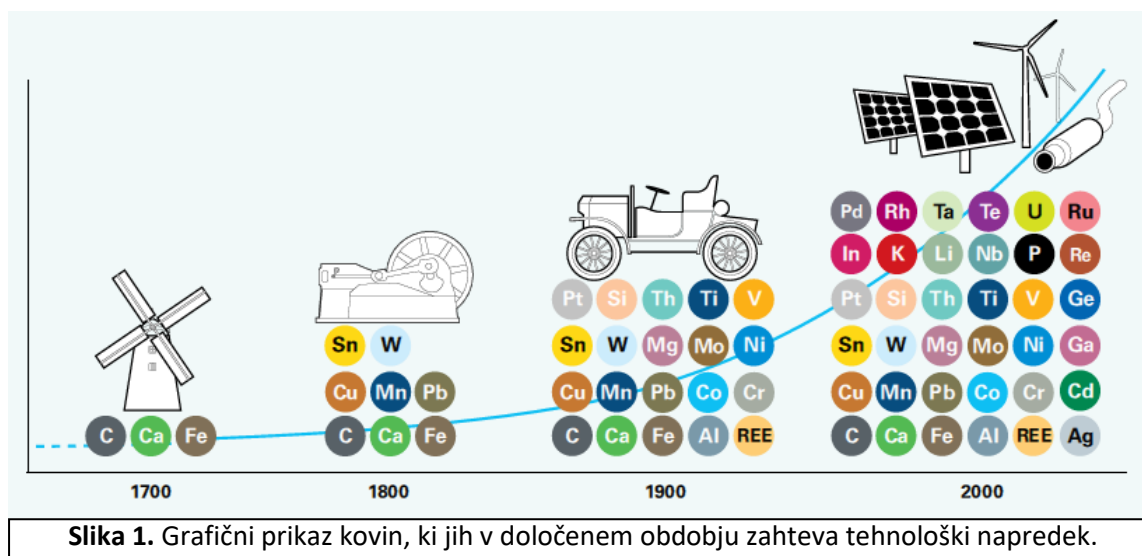
Priročnik za učitelje

Razširjene osnovne informacije

RAWsiko – DV je izobraževalna igra, ki stremi k povečanju ozaveščenosti o nevarnosti primanjkovanja zalog mineralnih virov v bližnji prihodnosti. Takšno pomanjkanje je vezano predvsem na neobnovljive vire, kot so kovine, kritični minerali, premog, nafta in hrani.

KRITIČNOST MINERALNIH SUROVIN (MS)

Vsak tehnološki napredek v zgodovini človeštva je zahteval večje potrebe po kovinah in mineralnih surovinah ter njihovi raznolikosti. Zadnji tak skok smo doživeli ob koncu prejšnjega tisočletja, z miniaturizacijo elektronike in razvojem tehnologije za obnovljivo energijo. Mineralne surovine so ključne za zagotavljanje prehoda proti tehnologiji zelene energije, za doseganje trajnostne porabe ter zagotovljenega dostopa do čiste in učinkovite tehnologije za uporabnika. Vendar pa vse hitrejši tehnološki napredek, rast človeške populacije in ekonomije neustavljivo povečujejo zahtevo po velikem številu mineralnih surovin (Slika 1).



V današnjem času je Evropa za ohranjanje konkurenčnosti na svetovnem trgu proizvodne industrije in pospeševanje razvoja učinkovite, varčne in trajnostne družbe močno odvisna od uvoza mineralnih surovin iz tujih držav. Če se bo nadaljeval trenutni trend porabe, mnoge kovine v bližnji prihodnosti ne bodo več razpoložljive (slika 2). Zato je nujna predelava in uporaba mineralnih surovin tako iz primarnih kot tudi sekundarnih virov (pridobivanje iz odpadka) ter razvoj novih biotrajnostnih materialov in pa čim daljše zadrževanje produktov in surovin znotraj zaprte zanke krožnega gospodarstva, za zmanjšanje nastanka odpadkov na vseh stopnjah (ponovna uporaba, popravilo, predelava, recikliranje...).

Priročnik za učitelje

1 H 1.00794	Remaining years until depletion of known reserves (based on current rate of extraction)																2 He 4.002602						
3 Li 6.941	4 Be 9.012182																	5 B 10.811	6 C 12.0107	7 N 14.00674	8 O 15.9994	9 F 18.99840	10 Ne 20.1797
11 Na 22.98977	12 Mg 24.3050																	13 Al 26.98153	14 Si 28.0855	15 P 30.97376	16 S 32.066	17 Cl 35.4527	18 Ar 39.948
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.95591	22 Ti 47.867	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.93804	26 Fe 55.845	27 Co 58.93320	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.92160	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80						
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.9085	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.9055	46 Pd 106.42	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.760	51 Sb 121.760	52 Te 127.60	53 I 126.9044	54 Xe 131.29						
55 Cs 132.9054	56 Ba 137.327	57 La * 138.9055	58 Ce 140.9077	59 Pr 144.24	60 Nd (145)	61 Pm 150.36	62 Sm 151.964	63 Eu 157.25	64 Gd 158.9253	65 Tb 158.9253	66 Dy 162.50	67 Ho 164.9303	68 Er 167.26	69 Tm 168.9342	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967							
87 Fr (223)	88 Ra 226.025	89 Ac ‡ (227)	90 Th 232.0381	91 Pa 231.0289	92 U 238.0289	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)							

Lanthanides *	58 Ce 140.9077	59 Pr 144.24	60 Nd (145)	61 Pm 150.36	62 Sm 151.964	63 Eu 157.25	64 Gd 158.9253	65 Tb 158.9253	66 Dy 162.50	67 Ho 164.9303	68 Er 167.26	69 Tm 168.9342	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967
Actinides ‡	90 Th 232.0381	91 Pa 231.0289	92 U 238.0289	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

Slika 2. Pričakovani čas v letih do izčrpanja kovin (A.J. Hunt, A.S. Matharu, A.H. King, J.H. Clark, *Green Chem.*, 2015, 17, 1949-1950).

