

Skolotāja kartīte



Satura rādītājs

Vispārīgais ievads.....	2
Paplašināta pamatinformācija	3
Mācīšanās rezultāti	11
Galveno kompetenču Eiropas ietvars	11
Apvienoto Nāciju Organizācijas ilgtspējīgas attīstības mērķi.....	12
Saturs.....	13
Aktivitātes.....	14
Mācīšanās process	16
Izvērtēšana.....	16
Apliecinājums.....	16

Skolotāja kartīte

Vispārīgais ievads

„RAWsiko – Izejvielas mums apkārt” – digitālā versija (RAWsiko – DV) ir izglītojoša spēle, kuras mērķis ir digitālā un jautrā veidā veicināt pusaudžu izpratni par svarīgāko izejvielu ģeogrāfisko izplatību pasaulē, to izmantošanu modernajās tehnoloģijās un to, kāpēc piekļuve tām ir ļoti svarīga. Izejvielas ir ļoti svarīgas, lai īstenotu Ilgtspējīgas attīstības programmu 2030. gadam un sasniegtu COP21 izvirzītos mērķus un vairākus ANO ilgtspējīgas attīstības mērķus. Tas ir tāpēc, ka izejvielas ir būtiskas, lai nodrošinātu pāreju uz videi nekaitīgām energotehnoloģijām, izaugsmi un ilgtspējīgu patēriņu, kā arī piekļuvi tīrām un efektīvām patēriņa tehnoloģijām. Mūsdienās Eiropa ir ļoti atkarīga no izejvielu importa, lai nodrošinātu savas apstrādes rūpniecības konkurētspēju pasaulē un paātrinātu pāreju uz resursu ziņā efektīvu un ilgtspējīgu sabiedrību. Tāpēc ir stratēģiski svarīgi gūt panākumus tehnoloģiju jomā un tādējādi veicināt pakalpojumus vērtību ķēdē kopā ar attīstību dabaszinātnēs, inženierzinātnēs un ekonomikas disciplīnās, lai radītu inovatīvus risinājumus.

RAWsiko – DV darbība norisinās iedomātā nākotnes pasaulē, kur galvenais kritisko IV ražotājs nolēm j pārtraukt eksportu uz pārējo planētas daļu, un tāpēc sākas „IV drudzis”. Spēlētājiem ir jāizpilda daži kritisko IV saraksti, kas ir dažādu ierīču, kuras viņiem ir jākonstruē, galvenās sastāvdaļas. Šādā veidā spēlētāji iepazīs izejvielu piegādes sarežģītību, kas veidojas aiz dažām sadzīves ierīcēm, piemēram, plakanajiem ekrāniem un luminiscences spuldzēm, kā arī aiz iekārtām, kas paredzētas pārejai uz atjaunojamo enerģiju, piemēram, saules baterijām un vēja turbīnām. Skolēni var spēlēt spēli gan kopīgi organizēti klasē, gan savā brīvajā laikā ar draugiem un ģimeni, vai citiem cilvēkiem, kas piekļūst spēlei attālināti.

Atslēgas vārdi:

Izejvielas; Minerālu ieguve; Resursu politika, Ilgtspējīga attīstība, Izejvielu pielietojumi

Lai lejupielādētu vai spēlētu digitālo spēli tiešsaistē:

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

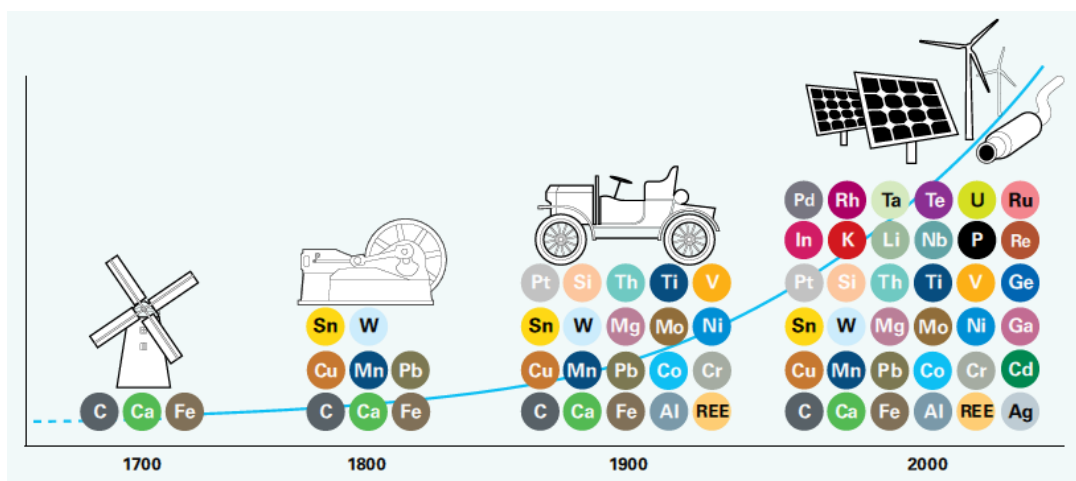
Skolotāja kartīte

Paplašināta pamatinformācija

RAWsiko – DV ir izglītojoša spēle, kuras mērķis ir veicināt izpratni par to, ka tuvākajā nākotnē vairāku metālu un minerālu, kas kopā ar oglekli, naftu, dabasgāzi un nemetāliskajiem minerāliem pieder pie neatjaunojamiem mūsu planētas resursiem, krājumi var kļūt nepietiekami.

IZEJVIELU (IV) KRITISKUMS

Cilvēces vēsturē katrs tehnoloģiskais progress vienmēr ir veicinājis arvien lielāku metālu daudzumu un veidu izmantošanu. Pēdējais lēciens notika pagājušās tūkstošgades beigās līdz ar elektronikas miniaturizāciju un jaunajām atjaunojamās enerģijas ierīcēm. Izejvielas (IV) ir būtiskas, lai nodrošinātu pāreju uz videi nekaitīgām energotehnoloģijām, nodrošinātu izaugsmi un ilgtspējīgu patēriņu, kā arī nodrošinātu piekļuvi tīrām un efektīvām patēriņa tehnoloģijām. Tehnoloģisko inovāciju paātrināšanās, pasaules iedzīvotāju skaita pieaugums un straujā jauno tirgus ekonomikas valstu izaugsme palielina pieprasījumu pēc daudzām izejvielām (sk. 1. att.).



