

Učiteljska kartica



Indeks

Opšti uvod	2
Proširene osnovne informacije	3
Ishodi učenja.....	11
Evropski okvir ključnih sposobnosti	12
Ciljevi održivog razvoja Ujedinjenih Nacija	12
Sadržaj	123
Aktivnost	14
Put učenja	16
Procjena.....	16
Zahvalnica.....	16

Učiteljska kartica

Opšti uvod

„*RAWsiko* – Sirovine oko nas“- Digitalna verzija (*RAWsiko* – DV) je edukativna igra koja ima za cilj da poveća, na digitalan i zabavan način, svijest tinejdžera o geografskoj distribuciji kritičnih sirovina u svijetu, njihovoj upotrebi u savremenim tehnologijama i zašto je pristup njima ključan. Sirovine su od ključne važnosti za provedbu Agende održivog razvoja do 2030. godine i za postizanje ciljeva postavljenih u COP21 i nekoliko ciljeva održivog razvoja Ujedinjenih Nacija. To je zato što su sirovine neophodne za obezbjeđivanje prelaska na tehnologije zelene energije, za obezbjeđivanje rasta i održive potrošnje i za obezbjeđivanje pristupa čistim i efikasnim potrošačkim tehnologijama. Danas je Evropa u velikoj mjeri zavisna od uvoza sirovina kako bi obezbijedila globalnu konkurentnost svojih proizvodnih industrija i ubrzala tranziciju ka održivom društvu koje efikasno koristi resurse. Stoga je od strateškog značaja postići napredak u tehnologijama i tako promovisati usluge u lancu vrijednosti, zajedno s razvojem u prirodnim naukama, inženjerstvu i ekonomskim disciplinama, kako bi se stvorila inovativna rješenja.

RAWsiko – DV je radnja smještena u svijet fantazije budućnosti gdje glavni proizvođač kritičnih *RM* (*Raw Materials* - sirovine) odlučuje da smanji izvoz u ostatak planete i stoga počinje „*RM* navala“. Igrači moraju da ispune neke liste kritičnih *RM* koje su ključne komponente različitih uređaja koje moraju da naprave. Na ovaj način igrači će doživjeti kompleksnost snabdijevanja sirovinama koje se nalaze iza nekih svakodnevnih uređaja kao što su ravni ekrani i fluorescentne lampe, ali i iza planova za prelazak na obnovljive izvore energije kao što su solarne ćelije i vjetroturbine. Učenici mogu da igraju zajedno u sesijama u čitavom odjeljenju ili u slobodno vrijeme sa prijateljima, porodicom ili drugim ljudima koji imaju pristup igri na daljinu.

Ključne riječi:

Sirovine; Ekstrakcija sirovina; Politika resursa; Održivi razvoj; Primjena sirovina

Preuzimanje ili *online* igranje na sljedećem sajtu:

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

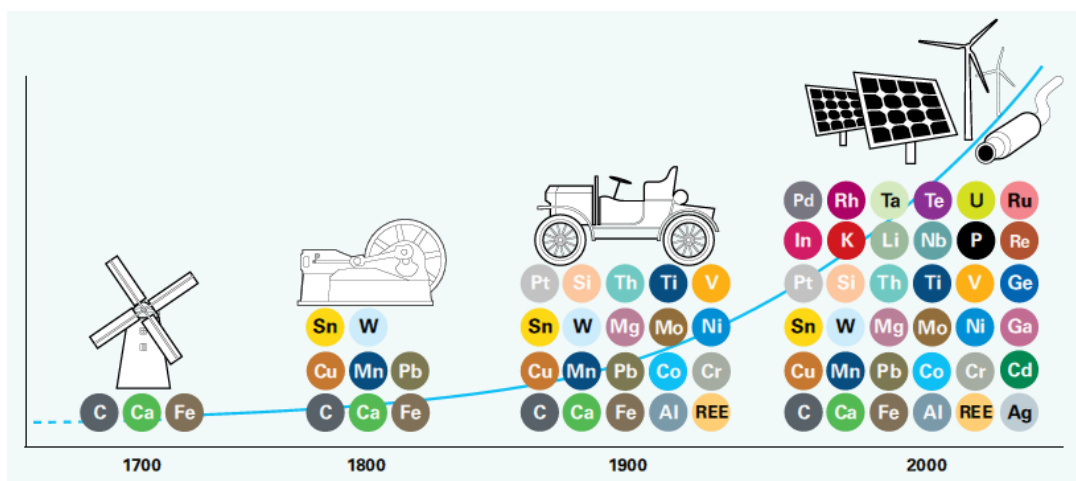
Učiteljska kartica

Proširene osnovne informacije

RAWSiko – DV je edukativna igra koja želi da podigne svijest o tome da će u bliskoj budućnosti doći do nestašice nekoliko metala i minerala, koji spadaju u neobnovljive resurse naše planete zajedno sa ugljem, naftom, prirodnim gasom i nemetalnim mineralima, čime će rizikovati nestašicu istih.

KRITIČNOST SIROVINA (RMs)

U ljudskoj istoriji, svaki tehnološki napredak je uvijek rezultirao upotrebom sve većih količina i varijanti metala. Posljednji skok dogodio se krajem prošlog milenijuma sa minijaturizacijom elektronike i novim uređajima za obnovljive izvore energije. Sirovine (*RM*) su od suštinskog značaja za obezbjeđivanje prelaska na tehnologije zelene energije, za obezbjeđivanje rasta i održive potrošnje i za obezbjeđivanje pristupa čistim i efikasnim potrošačkim tehnologijama. Ubrzavanje tehnoloških inovacija, povećanje svjetske populacije i brzi rast privrede u usponu dovode do sve veće potražnje za velikim brojem sirovina (Slika 1. Vremenski okvir metala čija je potreba uslovljena tehnološkim napretkom..



Slika 1. Vremenski okvir metala čija je potreba uslovljena tehnološkim napretkom.