Ker Evropska unija večino mineralnih surovin uvaža, je bila leta 2008 ustanovljena komisija, ki vsake tri leta oceni, katere mineralne surovine so ključne za Evropsko ekonomijo, in prikaže njihovo tveganje z dobavo z uvrščanjem na seznam **Kritičnih mineralnih surovin (Critical Raw Materials - CRMs)**. Ocena iz leta 2020¹ vsebuje 30 surovin, ki so uvrščene na seznam kritičnih mineralnih surovin (Tabela 1). To so torej surovine, ki imajo za Evropo velik ekonomski in strateški pomen, vendar imajo visoko tveganje povezano z njihovo dobavo. Večinoma take surovine predstavljajo posamezni elementi ali njihovi minerali (samorodni elementi), nekatere pa pripadajo skupinam kovin. Skupno število vseh kritičnih mineralnih surovin (46) predstavlja polovico naravnih kemijskih elementov, ki jih poznamo. Prosimo, imejte v mislih, da RAWsiko igra, ne predstavlja točnih podatkov o surovinah iz zadnjega Evropskega poročila, saj je začela nastajati, preden je bilo izdano poročilo iz leta 2020 kot tudi zaradi vsebinskih in logističnih razlogov igre, zaradi katerih so bile izločene nekatere surovine iz prejšnjega poročila.

¹ COM(2020) 474 - Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability – 03/09/2020

Priročnik za učitelje

ZAKAJ POSTANE SUROVINA “KRITIČNA”?

Oskrba z mineralnimi surovinami je lahko kritična zaradi nabora razlogov, ki so lahko geološki, okoljski, ekonomski ali politični:

1. **Neenakomerna razporeditev virov v eni ali v zelo malo državah:** Primarno tveganje oskrbe z mineralnimi surovinami predstavlja njihova “žariščna” / neenakomerna globalna razporeditev in je določeno z geopolitičnimi mejami. Zaradi takšne razporeditve ima lahko en narod ali država monopol nad oskrbo z določeno surovino, in lahko omejuje uvoz zaradi okoljskih ali političnih okoliščin.
2. **Nizka prisotnost v zemljini skorji**
3. **Surovina je tehnološko nezamenljiva:** če za surovino ne obstaja sprejemljiva zamenjava, potem je ta surovina nujno potrebna – kritična.
4. **Nevarno pridobivanje in/ali velik okoljski vpliv:** Način pridobivanja nekaterih surovin je zelo kompleksen ali ma nesprejemljive okoljske posledice.
5. **Socialno politični razlogi:** Poleg okoljskega vpliva, je v oceno tveganja potrebno vključiti tudi dobrobit ljudi. Nekatero surovino se pridobivajo na območjih z neurejenimi predpisi varstva delavcev, otroškega dela in zlorabe človekovih pravic. Takšne surovine oz. minerale imenujemo konfliktni minerali (kobalt, volfram, tantal...).

Tabela 1. Seznam Kritičnih mineralnih surovin 2020

Antimon (Sb)	Germanij (Ge)	Platinske kovine / plationoidi (PGMs)*
Barit (BaSO ₄)	Hafnij (Hf)	Fosfatne kamnine (P anionske soli)
Boksit (ruda 40% Al)	Težki elementi redkih zemelj (HREEs) [#]	Fosfor (P)
Berilij (Be)	Litij (Li)	Skandij (Sc)
Bizmut (Bi)	Lahki elementi redkih zemelj (LREEs) [°]	Silicijeva kovina / silicijev metaloid (Si)
Borat (Borove anionske soli)	Indij (In)	Stroncij (Sr)
Kobalt (Co)	Magnezij (Mg)	Tantal (Ta)
Koksni premog (večinoma C)	Naravni grafit (C)	Titan (Ti)
Fluorit (CaF ₂)	Naravna guma (C ₅ H ₈) _x	Volfram (W)
Galij (Ga)	Niobij (Nb)	Vanadij (V)

*PGMs: Rutenij (Ru), Rodij (Rh), Paladij (Pd), Osmij (Os), Iridij (Ir) in Platina (Pt).

[#]HREEs: Europij (Eu), Gadolinij (Gd), Terbij (Tb), Disprozij (Dy), Holmij (Ho), Erbij (Er), Tulij (Tm), Iterbij (Yt) in Lutecij (Lu).

[°]LREEs: Skandij (Sc), Itrij (Y), Lantan (La), Cerij (Ce), Prazeodim (Pr), Neodim (Nd), Prometij (Pm) in Samarij (Sm).

Priročnik za učitelje

KJE SE UPORABLJAJO KRITIČNE MINERALNE SUROVINE?

Namen igre "RAWsiKo – Surovine okrog nas" je igralcem pokazati, kje so glavna nahajališča kritičnih mineralnih surovin, in kateri predmeti vsebujejo takšne surovine. Igralci bodo spoznali, kako pomembna je varna oskrba s surovinami za moderno industrijo.

Ko igralec prejme cilje v obliki treh spisov kritičnih mineralnih surovin (primer kartice razvoja na desni), lahko s klikom razširi okno, kjer so surovine povezane s predmeti, ki jih vsebujejo (elektronika, gnojila, vetrnice, teleskopi, LED svetilke, očala z nočnim vidom, sončni paneli, pigmenti in barvano steklo, vojna industrija, itd.). Nekatero kartico so spodaj natančno opisane. Za namen odprte razprave v učilnici sta v priporočniku opisana tudi pametni telefon in električni avtomobil, kot trenutno najbolj prodorna produkta na trgu, čeprav še nista vključena v igro.