1. attēls. Tehnoloģiskā progresa pieprasīto metālu laika grafiks.

Eiropa ir ļoti atkarīga no izejvielu importa, lai nodrošinātu savas apstrādes rūpniecības konkurētspēju pasaulē un paātrinātu pāreju uz resursu ziņā efektīvu un ilgtspējīgu sabiedrību. Ņemot vērā pašreizējās tendences, daudzi metāli tuvākajā nākotnē vairs nebūs pieejami (2. attēls. Paredzamie atlikušie gadi līdz metālu izsīkšanai (no A.J. Hunt, A.S. Matharu, A.H. King, J.H. Clark, Green Chem., 2015, 17, 1949.–1950.)). Līdz ar to būtiska ir izejvielu pārstrāde un izmantošana gan no primārajiem, gan sekundārajiem avotiem (materiālu reģenerācija no atkritumiem), jaunu bioloģiski ilgtspējīgu materiālu izstrāde, kā arī produktu un materiālu saglabāšana ekonomikā pēc iespējas ilgāk, samazinot atkritumu daudzumu visos posmos (t.i., pateicoties atkārtotai izmantošanai, remontam, atjaunošanai, pārstrādei un pārstrādāšanai – aprites ekonomika).

Skolotāja kartīte

1	Remaining years until depletion of known reserves (based on current rate of extraction)																2				
H																	He				
3.00754																	4.002602				
3	4															5	6	7	8	9	10
Li	Be															B	C	N	O	F	Ne
6.941	9.012182															10.811	12.0107	14.006424	15.9994	18.998403	20.1797
11	12															13	14	15	16	17	18
Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar
22.98977	24.3050															26.981538	28.0855	30.97376	32.066	35.4527	39.948
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
39.0983	40.078	44.95591	47.867	50.9415	51.9961	54.93804	55.845	58.93320	58.6934	63.546	65.38	69.723	72.64	74.92160	78.96	79.904	83.80				
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54				
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
85.4678	87.62	88.90585	91.224	92.90638	95.94	(98)	101.07	101.9055	106.42	107.8682	112.411	114.818	118.710	127.60	126.9044	131.29					
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72				
Cs	Ba	La *	Ce	Pr	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	Rn				
132.9054	137.327	(138.905)	(140.91)	140.9149	183.84	186.207	186.21	190.23	192.225	195.078	196.9665	200.59	208.9804	208.9804	(209)	(210)	(222)				
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118				
Fr	Ra	Ac ‡	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Lv	Uus	Uuo				
(223)	226.025	(227)	(257)	(260)	(263)	(262)	(265)	(264)	(271)	(272)	(280)	(284)	(289)	(288)	(292)						
Lanthanides *																					
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71								
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu								
140.9077	144.24	(141)	139.905	150.964	157.25	158.9253	158.9253	162.50	164.9303	167.26	168.9342	173.04	174.967								
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103								
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr								
232.0381	231.0369	238.0289	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)								
Actinides ‡																					

Lanthanides *

Actinides †

2. attēls. Paredzamie atlikušie gadi līdz metālu izsīkšanai (no A.J. Hunt, A.S. Matharu, A.H. King, J.H. Clark, *Green Chem.*, 2015, 17, 1949.–1950.).

Eiropas Savienība (ES) importē lielāko daļu izejvielu, tāpēc Komisija kopš 2008. gada reizi trīs gados sāka izvērtēt, kuras izejvielas ir būtiskas Eiropas ekonomikai un kurām ir piegādes risks, iekļaujot tās **kritisko izejvielu (KIV) sarakstā**. 2020. gada pārskatā par šo sarakstu iekļautas 30 KIV (1. tabula). **Kritiskās izejvielas (KIV)** ir tās izejvielas, kas ir **ekonomiski un stratēģiski svarīgas Eiropas ekonomikai**, bet kuru **piegāde ir saistīta ar augstu risku**. Lielākā daļa šo kritisko KIV ir atsevišķi ķīmiskie elementi vai to minerāli, daži no tiem ir metālu grupas; kopumā KIV iekļauti 46 ķīmiskie elementi, kas ir puse no dabā sastopamajiem. Lūdzu, nemiet vērā, ka RAWsiko spēle pilnībā neatspoguļo materiālus no jaunākā ES ziņojuma – gan tāpēc, ka tā tika sagatavota pirms saraksta iznākšanas, gan tāpēc, ka spēlēšanas un līdzsvaršanas iemeslu dēļ daži materiāli no jaunākā ziņojuma, kas tobrīd bija pieejami, netika iekļauti.

Kādēļ kāda izejviela kļūst „kritiska”?

Izejvielu piegāde var būt apdraudēta dažādu iemeslu dēļ. Tie var būt ģeoloģiski, vides, ekonomiski vai sociālpolitiski:

- 1. Resursi atrodas vienā vai nedaudzās valstīs:** Piegādes risku galvenokārt rada dažu izejvielu neregulāra izplatība pasaulē, un to nosaka ģeopolitiskās robežas. Tāpēc resursi var koncentrēties atsevišķās valstīs vai pasaules reģionos. Tas var radīt monopolu un iespējamus piegādes ierobežojumus vides vai reģionālo politisko faktoru dēļ.
- 2. Zemes garožā tā ir maz izplatīta**
- 3. Tās nevar aizstāt ar vienu vai vairākām tehnoloģijām:** Ja nav pieņemama aizvietošana, tad materiāls ir būtisks.