Evropa je u velikoj mjeri zavisna od uvoza sirovina kako bi obezbijedila globalnu konkurentnost svojih proizvodnih industrija i ubrzala tranziciju ka održivom društvu koje efikasno koristi resurse. Sa trenutnim trendom, mnogi metali više neće biti dostupni u bliskoj budućnosti (Slika 2. Shodno tome, prerada i upotreba sirovina iz primarnih i sekundarnih izvora (oporaba materijala iz otpada), razvoj novih bioodrživih materijala, su od suštinskog značaja, kao i zadržavanje proizvoda i materijala u privredi što duže. Moguće je minimiziranjem otpada u svim fazama (tj. zahvaljujući ponovnoj upotrebi, popravci, prepravljanju, ponovnoj proizvodnji i reciklaži – kružna ekonomija).

Učiteljska kartica

1	H	2	He
1.00794		4.002602	
3	Li	4	Be
6.941	9.012182		
11	Na	12	Mg
22.98977	24.3050		
19	K	20	Ca
39.0983	40.078		
21	Sc	22	Ti
44.95591	47.867		
23	V	24	Cr
50.9415	51.9961		
25	Mn	26	Fe
54.93804	55.845		
27	Co	28	Ni
58.93320	58.6934		
29	Cu	30	Zn
63.546	65.39		
31	Ga	32	Ge
69.723	72.61		
33	As	34	Se
74.92160	78.96		
35	Br	36	Kr
79.904	83.80		
37	Rb	38	Sr
85.4678	87.62		
39	Y	40	Zr
88.90585	91.224		
41	Nb	42	Mo
92.90638	95.94		
43	Tc	44	Ru
(98)	101.07		
45	Rh	46	Pd
102.9055	106.42		
47	Ag	48	Cd
107.8682	112.411		
49	In	50	Sn
114.818	118.760		
51	Sb	52	Te
121.760	127.60		
53	I	54	Xe
126.9044	131.29		
55	Cs	56	Ba
132.9054	137.327		
57	La *	58	Ce
138.9055	140.9077		
59	Pr	60	Nd
140.9077	144.24		
61	Pm	62	Sm
(145)	150.36		
63	Eu	64	Gd
151.964	157.25		
65	Tb	66	Dy
158.9253	162.50		
67	Ho	68	Er
164.9303	167.26		
69	Tm	70	Yb
168.9342	173.04		
71	Lu		
174.967			
72	Hf	73	Ta
178.49	180.9479		
74	W	75	Re
183.84	186.207		
76	Os	77	Ir
190.23	192.22		
78	Pt	79	Au
195.078	196.9665		
80	Hg	81	Tl
200.59	204.3833		
82	Pb	83	Bi
207.2	208.9804		
84	Po	85	At
(209)	(210)		
86	Rn		
(222)			
87	Fr	88	Ra
(223)	226.025		
89	Ac ‡	90	Th
(227)	231.0381		
91	Pa	92	U
(231)	238.0289		
93	Np	94	Pu
(237)	(244)		
95	Am	96	Cm
(243)	(247)		
97	Bk	98	Cf
(247)	(251)		
99	Es	100	Fm
(252)	(257)		
101	Md	102	No
(258)	(259)		
103	Lr		
(262)			

Slika 2. Očekivane preostale godine do iscrpljenja metala (preuzeto: A.J. Hunt, A.S. Matharu, A.H. King, J.H. Clark, *Green Chem.*, 2015, 17, 1949-1950).

Evropska unija (EU) uvozi najveći dio sirovina, pa je Komisija od 2008. godine počela da svake tri godine procjenjuje koji su *RM* od suštinskog značaja za evropsku ekonomiju i pokazuje rizik snabdijevanja navodeći ih kao **kritične sirovine** (*Critical Raw Materials, CRM*). Pregled ove liste za 2020. godinu¹ sadrži 30 *CRM*-ova (Tabela 1). Dakle, *CRM*-ovi su one sirovine koje su **ekonomski i strateški važne za evropsku privredu**, ali imaju **visok rizik povezan sa njihovom snabdijevanjem**. Glavni dio ovih kritičnih *RM* su pojedinačni hemijski elementi ili njihovi minerali, neki od njih su iz grupe metala; Ukratko, *CRM*-ovi predstavljaju 46 hemijskih elemenata, što je polovina prirodnih. Imajte na umu da igra *RAWsiko* ne odražava savršeno sirovine iz najnovijeg izvještaja EU, zbog toga što je njena proizvodnja prethodila objavljivanju liste, zbog igranja i balansiranja, nekoliko sirovina iz najnovijeg izvještaja dostupnog u to vrijeme, izostavljeno je iz odbora.

Zašto materijal postaje “kritičan”?

Snabdijevanje sirovinom može biti ugroženo iz raznih razloga. Razlozi mogu biti geološki, ekološki, ekonomski ili društveno-politički:

1. **Resursi locirani u jednoj ili vrlo malom broju zemalja:** Rizik snabdijevanja proizilazi prvenstveno iz nepravilne distribucije nekih sirovina širom svijeta i određen je geopolitičkim granicama. Zbog toga se

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

Učiteljska kartica

resursi mogu koncentrisati unutar pojedinih nacija ili regiona na svijetu. Ovo može rezultirati monopolom i mogućim ograničenjima ponude zbog ekoloških ili regionalnih političkih faktora.

2. **Mala zastupljenost u Zemljinoj kori**
3. **Ne mogu se zamijeniti u jednoj ili više tehnologija:** Ako nema prihvatljive zamjene, onda je materijal neophodan.
4. **Opasna ekstrakcija i/ili rizik za životnu sredinu:** Proces ekstrakcije može biti težak ili ekološki neprihvatljiv.
5. **Društveno-politički:** Zajedno sa pitanjima životne sredine mora se uzeti u obzir i dobrobit ljudi. U oblastima sa minimalnom regulacijom eksploatacionih aktivnosti zabilježena su kršenja ljudskih prava, dječiji rad i problematični zdravstveni i bezbjednosni uslovi za radnike (tj. „konfliktni minerali“ kao što su kobalt, volfram, tantal itd.).