Slika 3. Primer kartice razvoja.

Vetrne turbine

Za izdelavo dolgotrajnih magnetov v generatorjih vetrnih turbin se večinoma uporabljajo elementi redkih zemelj (REE). Ker dolgotrajni (trdni) magneti kažejo visoko odpornost proti razmagnetanju, so primerni za izdelavo generatorjev in električnih motorjev. V splošnem imajo visoko magnetno energijo na volumsko enoto in s tem omogočajo manjšo porabo prostora. Zaradi tega se uporabljajo tudi na področju visoke tehnologije v računalnikih, mobilnih telefonih, avdiovizualni opremi, diagnostični opremi (zvočniki, slikanje z magnetno resonance) in energijskih sistemih (alternatorji, električni motorji - za podrobnejše informacije pogledajte razdelek o električnih in hibridnih avtomobilih).

Čeprav obstaja več različnih tipov dolgotrajnih magnetov, se največ uporabljajo neodim-železovo-borovi magneti (NdFeB), zaradi izjemnih lastnosti, katerim so lahko konkurenčni le samarij-kobalt magneti, ki pa so mnogo dražji.

Za izdelavo NdFeB dolgotrajnih močnih magnetov v vetrnih turbinah so potrebni štirje elementi redkih zemelj: neodim (Nd), prazeodim (Pr), disprozij (Dy) in terbij (Tb) (Slika 4). Neodim in prazeodim pripomoreta k magnetni moči, disprozij in terbij pa povečata odpornost na razmagnetanje, predvsem pri visokih temperaturah.

Potrebna sta tudi: bor, ki se pridobiva iz boratov in je tudi sam umeščen na seznam kritičnih mineralnih surovin, ter železo, ki sicer ni kritična surovina, vendar se v njegovi proizvodnji z redukcijo uporablja kritična mineralna surovina koks. Zlitina NdFeB je ključnega pomena, kjer je potrebna visoka učinkovitost in majhna velikost produktov. Tako so prav NdFeB magneti tisti, ki imajo najvišjo magnetno gostoto med dolgotrajnimi magneti, zaradi česar so najboljša izbira pri visoko učinkovitih napravah, kjer sta teža in velikost ključnega pomena. Lastnosti teh magnetov so posledica edinstvene kombinacije visokih magnetnih momentov 3d prehodnih elementov (kot je železo) in 4f konfiguracije elektronov elementov redkih zemelj. Te edinstvene lastnosti so tudi razlog, da se večina proizvodnje neodima (Nd), prazeodima (Pr) in disprozija (Dy) porabi na področju dolgotrajnih magnetov. Ker omogočajo učinkovitost pri proizvodnji vetrnih turbin, so nujni pri proizvodnji rotorjev (Slika 5). Letna potreba po materialu za izgradnjo vetrnih turbin se bo močno povečala.



Slika 4. Kartica razvoja vetrne turbine.

Priročnik za učitelje

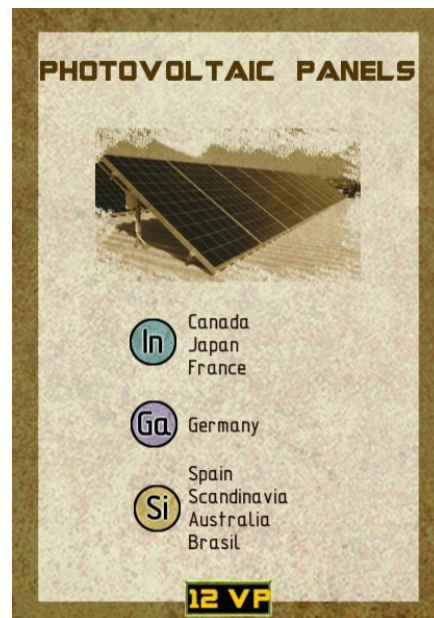


Slika 5. Količina in vrsta mineralnih surovin, potrebnih za izgradnjo ene 3 MW vetrne turbine.

Že zadnjih nekaj desetletij, je Kitajska vodilni proizvajalec in izvoznik elementov redkih zemelj na svetu. Elementi redkih zemelj v preteklosti niso bile kritični, ali sploh ekonomsko zanimivi, dokler v šestdesetih letih prejšnjega stoletja ni prišlo do njihove uporabe v zgodnji tehnologiji. Največji vpliv na večanje potrebe pridobivanja elementov redkih zemelj je imela uporaba evropija (Eu) v razvoju barvne televizije. Po odkritju znatnih zalog elementov redkih zemelj na Bayan Obo območju v notranji Mongoliji, se je večina proizvodnje elementov redkih zemelj premaknila na Kitajsko, kar jim je omogočilo, da imajo danes popoln monopol nad proizvodnjo redkih zemelj.