Skolotāja kartīte

4. **Bīstama ieguve un/vai risks videi:** ieguves process var būt sarežģīts vai videi nepieņemams.
5. **Sociālpolitiski:** Līdztekus vides apsvērumiem, jāņem vērā arī cilvēku labklājība. Teritorijās ar minimālu ieguves darbību regulējumu ir reģistrēti cilvēktiesību pārkāpumi, bērnu darbs un problemātiski darba ņēmēju veselības un drošības apstākļi (t.i., „konfliktējoši minerāli”, piemēram, kobalts, volframs, tantalss...).

1. tabula. 2020. gada kritisko izejvielu saraksts

Antimons (Sb)	Ģermānijs (Ge)	Platīna grupas metāli (PGM)*
Barīts (BaSO ₄)	Hafnijs (Hf)	Fosfātu ieži (P anjonu sāļi)
Boksīts (40% Al rūda)	Smagie retzemju elementi (SRZE)#	Fosfors (P)
Berilijs (Be)	Litijs (Li)	Skandijs (Sc)
Bismuts (Bi)	Vieglie retzemju elementi (VRZE)°	Silīcija metāls (Si)
Borāts (B anjonu sāļi)	Indijs (In)	Stroncijs (Sr)
Kobalts (Co)	Magnijs (Mg)	Tantals (Ta)
Koksa ogles	Dabiskais grafiits (C)	Titāns (Ti)
Fluoršpats (CaF ₂)	Dabiskais kaučuks (C ₅ H ₈) _x	Volframs (W)
Gallijs (Ga)	Niobijs (Nb)	Vanādijs (V)

*PGM: Rutēnijs (Ru), rodijs (Rh), pallādijs (Pd), osmijs (Os), irīdijs (Ir) un platīns (Pt).

#SRZE: Eiropijs (Eu), gadolīnijs (Gd), terbijs (Tb), disprozijs (Dy), holmijs (Ho), erbijs (Er), tūlijs (Tm), iterbijs (Yt) un lutēcijs (Lu).

°SRZE: Skandijs (Sc), itrijs (Y), lantāns (La), cērijs (Ce), prazeodīms (Pr), neodīms (Nd), prometijs (Pm) un samārijs (Sm).

KUR TIEK IZMANTOTAS KRITISKĀS IZEJVIELAS?

„RAWsiko – Izejvielas mums apkārt” mērķis ir parādīt spēlētājiem, kur atrodas galvenās KIV atradnes, kā arī objektus, kuros ir šīs izejvielas. Spēlētāji argumentēs, cik svarīga mūsdienu rūpniecībai ir droša izejvielu piegāde.

Kad spēlētājs saņem mērķus kā trīs KIV sarakstus, noklikšķinot uz ikonas, viņš/ viņa var atvērt logu (mērķa kartītes piemērs attēlā labajā pusē), kurā izejvielas ir saistītas ar objektiem, kas tās satur (plaša patēriņa elektronika, mēslējums, vēja turbīnas, teleskopi, LED lukturi, nakts redzamības brilles, saules paneļi, pigmenti un vitrāžas, ieroču rūpniecība utt.). Dažas no tām ir detalizēti aprakstītas turpmāk. Kā papildu temati diskusijai klasē ir īsi aprakstīti arī viedtālrunis un elektromobilis – divas sarežģītākas ierīces, kas šobrīd ir ļoti izplatītas tirgū, pat ja tās vēl nav iekļautas spēlē.



Skolotāja kartīte

Vēja turbīnas

Attiecībā uz vēja enerģiju retzemju elementus (RZE) galvenokārt izmanto kā izejvielas pastāvīgo magnētu ražošanā, kurus izmanto vēja turbīnu ģeneratoros. Pastāvīgie (cietie) magnēti ir ļoti noturīgi pret demagnetizāciju, tāpēc tos var izmantot vēja ģeneratoros un vilces elektriskajos dzinējos. Kopumā tie uzrāda augstu magnētisko enerģiju konkrētam tilpumam. Tas ļauj samazināt izmērus, veicinot to izmantošanu daudzās augsto tehnoloģiju nozarēs, piemēram, datoros, mobilajos telefonos, audiovizuālajās iekārtās, diagnostikas ierīcēs (piemēram, skaļruņos un magnētiskās rezonanses iekārtās) un ar enerģētiku saistītās sistēmās (piemēram, ģeneratoros un elektriskajos dzinējos, skatīt turpmāk punktu par elektriskajiem un hibrīdautomobiļiem).

Lai gan pastāv dažādu veidu pastāvīgie magnēti, tā sauktie neodīma-dzelzs-bora (NdFeB) magnēti ir visbiežāk izmantotie, jo tiem piemīt izcilas īpašības. Savu īpašību ziņā tiem līdzinās tikai samārija-kobalta magnēti, tomēr šie magnēti ir ievērojami dārgāki.



Vēja turbīnās NdFeB augstas stiprības magnētiem parasti nepieciešami četri dažādi RZE: neodīms (Nd), prazeodīms (Pr), disprozijs (Dy) un terbijs (Tb) (3. attēls). Neodīms un prazeodīms palielina magnētisko stiprību, bet disprozijs un terbijs uzlabo izturību pret demagnetizāciju, it īpaši augstā temperatūrā.

Nepieciešams arī bors (B), ko iegūst no borātiem, un dzelzs (Fe); B ir KIV, bet Fe, kas pats nav KIV, iegūst, reducējot ar koksu, kurš ir KIV sarakstā. NdFeB ir svarīga nozīme lietojumos, kur nepieciešama augsta veiktspēja un efektivitāte, kā arī mazi izmēri. Faktiski NdFeB magnētam ir visaugstākais enerģijas blīvums starp pastāvīgajiem magnētiem, tāpēc tas ir visizvēlētākais materiāls augstas veiktspējas lietojumos, kur galvenās prasības ir izmērs un svars. NdFeB magnētu īpašības izriet no unikālās kombinācijas, ko veido 3d pārejas elementu (piemēram, dzelzs) augstie magnētiskie momenti ar retzemju 4f elektronu konfigurāciju. Pamatojoties uz šīm priekšrocībām, lielākā daļa Nd, prazeodīma (Pr) un Dy produkcijas nonāk pastāvīgo magnētu nozarē. Šie magnēti ir nepieciešami rotoriem, lai nodrošinātu darbības efektivitāti, kas ļauj saražot vairākus megavatus no vienas turbīnas (4. attēls). Vēja turbīnu gada pieprasījums pēc materiāliem palielināsies no 2 līdz 15 reizēm atkarībā no materiāla un scenārija.



