

## Teacher's Card



# Index

Általános bevezetés.....	2
Bővített háttérinformációk.....	3
Tanulmányi célok.....	11
Key Competence European Framework.....	11
Az ENSZ fenntartható fejlődési céljai.....	12
Tartalom.....	13
Foglalkozás.....	14
Tanulási útvonal.....	16
Felmérés.....	16
Köszönet nyilvánítás.....	16

## Teacher's Card

### Általános bevezetés:

A "RAWsiko" – Anyagok körülöttünk" – Digitális Verzió (RAWsiko – DV) egy olyan edukációs játék, melynek célja, hogy digitálisan és szórakoztató módon növelje a tinédzserek tudatosságát a kritikus nyersanyagok földrajzi helyzetéről a világban, a modern technológiákban történő felhasználásukról, és arról, hogy miért kulcsfontosságú hozzáférésük. A nyersanyagok rendkívül fontos szerepet játszanak a Fenntartható Fejlődésről szóló Irányelv megvalósításában, amely 2030-ig esedékes. Ezen kívül kulcs szerepet játszanak a COP21-ben és több ENSZ által megfogalmazott fenntartható fejlődési cél elérésében egyaránt. Ennek oka, hogy a nyersanyagok elengedhetetlenek a környezetbarát zöld energiájú technológiák létrehozásához, a fenntartható fogyasztás biztosításához, valamint a tiszta és hatékony fogyasztói technológiák megalkotásához. Európa napjainkban nagymértékben függ a nyersanyagimporttól, hogy biztosítani tudja a különböző iparágak globális versenyképességét és meggyorsítsa a fenntartható fejlődésre történő átállást. Ezért stratégiai fontosságú, hogy a technológiák terén előrelépéseket érjünk el a természettudományok, a mérnöki tudományok és a gazdasági tudományok fejlődésével együtt, hogy innovatív megoldások születhessenek.

A RAWsiko – DV egy utópisztikus fantázia világban játszódik, ahol a kritikus nyersanyagok (továbbiakban CRM – Critical Raw Materials) fő kitermelője úgy dönt, hogy leállítja az exportot a bolygó többi részére és ezért "RM rush" kezdődik. A játékosoknak különböző eszközöket kell megépíteniük oly módon, hogy össze kell gyűjteniük a játék során az ehhez szükséges CRM-et, amelyek elengedhetetlenek azok gyártásához. Így a játékosok megtapasztalhatják a nyersanyagellátás összetettségét, amely a mindennapi használati tárgyaink (például síkképernyők, fénycsövek, és megújuló energiákra való átálláshoz szükséges eszközök, mint napelemek és szél turbinák) gyártása mögött állnak. A diákok játszhatnak közösen csoportban, szervezett, osztályon belüli foglalkozásokon vagy akár saját szabadidejükben is családtagjaikkal, barátaikkal.

### Kulcs szavak:

*Nyersanyagok; Ásványi anyagok kitermelése; Erőforráspolitikai; Fenntartható fejlődés; Nyersanyag-használat*

### A játék letöltése és/vagy online elérése:

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

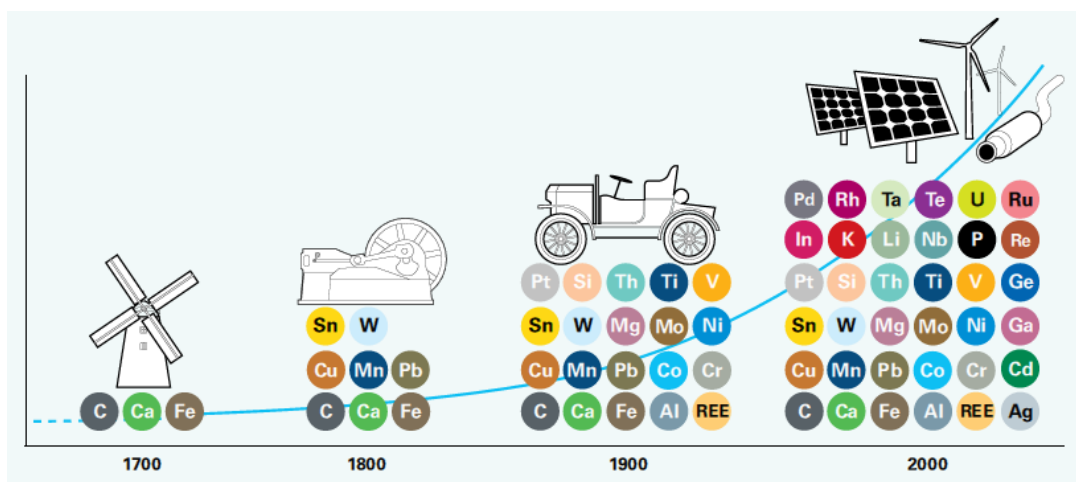
## Teacher's Card

### Bővített háttér információk

A "RAWsiko - DV" olyan oktatójáték, amely a közel jövőben jelentős problémát okozó nyersanyag hiányra hívja fel a figyelmet, ezek a nyersanyagok a nem megújuló erőforrások csoportjába tartoznak (például: számos fém és ásványi anyag, szén, kőolaj, földgáz, nemfém ásványok), így különösen fontos, hogy tudjuk őket okosan használni és esetenként lecserélni megújuló erőforrásra.