Tabela 1. Spisak kritičnih sirovina za 2020. godinu

Antimon (Sb)	Germanijum (Ge)	Metali Grupe Pt (PGMs)***
Barit (BaSO ₄)	Hafnijum (Hf)	Fosfatne stijene (P anjonske soli)
Boksit (ruda 40% Al)	Teški rijetki zemljani elementi (HREEs)*	Fosfor (P)
Berilijum (Be)	Litijum (Li)	Skandijum (Sc)
Bizmut (Bi)	Laki rijetki zemljani elementi (LREEs)**	Silicijum metal (Si)
Borati (B anjonske soli)	Indijum (In)	Stroncijum (Sr)
Kobalt (Co)	Magnezijum (Mg)	Tantal (Ta)
Koksni ugalj (uglavnom C)	Prirodni grafit (C)	Titanijum (Ti)
Fluorspar (CaF ₂)	Prirodna guma (C ₅ H ₈) _x	Volfram (W)
Galijum (Ga)	Niobijum (Nb)	Vanadijum (V)

***HREEs:** Europijum (Eu), Gadolinijum (Gd), Terbijum (Tb), Disprozijum (Dy), Holmijum (Ho), Erbijum (Er), Tulijum (Tm), Iterbijum (Yt) i Lutecijum (Lu).

****LREEs:** Skandijum (Sc), Itrijum (Y), Lantan (La), Cerijum (Ce), Prazeodijum (Pr), Neodijum (Nd), Prometijum (Pm) i Samarijum (Sm).

*****PGMs:** Rutenijum (Ru), Rodijum (Rh), Paladijum (Pd), Osmijum (Os), Iridijum (Ir) i Platina (Pt).

GDJE SE KORISTE KRITIČNE SIROVINE?

“**RAWsiko** – Sirovine oko nas” ima za cilj da pokaže igračima gdje su glavni depoziti CRM-ova, ali i koji su objekti koji sadrže ove materijale. Igrači će se raspravljati koliko je za savremenu industriju važno sigurno snabdijevanje sirovinama.

Kada igrač primi ciljeve sa liste CRM-a, klikom na ikonu može da proširi prozor (primjer kartice ciljeva na slici desno) gde su materijali povezani sa objektima koji ih



Učiteljska kartica

sadrže (potrošačka elektronika, đubriva, vjetroturbine, teleskopi, LED svjetla, naočare za noćno osmatranje, solarni paneli, pigmenti i vitraža, industrija oružja itd.). U nastavku su neki od njih detaljno opisani. Kao dodatne teme za diskusiju u razredu, pametni telefoni i električni automobili, dva složenija uređaja koji sada imaju ogroman prodor na tržište, takođe su ukratko opisani u nastavku čak i ako još nisu uključeni u igru.

Vjetrenjače

Što se tiče energije vjetra, rijetki zemljani elementi (*Rare Earth Elements, REE*) se uglavnom koriste kao sirovina za proizvodnju trajnih magneta, koji se koriste u generatorima za vjetroturbine. Trajni (tvrdi) magneti pokazuju značajnu otpornost na demagnetizaciju i stoga se mogu koristiti u vjetrogeneratorima i električnim vučnim motorima. Generalno, oni pokazuju visoku magnetnu energiju za datu zapreminu. Ovo omogućava smanjenje veličine, promovišući njihovu upotrebu u mnogim sektorima visoke tehnologije kao što su računari, mobilni telefoni, audio-vizuelna oprema, dijagnostički uređaji (na primjer zvučnici i magnetna rezonanca) i sistemi vezani za energiju (na primjer alternatori i električni motori, pogledajte odlomak o električnim i hibridnim automobilima).

Iako postoje različite vrste trajnih magneta, takozvani neodimijum-gvožđe-bor (NdFeB) magneti se najviše koriste zbog svojih izvanrednih svojstava. Po svojim osobinama su jednaki magnetima od samarijum-kobalta; međutim, ovi magneti su znatno skuplji.

U turbinama na vjetar, magneti visoke čvrstoće NdFeB obično zahtijevaju četiri različita REE: neodimijum (Nd), prazeodimijum (Pr), disprozijum (Dy) i terbijum (Tb) (Slika 3). Neodimijum i prazeodimijum doprinose magnetnoj snazi, dok disprozijum i terbijum poboljšavaju otpornost na demagnetizaciju, posebno na visokim temperaturama.

Takođe, neophodni su bor (B), koji dolazi iz borata i gvožđe (Fe); B je CRM i Fe, koji sam po sebi nije CRM, proizvodi se redukcijom sa koksom, koji se nalazi na listi CRM-ova. NdFeB igra važnu ulogu u aplikacijama gdje su potrebne visoke performanse, visoka efikasnost i mala veličina. U stvari, NdFeB magnet ima najveću gustinu energije od trajnih magneta, što ga čini izbornim materijalom u aplikacijama visokih performansi gdje su veličina i težina ključni zahtjevi. Svojstva NdFeB magneta proizilaze iz jedinstvene kombinacije visokih magnetnih momenata 3d prelaznih elemenata (npr. gvožđa) sa 4f konfiguracijom elektrona rijetkih zemalja. Na osnovu ovih prednosti, najveći dio proizvodnje neodijuma (Nd), prazeodimijuma (Pr) i disprozijuma (Dy) odlazi u sektor trajnih magneta. Ovi magneti su neophodni u rotorima da bi se omogućila efikasnost u radu za proizvodnju nekoliko megavata po turbini (Slika 4). Za turbine na vjetar, godišnja potražnja za materijalom će se povećati od 2 do 15 puta u zavisnosti od materijala i scenarija.



Slika 3. Kartica cilja turbina na vjetar.

Učiteljska kartica

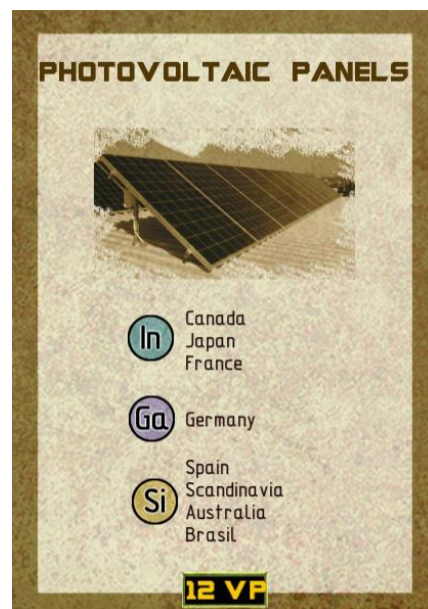


Slika 4. Količina i vrsta potrebnih sirovina za proizvodnju jedne turbine na vjetar.