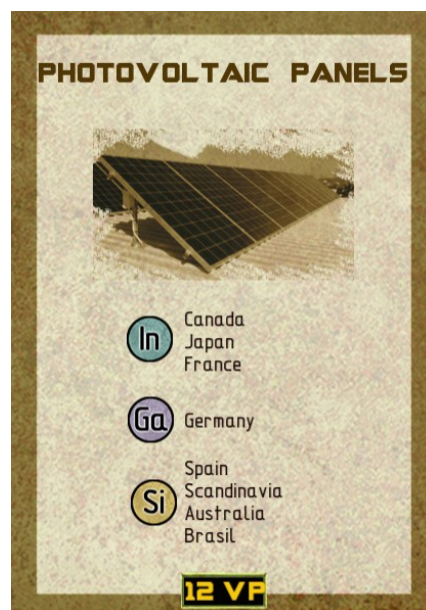
4. attēls. Vienai vēja turbīnai nepieciešamo izejvielu daudzums un veids.

Skolotāja kartīte

Pašlaik RZE ražošanā dominē Ķīnas Tautas Republika, kas jau vairākus gadu desmitus ražo lielāko daļu pasaules RZE. RZE ne vienmēr bijusi kritiski svarīga, un par tiem netika izrādīta liela interese līdz 20. gadsimta 60. gadiem, kad šos elementus sāka izmantot pirmajos tehnoloģiskajos lietojumos. Īpaši krāsaino televizoru attīstība, kuros kā luminofors bija nepieciešams eiropijs (Eu), bija par iemeslu pieaugošam RZE pieprasījumam kalnrūpniecībā visā pasaulē. Ievērojamu RZE resursu atklāšana Bayan Obo atradnē Iekšējā Mongolijā ir novirzījusi lielāko daļu pasaules ražošanas uz Ķīnu un radījusi RZE ražošanas monopolu.

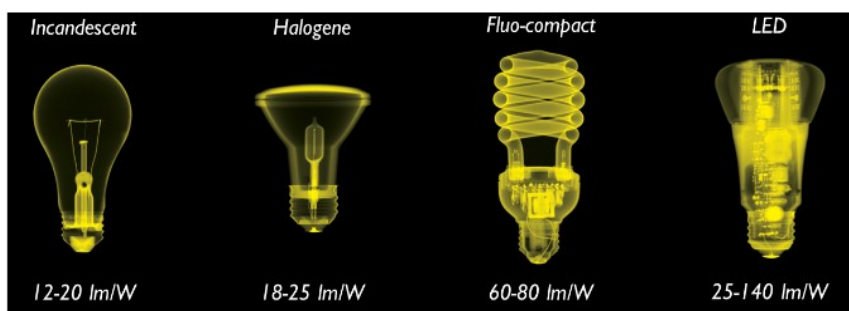
Saules fotoelementi

Saules fotoelementu paneļiem nepieciešams silīcijs (Si) ar ļoti augstu tīrības pakāpi (99,9999% vai augstāku). Lai gan Si ir otrs izplatītākais elements Zemes garozā (28%) aiz skābekļa (46%), tā reducēšanai un attīrīšanai līdz elektroniskai kvalitātei ir nepieciešami ļoti energoietilpīgi procesi un bīstamas rūpnīcas, kas padara tā ražošanu ērtu ārpus ES, tāpēc tas ir iekļauts KIV sarakstā. Alternatīvas Si bāzes fotoelementiem ir kadmija (Cd), ģermānija (Ge), gallija (Ga), telūra (Te) un selēna (Se) tehnoloģijas, dažas no tām arī ir KIV (5. attēls). Jāatzīmē, ka vairāki no šiem elementiem ir toksiski un rada bažas ražošanas un pārstrādes laikā. Turklāt katrai saules paneļu tehnoloģijai ir nepieciešama Indija alvas oksīda (ITO) loksne, tāpat kā visiem plakanajiem ekrāniem, kas ir vienīgais reāli pieejamais elektrovadošais un caurspīdīgais materiāls: Indijs (In) ir vēl viena KIV. Attiecībā uz vairākiem no šiem elementiem prognozētais globālais pieprasījums, kas saistīts ar saules fotoelementu masveida attīstību, ievērojami pārsniedz pašreizējo ražošanu, un pāreja uz atjaunojamajiem energoresursiem var aizkavēties.



Apgaismojums

Energoefektīvās kompaktās luminiscences spuldzes (CFL) ir palielinājušas apgaismojuma efektivitāti visā pasaulē, aizstājot kvēlspuldzes ar volframa (W) kvēldiegu, ko 1879. gadā patentēja Tomass Edisons pēc simtiem dažādu prototipu testēšanas (6. attēls).



Tungsten
Glass,...

Tungsten
Iodine, Bromine, ...
Glass,...

Tungsten
Mercury, Rare Earths, ... Glass,
Plastics,...

Gallium
Indium, Cerium, Yttrium,
...