#### A nyersanyagok kritikussága (RM-ek)

Az emberiség történelmében minden technológiai fejlődés egyre nagyobb mennyiségű és fajtájú fémek felhasználását eredményezte. Az utolsó ugrás e tekintetben az elmúlt évezred végén történt az elektronika miniaturizálásával és a megújuló energiák kihasználásához épített új eszközökkel. A nyersanyagok (RM-ek) alapvető fontosságúak az úgynevezett zöld technológiákra történő átálláshoz és a fenntartható fejlődés biztosításához, valamint a hatékony fogyasztói technológiák eléréséhez. A felgyorsuló technológiai innováció, a világ népességének és gazdaságának növekedése számos nyersanyag iránt növekvő keresletet eredményez.



1. ábra: A technológiai fejlődés által igényelt fémek változása időben

Európa nagymértékben függ a nyersanyagimporttól, hogy biztosítani tudja a különböző iparágak globális versenyképességét és meggyorsítsa fenntartható fejlődés kialakítását. A jelenlegi tendencia mellett a közel jövőben számos fém már nem lesz elérhető számunkra. Következésképpen az elsődleges és másodlagos forrásokból származó nyersanyagok feldolgozása és felhasználása (anyagok visszanyerése hulladékokból), új bio fenntartható anyagok kifejlesztése, valamint a termékek és anyagok gazdaságban való minél hosszabb ideig történő megtartása, a hulladék minden szakaszban történő minimalizálásával elengedhetetlen (azaz az újrafelhasználásnak, javításnak, felújításnak, újrafeldolgozásnak és újrahasznosításnak).

## Teacher's Card

köszönhetően, körkörös gazdaság).

1	Remaining years until depletion of known reserves (based on current rate of extraction)																2				
H																	He				
1.00794																	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	14.00674	15.9994	18.99840	20.1797
11	12															13	14	15	16	17	18
Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar
22.98977	24.3050															26.98153	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	65.39	69.723	72.61	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	88.905	91.224	92.90638	95.94	(98)	101.07	102.9055	106.42	107.8682	112.411	114.818	118.710	121.757	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 *	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn				
132.9054	137.327	138.9055	178.49	180.9479	186.207	183.84	190.23	192.22	195.078	196.9665	200.59	204.3833	207.2	208.9804	(209)	(210)	(222)				
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104				
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)	(266)	(271)	(272)	(285)	(284)	(289)	(288)	(292)	(292)	(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	(145)	150.36	151.964	157.25	158.9253	158.9253	162.50	164.9303	167.26	168.9342	173.04	174.967						
Actinides ‡		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	231.0382	(238.0289)	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)						

2. **ábra:** A fémek kimerüléséig hátralévő várható időtartam (from A.J. Hunt, A.S. Matharu, A.H. King, J.H. Clark, *Green Chem.*, 2015, 17, 1949-1950).

Az Európai Unió (EU) a nyersanyagok nagy részét importálja, ezért a Bizottság 2008 óta háromévente értékeli, hogy melyek azok a nyersanyagok, amelyek az európai gazdaság számára nélkülözhetetlenek és ellátási kockázatot jelentenek, és **kritikus nyersanyagokként** (CRM) szerepelnek a listán. A 2020-as felülvizsgálat során 30 CRM-et soroltak fel (1. táblázat). A **CRM-ek** tehát azok a nyersanyagok, amelyek **gazdaságilag és stratégiaileg fontosak az európai gazdaság számára**, de **magas kockázattal jár az ellátásuk**. E CRM-ek nagy része egyes kémiai elemek vagy azok ásványai, némelyikük fémek csoportja, összességében a CRM-ek 46 kémiai elemet képviselnek, ami a természetes elemek felét jelenti. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a RAWsiko játék nem tükrözi tökéletesen a legutóbbi EU jelentésben szereplő anyagokat, egyrészt azért, mert a játék elkészítése megelőzte a lista megjelenését, másrészt pedig azért, mert a játékmenet miatt az akkor elérhető legutóbbi jelentésben szereplő anyagok közül néhányat kihagytunk a játékból.

### Miért válik egy anyag "kritikussá"?

Egy nyersanyagellátás többféle okból is veszélybe kerülhet. Ezek lehetnek geológiai, környezeti, gazdasági vagy szociopolitika okok:

1. **Az erőforrások egy vagy nagyon kevés országban találhatók:** Az ellátási kockázat elsősorban abból adódik, hogy egyes nyersanyagok szabálytalanul oszlanak el a bolygón, és ezt a geopolitikai határok határozzák meg. Emiatt az erőforrások a Föld egyes országaiban vagy régióiban koncentrálódhatnak. Ez



## Teacher's Card

monopóliumot és a környezeti vagy regionális politikai tényezők miatti esetleges ellátási korlátozásokat eredményezhet.