Trenutno, proizvodnjom *REE* dominira Narodna Republika Kina, koja već nekoliko decenija proizvodi većinu svjetskih *REE*-ova. *REE*-ovi nisu uvijek bili kritični i nisu bili od velikog interesovanja sve do 1960-ih kada su rane tehnološke primjene počele da koriste ove elemente. Najvažnije, razvoj televizije u boji koja zahtjeva europijum (Eu) kao fenomen fotorescencije odgovoran je za povećanje potražnje za *REE* iz rudarskih operacija širom svijeta. Otkriće značajnih resursa *REE* u *Bayan Obou* u Unutrašnjoj Mongoliji je prebacilo većinu svjetske proizvodnje u Kinu i dovelo do monopola na proizvodnju *REE*.

Fotonaponski uređaji

Fotonaponskim panelima je potreban silicijum (Si) veoma visoke čistoće (99,9999% ili više). Čak i ako je Si drugi najzastupljeniji element u Zemljinoj kori (28%) poslije kiseonika (46%), za njegovu redukciju i prečišćavanje do elektronskog stepena potrebni su intenzivni visoko energetski procesi i opasna postrojenja koja čine njegovu proizvodnju pogodnom van EU, a to je razlog zašto je uvršten na listu *CRM*-ova. Alternative fotonaponskim uređajima na bazi Si su tehnologije zasnovane na kadmijumu (Cd), germanijumu (Ge), galijumu (Ga), teluru (Te) i senu (Se), od kojih su neki takođe *CRM*-ovi (Slika 5). Vrijedi napomenuti da su neki od ovih elemenata toksični i izazivaju zabrinutost tokom proizvodnje i recikliranja. Štaviše, svakoj tehnologiji solarnih panela je potreban list indijum-kalaj oksida (ITO), kao i za svaki ravan ekran, koji je jedini električno provodljivi i providni materijal koji je stvarno dostupan: Indijum (In) je još jedan *CRM*. Za veliki broj ovih elemenata prognozirana globalna potražnja u vezi sa masovnim razvojem fotonaponske energije daleko premašuje trenutnu proizvodnju i prelazak na obnovljive izvore energije će biti odložen.



Slika 5. Karta cilja solarnih panela.

Učiteljska kartica

Osvjetljenje

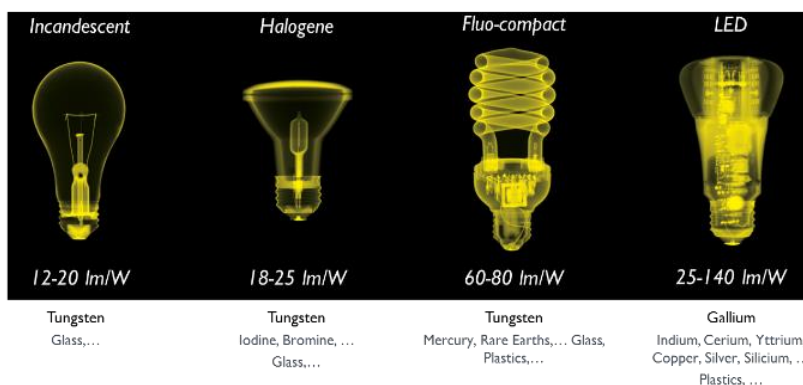
Energetski efikasne kompaktne fluorescentne sijalice (CFL) povećale su efikasnost osvjetljenja širom svijeta zamjenom sijalica sa žarnom niti od volframa (W) koje je Thomas Edison patentirao 1879. godine nakon testiranja stotina različitih prototipova (Slika 6).

Sijalice sa žarnom niti su bile neefikasne u tome što se znatna energija gubi kroz toplotu i samo oko 5% obezbijeđene snage se pretvara u svjetlost. S druge strane, CFL-ovi pretvaraju oko 25% isporučene električne energije u svjetlost. CFL-ovi su stoga mnogo efikasniji od konvencionalnih sijalica (Slika 6. Istorijska evolucija osvjetljenja i sadržaja materijala u lampama sa različitim tehnologijama.).

Međutim, umjesto W, koji je CRM, CFL-ovi zahtijevaju druge CRM-ove u svojoj proizvodnji: rijetke zemlje, posebno europijum (Eu) i terbijum (Tb). Zabrana sijalica sa žarnom niti sa W-filamentom povećala je potražnju za REE poslijednjih godina.²



Slika 7. Kartica objektivna LED lampi



Slika 6. Istorijska evolucija osvjetljenja i sadržaja materijala u lampama sa različitim tehnologijama.

Glavni nedostatak CFL-ova je prisustvo žive (Hg), opasnog materijala odgovornog za zagađenje ako se ne reciklira na odgovarajući način. Specifična postrojenja za reciklažu CFL-ova sada obnavljaju bakar (Cu), aluminijum (Al), staklo i REE prah, ali cijena posljednjeg je viša od cijene primarnog REE. Posljednja generacija osvjetljenja je zasnovana na svijetlećim diodama (LEDs). One predstavljaju tehnologiju koja štedi energiju i ekološki je prihvatljiva: efikasnost konverzije i životni vijek su skoro dvostruko veći od CFL-ova, štaviše, ne sadrže živu. Nauka je odigrala ključnu ulogu u razvoju ove nove efikasne tehnologije o čemu svjedoči dodjela Nobelove nagrade za fiziku 2014. godine.³ Međutim, usvajanje LED tehnologije, povećalo je potražnju za nekoliko CRM-ova, pored europijuma (Eu) i terbijuma (Tb) koji se već koriste u CFL, itrijuma (Y), gadolinijuma (Ga), germanijuma (Ge) i indija (In) koji se koriste u LED aplikacijama (Slika 6).⁴