Skolotāja kartīte

Kvēlspuldzes ar W kvēldiegu bija neefektīvas, jo ievērojams enerģijas daudzums tika zaudēts ar siltumu un tikai aptuveni 5% no nodrošinātās jaudas tika pārvērsti gaismā. No otras puses, CFL aptuveni 25% no piegādātās elektroenerģijas pārvērš gaismā. Tāpēc CFL ir daudz efektīvākas, nekā parastās spuldzes (6. attēls). Tomēr W vietā, kas ir KIV, CFL ražošanā ir nepieciešamas citas KIV: retzemju elementi, it īpaši eiropijs (Eu) un terbijs (Tb). Aizliegums izmantot W kvēlspuldzes pēdējos gados palielināja pieprasījumu pēc RZE. Galvenais CFL trūkums ir dzīvsudrabs (Hg) – bīstama viela, kas rada piesārņojumu, ja netiek pienācīgi pārstrādāta. Pašlaik īpašās rūpnīcās, kas paredzētas CFL otrreizējai pārstrādei, tiek reģenerēts varš (Cu), alumīnijs (Al), stikls un RZE pulveri, taču pēdējā minētā elementa cena ir augstāka, nekā primārā RZE cena. Jaunākās paaudzes apgaismojuma pamatā ir gaismas diodes (LED). Tā ir enerģiju taupoša un vīdei draudzīga tehnoloģija: konversijas efektivitāte un kalpošanas laiks ir gandrīz divreiz lielāki nekā CFL, turklāt tās nesatur dzīvsudrabu. Šīs jaunās efektīvās tehnoloģijas izstrādē izšķiroša loma bija zinātnei, par ko liecina 2014. gadā piešķirtā Nobela prēmija fizikā. Tomēr, ieviešot LED tehnoloģiju, palielinājās pieprasījums pēc vairākām KIV, un papildus CFL jau izmantotajiem eiropijam (Eu) un terbijam (Tb) LED lietojumos tiek izmantots itrijs (Y), gadolīnijs (Ga), ģermānijs (Ge) un indijs (In) (7. attēls). Ir svarīgi norādīt, ka nākotnes ražojumiem būs jābūt optimizētiem ne tikai attiecībā uz to funkcionalitāti, bet arī uz to ražošanā izmantoto resursu ilgtspējīgu pieejamību un pārstrādājamību.



Ķīmikālijas un mēslojums

Arī ķīmiskā rūpniecība ir ļoti atkarīga no platīna grupas elementiem (PGE), kurus izmanto kā katalizatorus daudzos ķīmiskos procesos. Vairāku ķīmisko vielu ražošana Eiropā ir atkarīga no citām KIV, piemēram, fosfātu iežiem, fosfora, fluoršpata un Si. Pasaules fosfātu iežu tirdzniecība veido aptuveni 75 miljonus tonnu gadā (novērtēts kā P_2O_5), bet ES pieprasījums ir 2,1 miljons tonnu gadā, no kurām lielākā daļa jeb 84% tiek importēta no Marokas. Tikai 17% fosfātu iegūst no atjaunojamiem avotiem, piemēram, dzīvnieku dūņām un kūtsmēsliem, pārtikas atlikumiem un notekūdeņiem. Galvenais fosfātu iežu izmantošanas veids ir mēslojuma ražošana (8. attēls), kam seko lopbarība, mazgāšanas līdzekļi un fosforskābe. Bez fosfātu mēslojuma kultūraugu raža uz vienu platības vienību krasi samazināsies. 1,2 miljoni tonnu ir fosfātu ieži, kas pārvērsti elementārā fosforā (novērtēts kā P4) un paredzēti ķīmijas un ieroču rūpniecībai.



Skolotāja kartīte

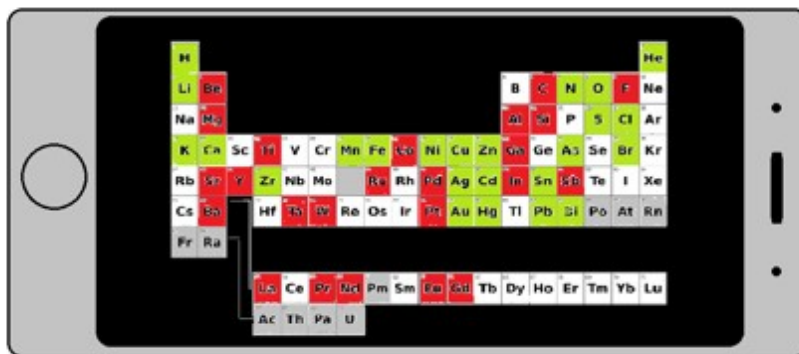
Citi piemēri KIV izmantošanai ir uzskaitīti turpmāk.

- **Si** metālu, kuru tīrības pakāpe ir zemāka nekā elektronikā, pievieno izkausētam **Al**, lai uzlabotu sakausējumu mehāniskās īpašības, to var pārvērst arī silikonus, lai ražotu hermētiķus, līmes, smērvielas un virsmaktīvās vielas konstrukcijām un rūpniecībai;
- antipirēni satur antimona trioksīdu (Sb_2O_3), savukārt svina/skābes akumulatoru elektrodi satur metālisko antimonu (**Sb**), lai samazinātu ūdeņraža izdalīšanos uzlādes procesā;
- puse no dabiskā grafitā produkcijas ir paredzēta ugunsizturīgo materiālu ražošanai tērauda rūpniecībā, bet aptuveni 20% – virsmas apstrādei un tērauda pārkausēšanai, pieprasījums pēc anodiem litija bateriju ražošanā veido 8% un 5% dabiskā grafitā, kas tiek izmantots kā sastāvdaļa smērvielām, zīmuļiem un elektronikai, veidojot tikai nelielu daļu no tā izmantošanas veidiem.

Viedtālruni

Viedtālrunis var saturēt vairāk nekā pusi dabisko ķīmisko elementu (Error: Reference source not found), lielākā daļa no tiem ir KIV, citi ir dārgmetāli. Viedtālrunis satur aptuveni 306 mg sudraba (**Ag**) un 30 mg zelta (**Au**)!

Dažas tālruna korpusa un akumulatora daļas var būt izgatavotas no **Al**, metāla, ko iegūst no boksīta, bet akumulatora pozitīvajos elektrodos ir arī aptuveni 6 g kobalta (**Co**), bet negatīvajos elektrodos un elektrolītā – litija (**Li**).