Fotovoltaika

Fotovoltaični (sončni) paneli za svoje delovanje zahtevajo zelo čisto obliko (99.9999 % ali več) silicija (Si). Čeprav je silicij najbolj obilen element v zemljini skorji (28 %) takoj za kisikom (46 %), je postopek njegove redukcije in čiščenja do uporabnosti v elektroniki, energetske zelo intenziven in nevaren. Iz tega razloga je njegova pridelava umaknjena izven Evropske unije, kar ga posledično uvrsti na seznam kritičnih mineralnih surovin. Alternativna rešitev fotovoltaike, ki sloni na siliciju, so tehnologije, ki uporabljajo kadmij (Cd), germanij (Ge), galij (Ga), telur (Te) in selen (Se), med katerimi pa so tudi nekatere kritične mineralne surovine (slika 6). Prav tako pa se je treba zavedati tudi, da so mnoge med njimi toksične in imajo problematično proizvodnjo ter recikliranje. Nadalje, vsaka tehnologija sončnih panelov, tako kot vsi ravni ekrani, potrebuje prevleko iz indij kositrovega oksida (ITO), ki je edini razpoložljiv prozorni električno prevodni material. Tudi indij je eden iz med kritičnih mineralnih surovin. Zaradi masovnega razvoja fotovoltaike so ocene svetovnih potreb za mnoge izmed teh elementov mnogo višje, kot je njihova trenutna proizvodnja, kar bo najverjetneje pripeljalo do zamika premika k bolj trajnostni energiji.

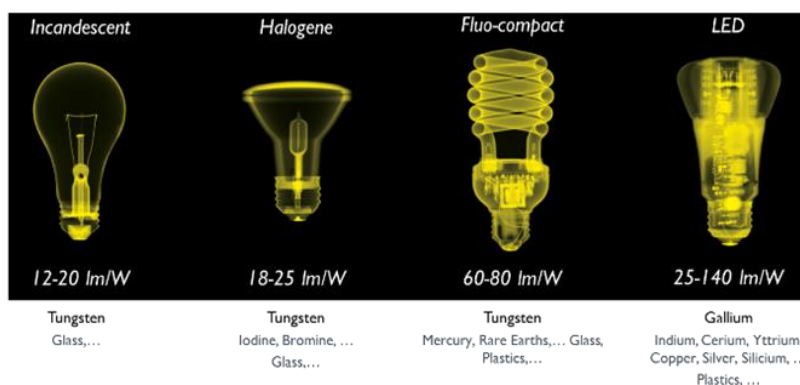


Slika 6. Kartica razvoja sončnih panelov.

Priročnik za učitelje

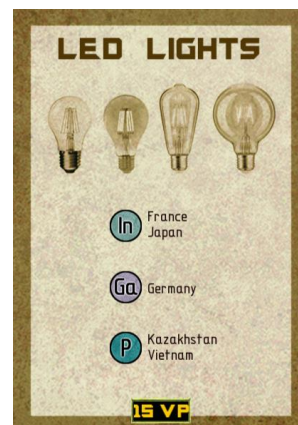
Osvetljava

Varčne fluorescentne žarnice (CFL) so nadomestile stare žarnice z volframovo nitko, ki jih je patentiral Thomas Edison leta 1879 po več sto različnih poskusih s prototipi. Nove varčne žarnice so tako povečale izkoristek energije širom sveta. Žarnice z volframovo nitko so bile potratne, saj se je dosti porabljene energije pretvorilo v toploto in le 5 % dejansko v svetlobo. V primerjavi žarnice CFL pretvorijo 25 % porabljene energije v svetlobo, torej so mnogo bolj učinkovite kot klasične žarnice (Slika 7). Vendar pa novejšje žarnice, ki so sicer energijsko bolj varčne, to niso v smislu mineralnih surovin. Konvencionalne volframove žarnice sicer potrebujejo volfram, ki je kritična mineralna surovina, vendar žarnice CFL zahtevajo več drugih kritičnih mineralnih surovin: elementov redkih zemelj, bolj natančno evropij (Eu) in terbij (Tb). S tem je prepoved volframovih žarnic povečala zahtevo po elementih redkih zemelj v zadnjih letih².



Slika 7. Evolucija svetil in njihova vsebnost surovin.

Glavno težavo žarnic CFL predstavlja prisotnost živega srebra (Hg), ki je problematično onesnaževalo, če ni primerno shranjeno in reciklirano. Za recikliranje žarnic CFL so odgovorna posebna odlagališča, ki ponovno pridobivajo baker (Cu), aluminij (Al), steklo in prah elementov redkih zemelj, vendar je pridobivanje recikliranih elementov redkih zemelj s trenutno tehnologijo dražje kot pa njihovo primarno pridobivanje. Zadnja generacija svetil sloni na svetlobnih diodah (LED luči). To je energijsko varčna in okolju prijazna tehnologija. Njihova učinkovitost in življenjska doba sta dvakrat višji kot pri svetilih CFL in ne vsebujejo živega srebra. Za razvoj LED svetil je bila zaslužna znanost, ki je leta 2014 prejela Nobelovo nagrado za fiziko³. Žal pa je tudi uporaba LED tehnologije še dodatno povečala potrebo po kritičnih surovinah. Poleg evropija (Eu) in terbija (Tb), ki jih uporabljajo že svetila CFL, so to še itrij (Y), gadolinij (Ga), germanij (Ge) in indij (In) (Slika 8)⁴. V prihodnje bo ključnega pomena, da je nova tehnologija ne samo energijsko bolj učinkovita, temveč tudi manj potratna v smislu surovin in virov pri proizvodnji in recikliranju, ter tako bolj trajnostna.



Slika 8. Kartica razvoja za led svetila.

² C. EL Latunussa, K. Georgitzikis, C. Torres de Matos, M. Grohol, U. Eynard, D. Wittmer, L. Mancini, M. Unguru, Cl. Pavel, S. Carrara, F. Mathieux, D. Pennington, G. A. Blengini "Study on the EU's list of Critical Raw Materials (2020) critical raw material factsheet" Figure 320 (average conversion factor of REE metal vs. Rare Earth Oxides (REO) is estimated at 0.85).