Važno je istaći da će budući proizvođači morati da budu optimizovani za

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 \(2016\).](#)

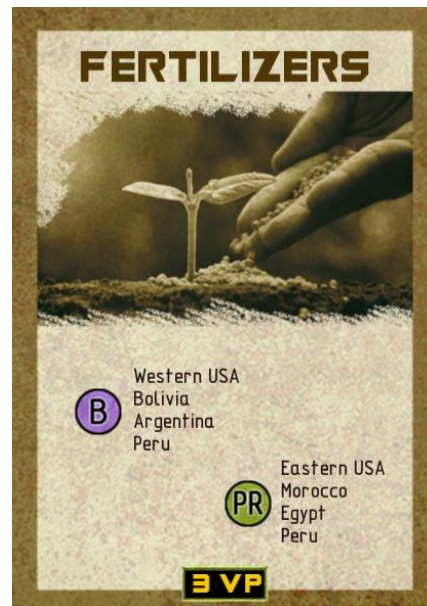
Učiteljska kartica

njihovu funkcionalnost, ali i za održivu dostupnost resursa koji se koriste u njihovoj proizvodnji i za njihovu mogućnost recikliranja.

Hemikalije i đubriva

Proizvodnja nekoliko hemikalija u Evropi oslanja se na CRM-ove, kao što su fosfatni kamen, fosfor, fluorit i silicijum. Hemijska industrija takođe snažno zavisi od elemenata platinske grupe (PGEs) koji se koriste kao katalizatori u mnogim hemijskim procesima.

Svjetska trgovina fosfatnim stijenama je oko 75 miliona tona godišnje (procijenjeno kao P_2O_5), a potražnja EU je 2,1 milion tona godišnje, od čega se 84% uvozi uglavnom iz Maroka. Samo 17% fosfata dolazi iz obnovljivih izvora kao što su životinjski mulj i stajnjak, ostaci hrane i otpadne vode. Prva upotreba fosfatne stijene je proizvodnja đubriva, zatim ishrana životinja, deterdženata i fosforne kiseline. Bez fosfatnih đubriva proizvodnja usjeva po jedinici površine će se drastično smanjiti. 1,2 miliona tona fosfatnih stijena pretvorenih u elementarni fosfor (procijenjeno kao P_4) namijenjeno je hemijskoj industriji i industriji oružja.



Slika 8. Kartica cilja đubriva.

Drugi primjeri koršćenja CRM-ova su navedeni u nastavku:

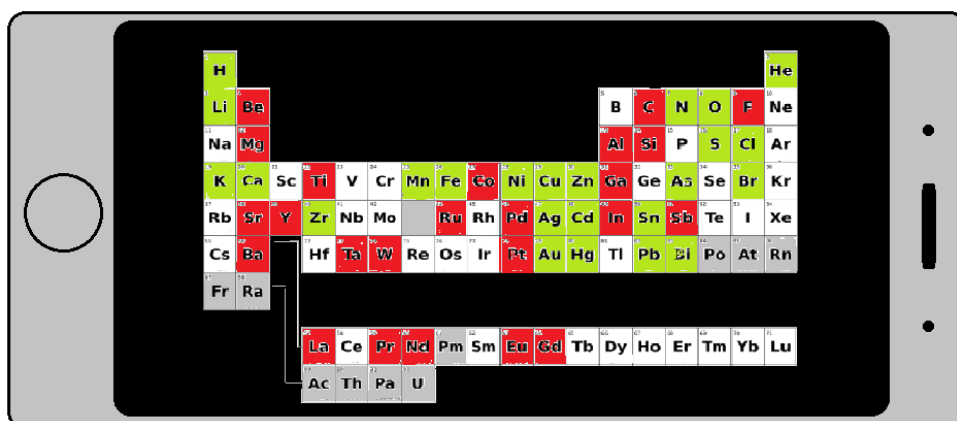
- Si metal, sa pre niskom čistoćom za elektroniku, dodaje se rastopljenom Al radi poboljšanja mehaničkih svojstava legura, takođe se može konvertovati u silikone za proizvodnju zaptivača, ljepkova, maziva i surfaktanata za konstrukcije i industriju;
- Usporivači plamena sadrže antimon trioksid (Sb_2O_3), dok elektrode olovnih/kiselinskih baterija sadrže metalni antimon (Sb) da bi se smanjilo izdvajanje vodonika tokom procesa punjenja;
- Polovina proizvodnje prirodnog grafita namijenjena je proizvodnji vatrostalnih materijala za industriju čelika, a oko 20% za površinsku obradu i rekarburizaciju čelika, potražnja za proizvodnjom anoda u litijumskim baterijama dostiže 8% i 5% prirodnog grafita, koji postaje komponenta za maziva, olovke i elektronika sada predstavlja marginalni dio njegove upotrebe.

Pametni telefoni

Pametni telefon može da sadrži više od polovine prirodnih hemijskih elemenata (Slika 9. Hemijski elementi sadržani u pametnom telefonu: CRM-ovi su crvene boje, a nekritični zelene boje.), većina njih su CRM-ovi, a drugi su plemeniti metali. Pametni telefon sadrži oko 306 mg srebra (Ag) i 30 mg zlata (Au)!

Neki dijelovi kućišta telefona i njegove baterije mogu biti u Al, metalu dobijenom iz boksita, ali baterija sadrži i oko 6 g kobalta (Co) u pozitivnim elektrodama i litijuma (Li) u negativnim elektrodama u elektrolitu.

Učiteljska kartica



Slika 9. Hemijski elementi sadržani u pametnom telefonu: CRM-ovi su crvene boje, a nekritični zelene boje.

Zadnja strana ekrana, kao i svaki ravan ekran, prekrivena je tankim slojem indijum-kalaj-oksida, ITO, trenutno jedinog provodnog materijala koji je tehnološki dostupan za ovu upotrebu, i obojeni pigment ekrana je zasnovan na REE-ovima. Ge daje silicijum staklu refraktivnost potrebnu za mala sočiva, s druge strane Si visoke čistoće je osnova integrisanih mikročipova. Nd je ključna komponenta supermagneta koji je omogućio minijaturizaciju zvučnika i mikrofona, dok tantal (Ta) čini kondenzatore visokih performansi.