9. attēls. Viedtālrunī izmantotie ķīmiskie elementi: KIV ir sarkanā krāsā, nekritiskās izejvielas – zaļā.

Jebkura ekrāna, tostarp plakanā ekrāna, aizmugurējā puse ir pārklāta ar plānu ITO slāni, kas šobrīd ir vienīgais šim mērķim tehnoloģiski pieejamais vadošais materiāls, bet ekrāna krāsainā pigmenta pamatā ir RZE. No otras puses, augstas tīrības pakāpes **Si** ir integrēto mikroshēmu bāze, nodrošinot silīcija dioksīda stiklam lauztspēju, kas nepieciešama mazai lēcai. **Nd** ir galvenā supermagnētu sastāvdaļa, kas ļāva palielināt skaļruņu un mikrofonu miniaturizāciju, savukārt tantals (**Ta**) veido augstas veiktspējas kondensatorus.

Skolotāja kartīte

Elektriskie un hibrīdautomobiļi

Arī elektriskajiem un hibrīdautomobiļiem (10. attēls) ¹ nepieciešams liels skaits KIV komponentu sensoros, elektromotoru un ģeneratoru, šķidro kristālu displeju (LCD), stiklu, spoguļu un termiskā dzinēja katalītiskā pārveidotāja sastāvā. Katalizatori satur platīna grupas elementus [PGE, platīns (Pt), rodijs, irīdijs (Rh), rutēnijs (Ru), osmijs (Os) un pallādijs (Pd)], tie kļūva obligāti aroņdesmitajos gados, lai samazinātu transportlīdzekļu radīto gaisa piesārņojumu [tolaik degvielai tika pievienots svins (Pb) kā antidetonējošs elements, bet degvielām bez Pb tā vietā ir nepieciešami aromātiskie ogleņdeņraži, kuru nepareiza sadegšana var radīt bīstamas vielas]. Pēc pārejas uz „katalītiskajiem” automobiļiem Pb, oglekļa monoksīda un nesadedgušo ogleņdeņražu koncentrācija gaisā krasi samazinājās, bet PGE pieprasījums palielinājās.

Hibrīdautomobiļu un elektromobiļu attīstība ir izaicinājums, lai vēl vairāk samazinātu gaisa piesārņojumu un oglekļa dioksīda emisijas. Jaunās akumulatoru tehnoloģijas ir balstītas uz Li, kas ir vieglākais metāls un metāls ar augstāko elektrisko potenciālu. Taču Li nav vienīgā KIV šāda veida akumulatoros, patiesībā pozitīvais elektrods satur kobaltu (Co). Šī tehnoloģija šobrīd nodrošina akumulatorus ar enerģijas blīvumu, kas ļauj automobiļiem ar vienu uzlādi nobraukt no 250 līdz 500 km.

Pašreizējais Li un Co, kā arī pārējo divu pozitīvo elektrodu metālu – niķeļa (Ni) un mangāna (Mn) – ražošanas līmenis pasaulē nav pietiekams, lai apmierinātu akumulatoru ražošanas pieprasījumu nākotnē.



10. attēls. Automobiļos izmantotie energoietilpīgie elementi.

¹ <https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-projects/science/cmlrare-earth-supply-chain-and-industrial-ecosystem-a-material-flow-assessment-of-european-union>

Skolotāja kartīte

Viņi radīja atkārtoti uzlādējamu pasauli

2019. gada Nobela prēmija ķīmijā piešķirta par litija jonu akumulatora izstrādi.

2019. gada Nobela prēmiju ķīmijā piešķir Džonam B. Gudenofam, M. Stenlijam Vitingemam un Akirai Jošino par ieguldījumu litija jonu akumulatora izstrādē. Šī uzlādējamā baterija lika pamatus bezvadu elektronikai, piemēram, mobilajiem tālrušiem un klēpj datoriem. To izmanto visdažādākajos veidos, sākot ar elektrisko automobiļu darbināšanu un beidzot ar saules un vēja enerģijas uzkrāšanu, tādējādi radot iespēju veidot sabiedrību bez fosilā kurināmā.

Mācīšanās rezultāti

Līdz nodarbības beigām skolēni:

- Zinās, kas ir kritiski svarīgās izejvielas, kā arī iemeslus, kāpēc tās ir kritiski svarīgas ES ekonomikā.
- Spēs izprast kritisko izejvielu sadalījumu pasaulē.
- Pārzināt galvenos kritisko izejvielu izmantošanas veidus un pielietojumus
- Apzināties, cik svarīga ir piekļuve kritiskajām izejvielām ikdienas ierīču ražošanā

Galveno kompetenču Eiropas ietvars

Daudzvalodu kompetence
S1. Spēja saprast un interpretēt jēdzienus, sajūtas, faktus vai viedokļus mutiski un rakstiski.
S5. Vārdu krājuma, gramatikas un valodas zināšanas.
Matemātiskā kompetence un kompetence dabaszinātnēs, tehnoloģijās un inženierzinātnēs
S4. Gatavība risināt jaunas problēmas no jaunām jomām.
S5. Kvantitatīvās domāšanas spējas.
Digitālā kompetence
S2. IKT pamatprasmes.
Personīgā, sociālā un mācīšanās mācīties kompetence
S2. Identificēt pieejamās iespējas.
Pilsoniskā kompetence
S1. Spēja efektīvi mijiedarboties ar citiem cilvēkiem.

Skolotāja kartīte

S2. Spēja pielāgoties mainīgajai situācijai, būt elastīgam un strādāt spiediena apstākļos.
Kultūras izpratne un izteiksmes prasmes
S1. Spēja pārvērst ideju rīcībā.
S3. Spēja plānot un pārvaldīt uzdevumus.
S4. Neatkarība, motivācija un apņēmība.