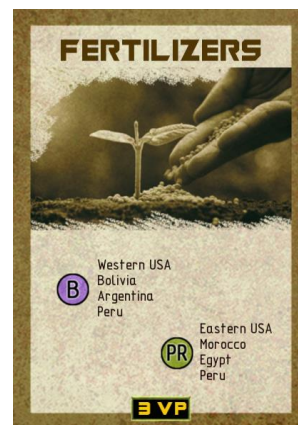
³ <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/popular-physicsprize2014.pdf>

⁴ C. C. Pavel, A. Marmier, E. Tzimas¹, T. Schleicher, D. Schuler, M. Buchert, D. Blagoeva [Phys. Status Solidi A 213, No. 11, 2937–2946 \(2016\)](#).

Priročnik za učitelje

Kemikalije in gnojila

Kemijska industrija je močno odvisna od elementov platinske skupine (platinoidi / PGE), saj se uporabljajo v kemijskih procesih kot katalizatorji. Proizvodnja mnogih kemikalij v Evropi sloni na drugih kritičnih mineralnih surovinah, kot so fosfatne kamnine, fosfor, fluorit in silicij. Svetovna poraba fosfatnih kamnin je približno 75 milijonov ton na leto (ocena za P_2O_5), samo Evropa potrebuje 2.1 milijonov ton letno, od tega je 84 % uvoženih večinoma iz Maroka. Le 17 % fosfatov prihaja iz obnovljivih virov, kot so živalsko blato, gnoj, ostanki hrane in odpadna voda. Največja poraba fosfatov gre na račun gnojil (Slika 9), nato pa za živalsko krmo, detergente in fosfatno kislino. Brez uporabe fosfatnih gnojil bi količina pridelka na enoto površine drastično padla. 1.2 milijona ton fosfatnih kamnin, pa je predelanih v elementarni fosfor v obliki P_4 , za namene kemijske in orožne industrije.



Slika 9. Kartica razvoja za gnojila.

Spodaj so naštet še nekateri drugi primeri uporabe kritičnih mineralnih surovin:

- **Si** kovina, manjše čistosti, kot je potrebna za elektroniko, se dodaja aluminiju za izboljšanje mehanskih lastnosti zlitin, uporablja pa se tudi za proizvodnjo silikona, vlažilnih gelov, lepil in površinskih premazov v gradnji in industriji.
- **Antimonov trioksid (Sb_2O_3)** je sestavni del zaviralcev plamena, sam antimon v kovinski obliki (Sb), pa je del svinčevo-kislinskih baterij, saj zmanjšuje razvoj vodika med procesom napajanja.
- Polovica vsega pridobljenega naravnega **grafita** se porabi za proizvodnjo refraktorjev v industriji jekla, približno 20 % pa za površinsko obdelavo jekla, 8 % za potrebe izdelave katod v litij-ionskih baterijah in 5 % kot komponente za vlažilne gele, svinčnike in elektroniko, kar danes predstavlja le majhen del njegove uporabe.

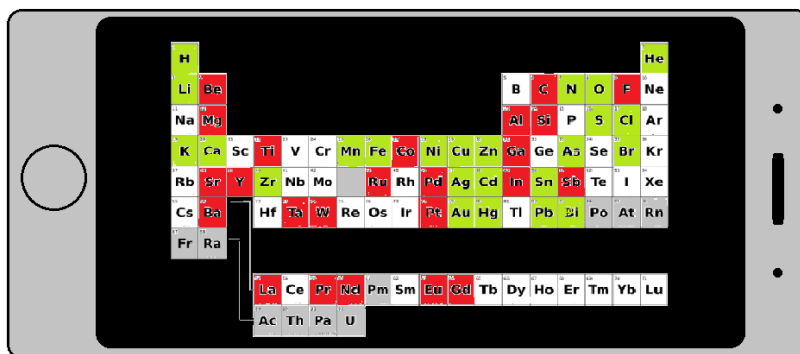
Pametni telefoni

Pametni telefon vsebuje več kot polovico naravnih kemijskih elementov (Slika 10). Kot je razvidno iz slike, večina kemijskih elementov, ki jih vsebuje pametni telefon, spada med kritične mineralne surovine, ostale pa so žlahtne kovine. En pametni telefon vsebuje 306 mg srebra (Ag) in 30 mg zlata (Au)!

Nekateri deli pametnega telefona, kot sta ovitek in baterija, vsebujejo aluminij (Al). Aluminij je kovina, ki se jo pridobiva iz rude boksit, vendar pa baterija vsebuje tudi približno 6 g kobalta (Co) v pozitivnih elektrodah in litij (Li) v negativnih in v elektrolitu⁵.

⁵<https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/digitale-welt/mobilfunk-und-festnetz/smartphonerecycling-11540>, status 18.05.2020.

Priročnik za učitelje



slika 10. Kemijski elementi v pametnem telefonu: rdeče obarvane - kritične mineralne surovine, zeleno obarvane - ne kritične surovine.

Zadnja stran ekrana je kot pri vseh modernih ekranih in sončnih panelih, prevlečena s tanko plastjo indij kositrovega oksida (ITO), ki je trenutno edini prevodni material, razpoložljiv trenutni tehnologiji, s takšno uporabo. Za barvne pigmente v ekranu so odgovorni elementi redkih zemelj. Germanij daje steklu refrakcijo, čista oblika silicija pa se uporablja za izdelavo mikročipov. Neodimski trajni magneti omogočajo miniaturizacijo zvočnikov in mikrofонов, tantal pa je sestavni del visoko zmogljivih kondenzatorjev.