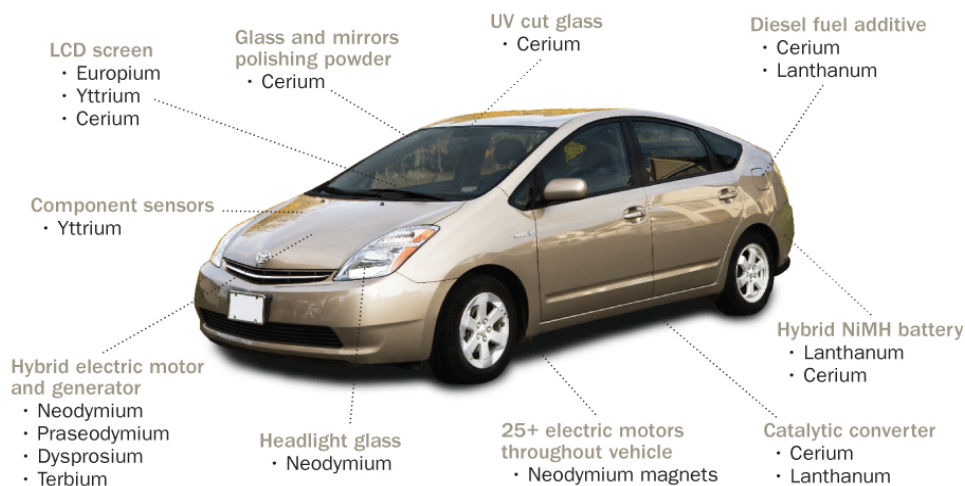
Električna i hibridna vozila

Električna i hibridna vozila (Slika 30. Energetski kritični elementi koji se koriste u automobilima.)⁵ takođe zahtijevaju veliki broj CRM-ova u komponentnim sensorima, elektromotorima i generatorima, displejima sa tečnim kristalima (LCD), staklu, ogledalima i katalitičkom pretvaraču termalnog motora. Katalizatori koji sadrže elemente platinske grupe [PGE, platina (Pt), rodijum (Rh), iridijum (Ir), rutenijum (Ru), osmijum (Os) i paladijum (Pd)], postali su obavezni osamdesetih godina da bi smanjili zagađenje vazduha uzrokovano vozilima [tada je olovo (Pb) dodavano gorivu kao sredstvo protiv detonacije, ali goriva bez Pb zahtijevaju aromatične ugljovodonike da bi ga zamijenili, koji ako nisu pravilno spaljeni mogu proizvesti opasne supstance]. Nakon prelaska na „katalitičke“ automobile koncentracija Pb, ugljen monoksida i nesagorjelih ugljovodonika u vazduhu je drastično opala, ali je potražnja za PGE porasla. Razvoj hibridnih i električnih automobila predstavlja izazov za dalje smanjenje zagađenja vazduha i smanjenje emisije ugljen-dioksida. Nove tehnologije baterija zasnovane su na Li, koji je najlakši metali, i metalima sa najvećim električnim potencijalom. Ali Li nije jedini CRM u ovoj vrsti baterija, u stvari, pozitivna elektroda sadrži kobalt (Co). Ova tehnologija sada obezbjeđuje baterijama gustinu energije koja omogućava automobilima domet od 250 do 500 km po punjenju.

Trenutni nivoi globalne proizvodnje Li i Co, ali i druga dva metala u pozitivnoj elektrodi nikla (Ni) i mangana (Mn), nisu dovoljni da zadovolje buduću potražnju za proizvodnjom baterija.

⁵ <https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-projects/science/cmlrare-earth-supply-chain-and-industrial-ecosystem-a-material-flow-assessment-of-european-union>

Učiteljska kartica



Slika 30. Energetski kritični elementi koji se koriste u automobilima.

Stvorili su svijet koji se može puniti

Nobelova nagrada za hemiju 2019. godine nagrađuje razvoj litijum-jonske baterije.

Nobelova nagrada za hemiju 2019. godine dodijeljena je *John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham i Akira Yoshino* za njihov doprinos razvoju **litijum-jonskih baterija**. Ova punjiva baterija je postavila temelje bežične elektronike kao što su mobilni telefoni i laptopovi. Koristi se za sve, od napajanja električnih automobila do skladištenja energije iz solarne energije i energije vetra, što omogućava društvo bez fosilnih goriva.

Ishodi učenja

Do kraja časa učenici će:








- Znati značenje kritičnih sirovina i razloge zašto su kritične za privredu EU.
- Znati distribuciju kritičnih sirovina u svijetu.
- Poznavati glavne upotrebe i primjene kritičnih sirovina.
- Postati svjesni važnosti pristupa kritičnim sirovinama za proizvodnju uređaja za svakodnevni život.

Učiteljska kartica

Evropski okvir ključnih sposobnosti

Višestruka kompetencija
S1. Sposobnost razumijevanja i tumačenja koncepata, osjećanja, činjenica ili mišljenja u usmenoj i pismenoj formi.
S5. Poznavanje riječnika, gramatike i jezika.
Matematička kompetencija i kompetencija u nauci, tehnologiji i inženjerstvu
S4. Spremnost za rješavanje problema iz novih oblasti.
S5. Kapacitet za kvantitativno razmišljanje.
Digitalna kompetencija
S2. Osnovne veštine u ICT-u.
Lične, društvene i kompetencije učenja za učenje
S2. Identifikovanje dostupnih mogućnosti.
Kompetentnost građana
S1. Sposobnost efikasne interakcije sa drugim ljudima.
S2. Sposobnost prilagođavanja promjenljivoj situaciji, fleksibilnost i rad pod pritiskom.
Kulturna svijest i kompetencija izražavanja
S1. Sposobnost pretvaranja ideje u akciju.
S3. Sposobnost planiranja i upravljanja zadacima.
S4. Nezavisnost, motivacija i odlučnost.