Apvienoto Nāciju Organizācijas ilgtspējīgas attīstības mērķi

 1 NO POVERTY	 2 ZERO HUNGER	Enable access to basic services	 10 REDUCED INEQUALITIES	Equal access to global expertise
 3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING		Safe medical devices	 11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES	Sustainable urbanization
 4 QUALITY EDUCATION		Access to education	 12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION	Responsible consumption and production
 5 GENDER EQUALITY		Less hardship, more opportunities	 13 CLIMATE ACTION	Strengthen resilience, reduce disaster impact
 6 CLEAN WATER AND SANITATION		Safe and affordable water	 14 LIFE BELOW WATER	Reduce marine pollution
 7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY		Energy – the golden thread	 15 LIFE ON LAND	Sustainable use of terrestrial ecosystems
 8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH		Safety of workers and economic growth	 16 PEACE, JUSTICE AND STRONG INSTITUTIONS	Promote peaceful and inclusive societies
 9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE		Resilient infrastructure and sustainable industrialization	 17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS	Better access to technology and innovation

Skolotāja kartīte

Saturs

RAWsiko – DV darbība norisinās iedomātā nākotnes pasaulē, kur galvenais kritisko IV ražotājs nolemj pārtraukt eksportu uz pārējo planētas daļu, un tāpēc sākas „IV drudzis”. Šobrīd Ķīna nodrošina 70% no to globālajām piegādēm un 62% no piegādēm ES (piemēram, retzemju elementi, magnijs, antimons, dabiskais grafitis utt.). Spēlētājiem ir jāizpilda daži kritisko IV saraksti, kas ir dažādu ierīču, kuras viņiem ir jākonstruē, galvenās sastāvdaļas. Lai pārņemtu kontroli pār šiem IV avotiem, spēlētājiem ir jāpārvieta savas „kalnrūpniecības iekārtas” dažādās pasaules vietās un, ja kādu teritoriju jau izmanto cits spēlētājs, jāatņem tam tiesības nodarboties ar kalnrūpniecību.

Izvēlēto kritisko izejvielu galveno avotu atrašanās vieta atspoguļo reālās galvenās šo derīgo izrakteņu raktuves, savukārt mērķa kartītēs norādītie elementi atspoguļo vissvarīgākās izejvielas šīs tehnoloģijas ražošanai. Spēles karte vienkāršotā veidā atveido IV reālo ģeogrāfisko izvietojumu, jo tā tika veidota, pamatojoties uz galveno IV izvietojuma karti, ko sniedza Zviedrijas Ģeoloģijas dienests, projekta RM@Schools partneris (11. attēls – Valstis, kas veido lielāko daļu no globālās KIV piegādes (Ladenberger A.; et al. Identification and quantification of secondary CRM resources in Europe – Technical report SCREEN – Contract Number: 730227 – Solutions for CRITICAL Raw materials)).



Faktiski dažu izejvielu nevienmērīga izplatība visā pasaulē ir viens no iemesliem, kāpēc materiāls kļūst kritisks. Piegādes risku nosaka arī ģeopolitiskās robežas. Tāpēc resursi var koncentrēties atsevišķās valstīs vai pasaules reģionos. Tas var radīt monopolu un iespējamus piegādes ierobežojumus vides vai reģionālo politisko faktoru dēļ. Daudzi no Zemes izejvielu resursiem (piemēram, Cu, Pb, Zn) ir izvietoti visā pasaulē, tāpēc kritiskums var neiestāties. Tiem, kuri nav vienmērīgi sadalīti, pastāv nepietiekamu un traucētu piegāžu risks.

Skolotāja kartīte

Aktivitāte

Pārskats

„RAWsiko – Izejvielas mums apkārt” ir digitāla spēle. Tā tiek spēlēta, izdarot gājienus, kā arī tai nav laika ierobežojuma, tāpēc, lai to pilnvērtīgi spēlētu, nav nepieciešamas īpašas iemaņas videospēļu spēlēšanā. Katrā spēlē piedalās no 3 līdz 5 spēlētājiem. Ir iespējams spēlēt lokāli vienā ierīcē (spēlētāji pārmaiņus kontrolē spēles laukumu) vai tiešsaistē no dažādām ierīcēm (katrs spēlētājs pieslēdzas internetam ar savu datoru/viedtālruni/planšeti).

Pašlaik spēle ir pieejama angļu un itāļu valodā, taču laika gaitā tiks pievienotas vēl citas valodas.

Piekluve spēlei

RAWsiko ir pieejama trīs dažādās platformās: pārlūkprogrammā, *Windows* un *Android* operētājsistēmās. Spēle ir ne tikai identiska visās platformās (izņemot dažas nelielas saskarnes atšķirības), bet arī cilvēki no dažādām platformām var spēlēt kopā tiešsaistē.

Visas RAWsiko versijas ir uzskaitītas un pieejamas šajā tīmekļa vietnē: <https://arraise.com/rawsiko/>. Tā kā spēle ik pa laikam tiek labota un uzlabota, ja plānojat izmantot *Windows* vai *Android* versiju, ir vēlams regulāri pārbaudīt tīmekļa vietni, lai uzzinātu, vai lejupielādei nav pieejama jaunāka spēles versija.

TIEŠSAISTES (PĀRLŪKPROGRAMMAS) VERSIJA

Šī ir vispieejamākā un tūlītēji lietojamā versija. Tai iespējams piekļūt neatkarīgi no operētājsistēmas (*Windows*, *macOS*, *Linux* utt.), un tā vienmēr iekļaus jaunāko versiju bez jebkādas nepieciešamās darbības no jūsu puses. Ja jūsu ierīcē tā darbojas pareizi, iesakām to izmantot. Saiti, lai piekļūtu spēlei, kā arī atbalstīto pārlūkprogrammu sarakstu skatiet vietnē <https://arraise.com/rawsiko/>.