Električna in hibridna vozila

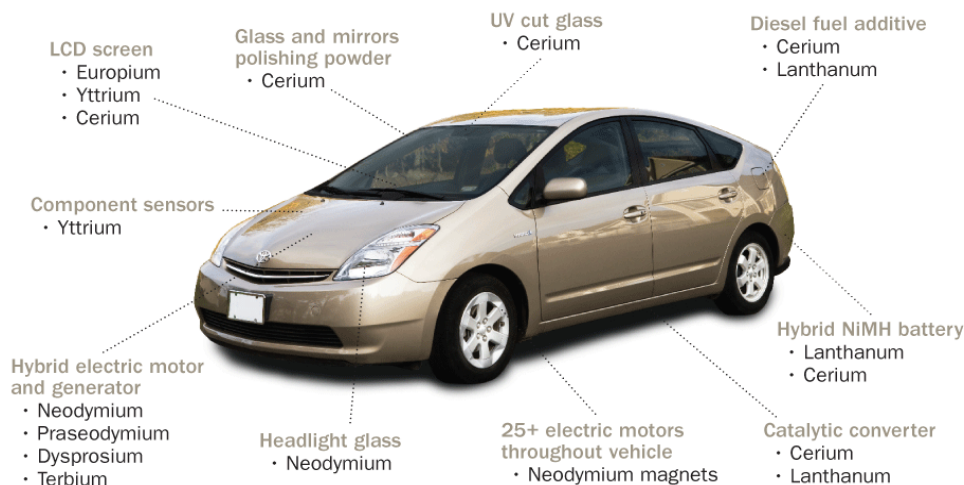
Električna in hibridna vozila (Slika 11)⁶ potrebujejo mnoge kritične mineralne surovine za izdelavo senzorjev, električnih motorjev in generatorjev, LCD zaslonov, steklenih ogledal in katalizatorjev toplotnega motorja. Katalizatorji vsebujejo elemente platinske skupine (PGE: platina (Pt), rutenij (Ru), rodij (Ro), paladij (Pd), osmij (Os) in iridij (Ir)). Njihova uporaba se je povečala v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, ker so postali obvezen sestavni del motorjev zaradi zmanjšanja onesnaževanja zraka z avtomobilskim izpuhom. Od dvajsetih let naprej, pa vse do osemdesetih, se je namreč v gorivo dodajal še svinec (Pb) za preprečevanje predvžiga. Danes ga v gorivu nadomeščajo areni (aromatski ogljikovodiki), ki pa imajo nevarne stranske produkte, če pride do nepravilnega gorenja. Z uvedbo avtomobilov z obveznim katalizatorjem je količina svinca, ogljikovega monoksida in nepravilno izgorelih ogljikovodikov v zraku drastično upadla, vendar se je s tem povečala zahteva po platinoidih.

Razvoj hibridnih in električnih avtomobilov je del napredovanja k manjši onesnaženosti zraka in zmanjšanju ogljikovih emisij. Tehnologija novih baterij sloni na litiju (Li), ki je najlažja kovina in kovina z največjim električnim potencialom. Vendar pa litij ni edina kritična mineralna surovina v takšnih baterijah, katoda v bateriji namreč vsebuje kobalt (Co). Takšna tehnologija omogoča gostoto energije, ki omogoča doseg med 250-500 km med polnjenji.

Trenutno svetovna proizvodnja litija, kobalta, niklja in mangana (ki sta tudi prisotna v katodi) ne zadošča proizvodnji baterij, ki jo bo od nas zahtevala prihodnost.

⁶<https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-projects/science/cmlrare-earth-supply-chain-and-industrial-ecosystem-a-material-flow-assessment-of-european-union>

Priročnik za učitelje



Slika 11. Ključni elementi v avtomobilu.

Ustvarili so svet, ki se polni.

Razvoj litij-ionske baterije je leta 2019 zaslužil Nobelovo nagrado iz kemije.

John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham in Akira Yoshino so leta 2019 prejeli [Nobelovo nagrado iz področja kemije](#), za svoj doprinos v znanosti iz razvoja [litij-ionske baterije](#). Takšna baterija s sposobnostjo polnjenja je postavila osnovo za brezžično elektroniko, kot so mobilni telefoni in prenosni računalniki. Ima izjemno široko uporabo, od napajanja električnih avtomobilov do shranjevanja sončne in vetrne energije, in nam s tem omogoča prihodnost brez fosilnih goriv.

Učni izid / posebne sposobnosti

Na koncu aktivnosti bo učenec:

- Poznal pomen kritičnih mineralnih surovin, in razloge zakaj so kritične za Evropsko ekonomijo.
- Poznal razporeditev kritičnih mineralnih surovin po svetu.
- Poznal glaven namen in uporabo kritičnih mineralnih surovin.
- Razumel pomembnost dostopa do kritičnih mineralnih surovin, za proizvodnjo vsakodnevnih naprav.

Priročnik za učitelje

Evropski okvir za ključne kompetence

Večjezična pismenost
S1. Sposobnost razumevanja in razlage konceptov, občutkov, dejstev in mnenj v ustni in pisni obliki.
S5. Poznavanje besedišča, slovnice in jezika.
Matematična, naravoslovna, tehniška in inženirska kompetenca
S4. Pripravljenost za reševanje novih problemov iz novih področij.
S5. Kapaciteta kvantitativnega razmišljanja.
Digitalna kompetenca
S2. Osnovne veščine v IKT.
Osebnostna, družbena in učna kompetenca
S2. Prepoznavanje razpoložljivih priložnosti.
Državlјanska kompetenca
S1. Sposobnost učinkovite interakcije z drugimi ljudmi.
S2. Sposobnost prilagajanja spreminjajočim se razmeram, prilagodljivost in delo pod pritiskom.
Kulturna zavest in izražanje
S1. Sposobnost udejanjanja ideje.
S3. Sposobnost načrtovanja in upravljanja nalog.
S4. Samostojnost, motivacija in odločnost.