Ciljevi održivog razvoja Ujedinjenih Nacija

		Omogućiti pristup osnovnim uslugama		Jednak pristup globalnoj stručnosti
		Sigurni medicinski uređaji		Održiva urbanizacija
		Pristup obrazovanju		Odgovorna potrošnja i proizvodnja

Učiteljska kartica

5 GENDER EQUALITY	Manje poteškoća više mogućnosti	13 CLIMATE ACTION	Ojačati otpornost, smanjiti utjecaj katastrofe
6 CLEAN WATER AND SANITATION	Sigurna i pristupačna voda	14 LIFE BELOW WATER	Smanjiti zagađenje mora
7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY	Energija – zlatna nit	15 LIFE ON LAND	Održivo korišćenje kopnenih ekosistema
8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH	Sigurnost radnika i ekonomski rast	16 PEACE, JUSTICE AND STRONG INSTITUTIONS	Promovisati mirna i inkluzivna društva
9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE	Otporna infrastruktura i održiva industrijalizacija	17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS	Bolji pristup tehnologiji i inovacijama

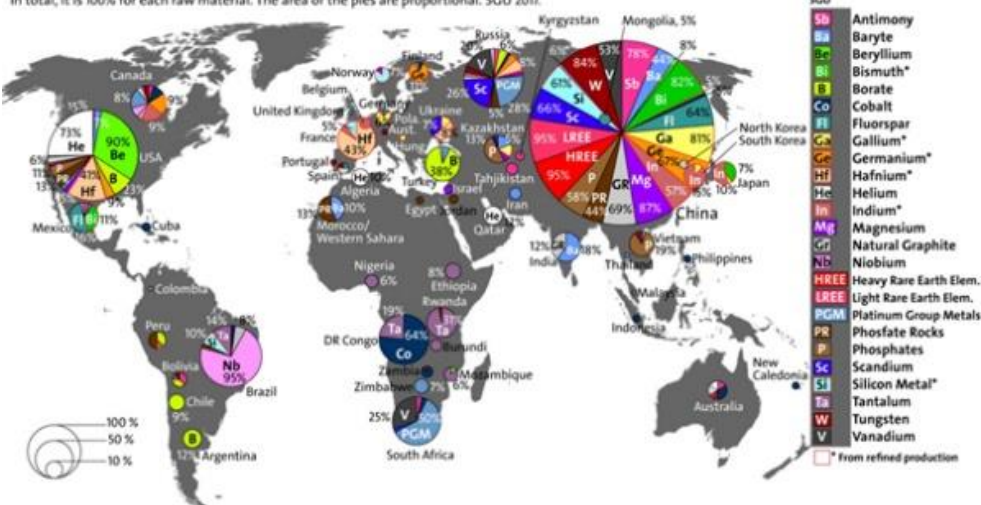
Sadržaj

„RAWsiko – DV“ je smješten u svijet fantazije budućnosti gdje glavni proizvođač kritičnih RM, Kina, odlučuje da smanji izvoz u ostatak planete, i stoga počinje „RM navala“. Trenutno Kina čini 70% njihove globalne ponude i 62% njihove ponude u EU (npr. rijetki zemljani elementi, magnezijum, antimon, prirodni grafit itd.). Igrači moraju da ispune liste kritičnih RM koji su ključne komponente različitih uređaja koje moraju da naprave. Da bi preuzeli kontrolu nad ovim RM izvorima, igrači moraju da premjeste svoju „rudarsku opremu“ u različite dijelove svijeta i ako teritoriju već eksploatiraju drugi igrači, da im otmu koncesiju za rudarstvo.

Položaj glavnih izvora RM prisutnih u igri predstavlja prave glavne rudnike ovih minerala, a elementi navedeni u karticama ciljeva predstavljaju najvažnije RM za proizvodnju te tehnologije. Mapa igre na pojednostavljen

Global Supply of EU Critical Minerals and Metals

The pie charts show the percent distribution of the production of critical metals and minerals. In total, it is 100% for each raw material. The area of the pies are proportional. SGU 2017.



Učiteljska kartica

način reprodukuje stvarnu geografsku distribuciju *RM*, budući da je realizovana na osnovu distribucije mapa glavnih *RM*, koju je obezbijedio Geološki zavod Švedske, partner u projektu *RM@Schools* (Slika 11 - Zemlje koje zauzimaju najveći dio globalne ponude *CRMs* (*Ladenberger A.; et al. Identification and quantification of secondary CRM resources in Europe – Technical report SCRREEN - Contract Number: 730227 - Solutions for Critical Raw Materials*)).

U stvari, nepravilna distribucija nekih *RM* širom svijeta je jedan od razloga zašto materijal postaje kritičan. Rizik snabdijevanja je takođe određen geopolitičkim granicama. Zbog toga se resursi mogu koncentrisati unutar pojedinih nacija ili regiona na svijetu. Ovo može rezultirati monopolom i mogućim ograničenjima ponude zbog ekoloških ili regionalnih političkih faktora. Mnogi Zemljini resursi sirovina su raspoređeni širom svijeta, tako da se kritičnost možda neće pojaviti (npr. Cu, Pb, Zn). Oni koji nisu ravnomjerno raspoređeni rizikuju nestašice i poremećaje u snabdijevanju.

Aktivnost

Overview

„*RAWsiko* – Sirovine oko nas“ je digitalna igra, potpuno zasnovana na potezu i bez vremenskih ograničenja, tako da nisu potrebne posebne manuelne vještine sa video igricama da bi se igrala u potpunosti. Svaki meč igra od 3 do 5 igrača. Moguće je igrati lokalno na jednom uređaju (igrači se smjenjuju u kontrolisanju table za igru) ili *online* sa različitim uređaja (svaki igrač se povezuje na internet sa sopstvenim računarom/pametnim telefonom/tabletom).

Igra je trenutno dostupna na engleskom i italijanskom, ali će se vremenom dodati još jezika.

Pristup igri

RAWsiko je dostupan za tri različite platforme: *Browser*, *Windows* i *Android*. Igra je identična na svim platformama (izuzimajući neke manje razlike u interfejsu), ali ljudi na različitim platformama mogu da igraju zajedno u *online* meču.