WINDOWS VERSIJA

Šī versija darbojas datoros ar 64 bitu *Windows* operētājsistēmu (*Windows 10* tiek pilnībā atbalstīta, *Windows 7* un *8* vajadzētu joprojām darboties, bet vecākas operētājsistēmas netiek rūpīgi testētas). Lai spēlētu šo versiju, jums būs jādodas uz vietni <https://arraise.com/rawsiko/> un jāseko norādījumiem, lai datorā lejupielādētu un lietotu spēles klientu (programmu, kas nodrošina spēles darbību).

ANDROID VERSIJA

Šī spēles versija darbosies jebkurā viedtālrunī vai planšetdatorā ar *Android 4.4* vai jaunāku versiju. Spēlei vajadzētu būt pieejamai *Google Play* veikalā kā parastai lietotnei 2021. gadā, tāpēc pārbaudiet, vai to tur redzat. Ja spēle vēl nav pieejama *Play Store* veikalā, apmeklējiet vietni <https://arraise.com/rawsiko/> un sekojiet norādījumiem, lai manuāli lejupielādētu un instalētu spēli savā ierīcē.

Spēles sesijas organizēšana

LOKĀLA SPĒLE

Skolotāja kartīte

Ja pie viena datora vai viedtālruna atrodas vairāk cilvēku, uzsākt spēli ir ļoti vienkārši. Vispirms izvēlnē „Iestatījumi” (*Settings*) pārbaudiet, vai izvēles noteikumi un spēles ilgums ir iestatīti atbilstoši jūsu vēlmēm.

Kad tas ir izdarīts, atveriet „Spēles veids” (*Matchmaking*), pārliecinieties, ka „Lokāli” (*Local*) kreisajā augšējā stūrī ir iezīmēts zaļā krāsā, ļaujiet katram spēlētājam izvēlēties avatāru/personu no zemāk redzamā saraksta un pēc tam sāciet spēli, nospiežot uz zaļās pogas apakšā.

Kad spēle sāksies, panelī kreisajā augšējā stūrī redzēsiet, kurš spēlētājs pašlaik spēlē. Ļaujiet šim spēlētājam pabeigt savu gājienu, tad nododiet ierīces vadību nākamajam spēlētājam utt.

TIEŠSAISTES SPĒLE

Kā jau tika minēts iepriekš, spēle darbosies identiski neatkarīgi no jūsu izvēlētās versijas, un visas versijas iespējams spēlēt kopā tiešsaistē. Tāpēc neuztraucieties, ja dažādiem cilvēkiem ir izdevies piekļūt spēlei, izmantojot dažādas versijas.

Pēc tam, kad katrs spēlētājs ir aizpildījis savu profilu izvēlnē „Iestatījumi” un spēlētājs izveidotājs (*host*) ir iestatījis spēles parametrus un ilgumu, ļaujiet viņam izveidot spēles istabu, kurā pievienosies visi spēlētāji. Dodieties uz „Spēles veids” un augšpusē izvēlieties „Tiešsaiste” (*Online*). Ja spēlētājs ir pieslēgts internetam un serveri darbojas pareizi, zem virsraksta „Spēles serveris” (*Game Server*) jāparādās uzrakstam „Savienots un gatavs” (*Connected and Ready*). Ļaujiet spēlētājam ierakstīt istabas nosaukumu, kuru viņš vēlas izveidot (der jebkurš nosaukums, tas ir tikai tādēļ, lai to atšķirtu no citām istabām, kuros tiek spēlēta spēle), pēc tam nospiediet oranžo „+” pogu zemāk.

Ja viss ir izdarīts pareizi, spēles izveidotājam logā labajā pusē vajadzētu redzēt savu profila nosaukumu, bet visiem pārējiem spēlētājiem vajadzētu redzēt istabas nosaukumu nolaižamajā sarakstā „Istabas” (*Lobby*). To izvēloties, tie tiks pievienoti istabai. Kad visi spēlētāji ir pievienojušies istabai, spēlētājs izveidotājs var sākt spēli, nospiežot zaļo pogu kreisajā apakšējā stūrī.

1. Pielikums – Lietošanas rokasgrāmata

Šī pati rokasgrāmata ir pieejama lejupielādei spēles vietnē <https://arraise.com/rawsiko/>. Atcerieties, ka laika gaitā rokasgrāmata var tikt nedaudz atjaunināta, un tā būs pieejama vairākās valodās, tāpēc, lūdzu, skatiet galvenokārt spēles tīmekļa vietni.

Mācīšanās process

1. solis – Ilgums un aktivitāte: 30 min – Skolotājs sniedz īsu ievadu par KIV un to nozīmi pārējā uz ekonomiku ar zemu oglekļa dioksīda emisiju līmeni.

2. solis – Ilgums un aktivitāte: 20 min – skolēni tiek sadalīti grupās (ne vairāk kā 5 skolēni katrā grupā) un izlasīta pamācība, lai saprastu, kā spēlēt (un galu galā lejupielādēt videospēli).

3. solis – Ilgums un aktivitāte: 40 min – Spēlējiet videospēli

Skolotāja kartīte

4. solis – Ilgums un aktivitāte: 15 min – Vērtēšanas tests. Vērtēšanas testā pavadītais laiks ir atkarīgs no ievadīto jautājumu skaita.

Vērtēšana

Iespējamie jautājumi dažu galveno jēdzienu apguves novērtēšanai:



1. Kas ir KIV?
2. Kādēļ KIV ir tik svarīgas?
3. Kādēļ kāda izejviela kļūst „kritiska”?
4. Kur mēs varam atrast KIV?
5. Norādiet vismaz trīs KIV izmantošanas veidus

Apliecinājums

CNR pateicas *Liceo „Niccolò Copernico”* Boloņā (Itālija) un *Istituto di Istruzione Superiore „Maria Montessori – Leonardo da Vinci”* Porretta Termē (Itālija) par vērtīgo sadarbību šīs spēles izstrādē un testēšanā.



Tāpat CNR pateicas uzņēmumam *ARraise s.r.l.*, Milāna, Itālija, par spēles digitālās versijas izstrādi.