Priročnik za učitelje

Cilji trajnostnega razvoja združenih narodov

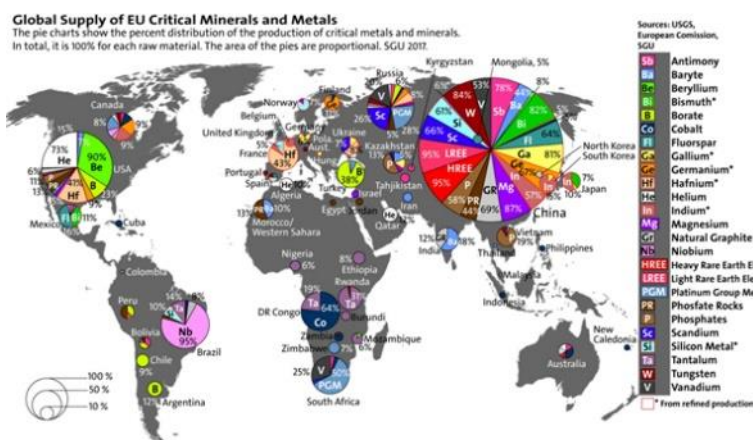
Cilji trajnostnega razvoja so osnovni načrt doseganja boljše in bolj trajnostne prihodnosti za nas vse. Naslavlajo globalne izzive s katerimi se spoprijemamo, vključno z revščino, neenakostjo, podnebnimi spremembami, degradacijo okolja, pravico in mirom.

  Dostop do osnovnih dobrin.	 Enak dostop do globalnega znanja.
 Varne medicinske naprave.	 Trajnostna urbanizacija.
 Dostop do izobrazbe.	 Odgovorna poraba in proizvodnja.
 Manj stisk, več priložnosti.	 Povečati odpornost in zmanjšati vpliv katastrofe.
 Čista voda in cenovno dostopna voda.	 Zmanjšati onesnaževanje morij in oceanov.
 Energija – zlata nit.	 Trajnostna uporaba kopenskih okolj.
 Varnost delavcev in ekonomska rast.	 Promocija mirne in vključujoče skupnosti.
 Odporna industrija in trajnostna industrializacija.	 Boljši dostop do tehnologije in inovacij.

Priročnik za učitelje

Vsebina

RAWsiko – DV igra je postavljena v fantazijski svet v prihodnosti, kjer se glavni proizvajalec kritičnih mineralnih surovin odloči prekiniti izvoz in trgovanje z ostalim svetom in tako se začne “surovinska mrzlica”. Trenutno Kitajska predstavlja 70 % svetovne dobave mineralnih surovin ter 62 % dobave mineralnih surovin v EU (kot so redke zemlje, magnezij, antimon, naravni grafit itd.). Igralci morajo izpolniti spisek kritičnih mineralnih surovin, ki so ključne komponente naprav, ki jih morajo sestaviti. Za pridobivanje potrebnih surovin, morajo svojo rudarsko opremo premikati na različna področja sveta. Če izbrano območje izkorišča že drug igralec, si mora od njega izboriti pravice do rudarjenja.



Slika 12. Države z največjimi deleži globalnih zalog kritičnih mineralnih surovin (Ladenberger A.; et al. Identification and quantification of secondary CRM resources in Europe – Technical report SCRREEN - Contract Number: 730227 - Solutions for Critical Raw materials).

Položaj glavnih virov, za igro izbranih kritičnih mineralnih surovin, predstavlja resnične lokacije glavnih rudnikov teh surovin. Elementi, zapisani na karticah razvoja, pa predstavljajo najpomembnejše mineralne surovine za proizvodnjo dotične tehnologije. Zemljevid igre na poenostavljen način prikazuje resnično geografsko porazdelitev mineralnih surovin, saj je bil narejen na podlagi zemljevida porazdelitve glavnih mineralnih surovin pridobljenega s strani Švedskega geološkega zavoda, ki je partner RM@Schools projekta (Slika 12).

Prav neenakomerna razporeditev nekaterih mineralnih surovin je razlog, da postane surovina kritična, tveganje z oskrbo pa določajo tudi geopolitične meje. Zaradi takšne razporeditve ima lahko en narod ali država monopol nad oskrbo z določeno surovino, ali omejevanjem izvoza zaradi okoljskih ali političnih okoliščin. Surovine, ki imajo takšno neenakomerno porazdelitev, imajo višje tveganje za pomanjkanje in motnje v oskrbi. Mnogo mineralnih surovin pa nima takšne težavne razporeditve, zato jih ne smatramo kot kritične (Cu, Pb, Zn).

Priročnik za učitelje

Aktivnost

Pregled

“RAWsiko - Surovine okrog nas” je digitalna igra, ki temelji na izmenjevanju potez med igralci brez časovne omejitve, kar omogoča igro tudi igralcem, ki nimajo izkušenj z igranjem digitalnih iger. Vsako igro lahko igra od 3 do 5 igralcev. Igralci lahko uporabljajo samo eno napravo, pri čemer si jo izmenjujejo glede na to, kateri igralec je na potezi, ali pa preko spleta, igrajo iz različnih naprav (vsak igralec se poveže z internetom iz lastnega računalnika, pametnega telefona ali tabličnega računalnika).

Digitalna igra je trenutno na voljo v angleščini in italijanščini, kmalu pa bo na voljo tudi v drugih jezikih.

Dostop do igre

RAWsiko je na voljo za tri različne platforme: Brskalnik, Windows in Android. Igra je na vseh treh platformah popolnoma enaka (razen manjših razlik v videzu), tako da lahko igro med seboj igrajo tudi igralci, ki uporabljajo različne platforme.