Sve verzije *RAWsiko* navedene su i dostupne na sljedećoj *web* stranici: <https://arraise.com/rawsiko/>. Pošto se igra još uvijek sklapa i poboljšava tokom vremena, ako namjeravate da koristite verziju za *Windows* ili *Android*, dobra je ideja da redovno provjeravate *web* stranicu da vidite da li je novija verzija dostupna za preuzimanje.

ONLINE (PRETRAŽIVAČKA) VERZIJA

Ovo je najpristupačnija i najneposrednija verzija za upotrebu, može joj se pristupiti bez obzira na Vaš OS (*Windows*, *macOS*, *Linux* itd.) i uvijek je ažuriran sa najnovijom verzijom bez ikakvih radnji sa vaše strane. Ako ispravno radi na vašem uređaju, predlažemo da koristite ovaj sajt <https://arraise.com/rawsiko/> za vezu pristupa igri i listi podržanih pretraživača.

WINDOWS VERZIJA

Učiteljska kartica

Ova verzija radi na računarima koji koriste 64bit *Windows OS* (*Windows 10* je u potpunosti podržan, *Windows 7* i *8* i dalje rade, stariji OS-i nisu temeljno testirani). Da biste igrali ovu verziju, moraćete da odete na <https://arraise.com/rawsiko/> i pratite uputstva da preuzmete i koristite klijent igre (program koji pokreće igru) na svom računar.

ANDROID VERZIJA

Ova verzija igre bi trebalo da radi na bilo kom pametnom telefonu ili tabletu sa *Android*-om 4.4 ili novijim. Igra je dostupna u *Google Play* prodavnici kao obična aplikacija od 2021. godine, pa provjerite da li je vidite tamo. Ako igra još nije dostupna u *Google Play* prodavnici, idite na <https://arraise.com/rawsiko/> i pratite uputstva da biste ručno preuzeli i instalirali igru na svoj uređaj.

Organizovanje sesije igre

LOKALNA UTAKMICA

Ako je više ljudi ispred jednog računara ili pametnog telefona, početak meča je izuzetno lak. Prvo provjerite meni „Podešavanja“ da biste se uvjerali da su opciona pravila i trajanje igre podešeni po Vašem ukusu.

Kada to uradite, otvorite *Matchmaking*, uvjerite se da je *Local* u gornjem lijevom uglu označeno zelenom bojom, neka svaki igrač odabere avatar/lik sa liste ispod, a zatim započnite igru klikom na zeleno dugme na dnu.

Kada igra počne, moći ćete da vidite koji igrač trenutno igra na panelu u gornjem lijevom uglu. Pustite tog igrača da završi svoj red, a zatim prepustite kontrolu nad uređajem sljedećem igraču i tako dalje.

ONLINE UTAKMICA

Kao što je već rečeno, igra će raditi identično bez obzira na verziju koju izaberete, a sve verzije se mogu igrati zajedno na mreži. Zato ne brinite ako su različiti ljudi uspjeli da pristupe igri kroz različite verzije.

Nakon što svaki igrač završi svoj profil u meniju Podešavanja i igrač „domaćin“ podesi opciona pravila i trajanje igre, neka igrač domaćin kreira predvorje igre gde će se svi pridružiti. Idite na „*Matchmaking*“ i izaberite „*Online*“ na vrhu. Ako je igrač povezan na internet i serveri rade ispravno, trebalo bi da pročitate „Povezan i spreman“ ispod „Server za igre“. Neka igrač unese ime lobija koji želi da kreira (bilo koje ime radi, samo da se razlikuje od drugih lobija u kojima se igra igra), a zatim pritisnite narandžasto dugme „+“ ispod.

Ako je sve urađeno kako treba, igrač domaćin treba da vidi ime svog profila u prozoru sa desne strane, a svi ostali igrači treba da vide ime predvorja na padajućem popisu „Predvorje“. Ako ga izaberete, biće dodati u predvorje. Kada se svi pridruže predvorju, igrač domaćin može pokrenuti meč pritiskom na zeleno dugme u donjem lijevom uglu.

Dodatak1 - Upustvo za upotrebu

Isti priručnik je dostupan za preuzimanje na web lokaciji igre na adresi <https://arraise.com/rawsiko/>. Imajte na umu da bi priručnik mogao da dobije neka manja ažuriranja tokom vremena, a takođe će biti dostupan na više jezika, pa pogledajte web lokaciju igre.

Učiteljska kartica

Put učenja

Korak 1 – Vrijeme & aktivnost: 30 min - Nastavnik daje kratak uvod o CRM-ovima i njihovom značaju u tranziciji na ekonomiju sa niskim emisijama ugljenika

Korak 2 – Vrijeme & aktivnost: 20 min – Učenici su podijeljeni u grupe (maksimalno 5 učenika u svakoj grupi) i pročitaju uputstvo za upotrebu da bi razumjeli kako da igraju (i na kraju preuzmu video igricu)

Korak 3 – Vrijeme & aktivnost: 40 min – Igrajte video igricu

Korak 4 – Vrijeme & aktivnost: 15 min – Evaluacioni test. Vrijeme provedeno na testu ocjenjivanja zavisi od broja unijetih pitanja.

Evaluacija

Moguća pitanja za procjenu učenja nekih ključnih pojmova:

1. Šta su CRM-ovi?
2. Zašto su CRM-ovi toliko važni?
3. Zašto Sirovina postaje „Kritična“?
4. Gdje možemo pronaći CRM-ove?
5. Navedite najmanje tri primjene CRM-ova?

Zahvalnica

CNR zahvaljuje Liceo „Niccolò Copernico“ u Bolonji (Italija) i Istituto di Istruzione Superiore „Maria Montessori – Leonardo da Vinci“ u Porretta Terme (Italija) za dragocjenu saradnju u razvoju i testiranju ove ozbiljne igre.

Pored toga, CNR zahvaljuje ARraise s.r.l. u Milanu (Italija) za razvoj digitalnih verzija igre.