Vse različice RAWsiko igre so na razpolago na povezavi: <https://arraise.com/rawsiko/>. Ker igro še vedno dopolnjujemo in izboljšujemo, vam v primeru uporabe Windows ali Android verzije priporočamo redno preverjanje spletne strani, saj si tako lahko zagotovite, da vedno uporabljate najnovejšo verzijo igre.

SPLETNA (BRSKALNIK) RAZLIČICA

To je najbolj dostopna različica, do katere lahko dostopate ne glede na vaš operacijski sistem (Windows, macOS, Linux itd.), poleg tega pa je vedno samodejno posodobljena na zadnjo verzijo. Če na vaši napravi deluje brez težav, vam torej predlagamo, da uporabljate to verzijo. Obiščite spletno stran <https://arraise.com/rawsiko/> za povezavo do igre in seznam brskalnikov, ki jo podpirajo.

WINDOWS RAZLIČICA

To različico igre podpira 64 bitni Windows operacijski sistem (za Windows 7, 8 in 10 različice operacijskega sistema deluje nemoteno, starejši operacijski sistemi pa niso bili testirani). Če želite izbrati Windows različico igre, pojdite na spletno stran: <https://arraise.com/rawsiko/> in sledite navodilom o prenosu in zagonu igre na svojem računalniku.

ANDROID RAZLIČICA

Ta različica deluje na katerem koli pametnem telefonu ali tablici z operacijskim sistemom Android 4.4 ali novjšim. Igra je od leta 2021 na voljo v redni ponudbi aplikacij na Google Play. Če je ne najdete med ponujenimi aplikacijami v Google Play, jo lahko pridobite iz spletne strani: <https://arraise.com/rawsiko/> in sledite navodilom za prenos in ročni zagon na svoji napravi.

Organiziranje igralnega srečanja

LOKALNA IGRA

Če bodo igralci igro igrali na eni napravi, potem je nastavitvev igre izjemno enostavna. V tem primeru najprej izberite razdelek “nastavitve” in preverite, ali vam ustrezajo izbrana pravila in trajanje igre.

Priročnik za učitelje

Nato odprite razdelek “ustvari igro” in se prepričajte, da je zgoraj levo obarvano zeleno okence “lokalno”. Vsak igralec si izbere svoj avatar iz ponujenega seznama, nato igro začnete s klikom na zeleni gumb na dnu strani.

Ko se igra začne, boste v zgornjem levem kotu lahko videli, kateri igralec je na potezi. Ko igralec potezo zaključi, preda napravo naslednjemu igralcu.

SPLETNA IGRA

Kot je omenjeno zgoraj, je spletno igro mogoče igrati na več napravah in v različnih verzijah, saj so med seboj združljive.

Ko si vsak igralec v nastavitvah uredi svoj profil in gostitelj igre nastavi pravila in trajanje igre, gostitelj ustvari začetni strežnik igre, kjer se vsi igralci lahko pridružijo. Za ustvarjanje začetnega strežnika pojdite na ukaz “ustvari igro” in izberite okence “spletno” na vrhu. Če ste pravilno povezani in strežniki delujejo pravilno, se bo pod strežnikom igre izpisalo: “povezano in pripravljeno”. Vpišite ime začetnega strežnika, ki ga želite ustvariti (vsakršno ime deluje, to je pomembno le za razlikovanje med različnimi začetnimi strežniki, v katerih se igra že igra), nato pritisnite oranžen gumb “+” spodaj.

Če je vse nastavljeno pravilno, mora gostitelj igre v okencu na desni vidite ime profila, ostali igralci pa ime začetnega strežnika v spustnem seznamu. Če ga izberejo, bodo vstopili v začetni strežnik (bodo dodani igri). Ko se vsi igralci pridružijo v začetnem strežniku, gostitelj lahko začne igro s pritiskom na zeleni gumb spodaj levo.

Dodatek 1 – Navodila za uporabo

Priročnik z navodili za uporabo je dostopen za prenos tudi na spletni strani: <https://arraise.com/rawsiko/>. Prosimo vas, da večkrat preverite spletno stran, saj bodo tudi navodila občasno posodobljena, prav tako pa bodo dostopna tudi v več jezikih.

Priročnik za učitelje

Učna pot

1. **Korak – trajanje in aktivnost:** 30 min – učitelj poda kratko predstavitev o kritičnih mineralnih surovinah in njihovi pomembnosti pri prehodu na zeleno, brez ogljično ekonomijo.
2. **Korak – trajanje in aktivnost:** 20 min – učenci se razdelijo v skupine (največ pet učencev v skupini) in preberejo navodila za igranje (in naložijo igro).
3. **Korak – trajanje in aktivnost:** 40 min – igranje igre.
4. **Korak – trajanje in aktivnost:** 15 min – preverjanje znanja. Čas, potreben za preverjanje, je odvisen od števila vprašanj, ki si jih izberete.

Preverjanje znanja

Možna vprašanja, za preverjanje razumevanja ključnih konceptov:

1. Kaj so kritične mineralne surovine?
2. Zakaj so kritične mineralne surovine tako pomembne?
3. Zakaj surovina postane "kritična"?
4. Kje najdemo kritične minerale surovine?
5. Naštejte vsaj tri primere uporabe kritičnih mineralnih surovin.



Zasluge

CNR se zahvaljuje Liceo "Niccolò Copernico" v Bologni (Italija) in Istituto di Istruzione Superiore "Maria Montessori – Leonardo da Vinci" v Porretta Terme (Italija) za sodelovanje pri izdelavi in testiranju igre.



Prav tako se CNR zahvaljuje ARraise s.r.l., Milan, Italija za razvoj digitalne verzije igre.