2. **Alacsony előfordulási gyakoriság a földkéregben**
3. **Nem lehet helyettesíteni egy vagy több technológiában:** Ha nincs megfelelő helyettesítő anyag, akkor az anyag kritikus lesz
4. **Veszélyes kitermelés és/vagy kockázat a környezetre:** a kitermelési folyamat nehéz vagy környezetvédelmi szempontból ártalmas
5. **Szociopolitikai:** A környezetre gyakorolt hatás mellett az emberek jólétét is figyelembe kell venni. Azokon a területeken, ahol a kitermelés szabályozás alatt áll, emberjogi visszaéléseket, gyerekmunkát, és a munkások számára megfelelő egészségügyi körülmények és biztonsági feltételek hiánya tapasztalható (ezek az úgy nevezett "konfliktus ásványok", mint például kobalt, volfrám, tantál).

### 1. Táblázat. 2020-as lista a CRM-ről

Antimony (Sb)	Germanium (Ge)	Platinum Group Metals (PGMs)*
Baryte (BaSO <sub>4</sub> )	Hafnium (Hf)	Phosphate rocks (P anions salts)
Bauxite (ore 40% Al)	Heavy Rare Earth Elements (HREEs) <sup>#</sup>	Phosphorus (P)
Beryllium (Be)	Lithium (Li)	Scandium (Sc)
Bismuth (Bi)	Light Rare Earth Elements (LREEs) <sup>°</sup>	Silicon metal (Si)
Borate (B anion salts)	Indium (In)	Strontium (Sr)
Cobalt (Co)	Magnesium (Mg)	Tantalum (Ta)
Coking Coal (mainly C)	Natural Graphite (C)	Titanium (Ti)
Fluorspar (CaF <sub>2</sub> )	Natural Rubber (C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> ) <sub>x</sub>	Tungsten (W)
Gallium (Ga)	Niobium (Nb)	Vanadium (V)

\*PGMs: Ruthenium (Ru), Rhodium (Rh), Palladium (Pd), Osmium (Os), Iridium (Ir), and Platinum (Pt).

<sup>#</sup>HREEs: Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysprosium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yt), and Lutetium (Lu).

<sup>°</sup>LREEs: Scandium (Sc), Yttrium (Y), Lanthanum (La), Cerium (Ce), Praseodymium (Pr), Neodymium (Nd), Promethium (Pm), and Samarium (Sm).

### Hol használnak kritikus nyersanyagokat?

A "RAWsiko – Anyagok körülöttünk" célja, hogy megmutassa a játékosoknak, hol vannak a CRM-ek fő lelőhelyei, de azt is, hogy milyen mindennapi használati tárgyaink fő alkotó elemei. A résztvevők saját bőrükön tapasztalhatják meg a játék közben, hogy mennyire fontos a modern ipar számára a biztonságos nyersanyagellátás.

Amikor a játékos megkapja a feladatot három CRM-lista formájában, egy ikonra kattintva kinyithat egy ablakot (példa az objektív kártyán a jobb oldali ábrán), ahol az anyagok az őket tartalmazó tárgyakhoz kapcsolódnak (szórakoztató elektronika, műtrágya, szélturbina, távcső, LED-lámpa, éjjellátó szemüveg, napelem, pigmentek és festett üvegek, fegyveripar stb.). Az alábbiakban néhányat közülük részletesen



## Teacher's Card

ismertetünk. További témaként az órai megbeszélésekhez az okostelefon és az elektromos autó, két összetettebb, ma már hatalmas piaci elterjedtséggel rendelkező eszköz is röviden ismertetésre kerül, még ha a játékban még nem is szerepelnek.

### Szélturbinák

A szélenergia tekintetében a ritkaföldfémeket (rare earth elements-REE) leginkább a szélturbinák generátoraiban használt állandó mágnesek gyártásához használják. Az állandó (kemény) mágnesek jelentős ellenállást tanúsítanak a lemágneseződéssel szemben, ezért szélgenerátorokban és elektromos vontatómotorokban használhatók. Általában nagy mágneses energiát mutatnak adott térfogat mellett. Ez lehetővé teszi méretük csökkentését, ami elősegíti alkalmazásukat számos csúcstechnológiai ágazatban, például számítógépekben, mobiltelefonokban, audiovizuális berendezésekben, diagnosztikai eszközökben és energiával kapcsolatos rendszerekben (pl. generátorok és elektromos motorok, lásd alább az elektromos és hibrid autóról szóló bekezdést).

Bár különböző típusú állandó mágnesek léteznek, az úgynevezett neodímium-vas-bór (NdFeB) mágnesek a legelterjedtebbek kiemelkedő tulajdonságaik miatt. Tulajdonságaikat tekintve csak a

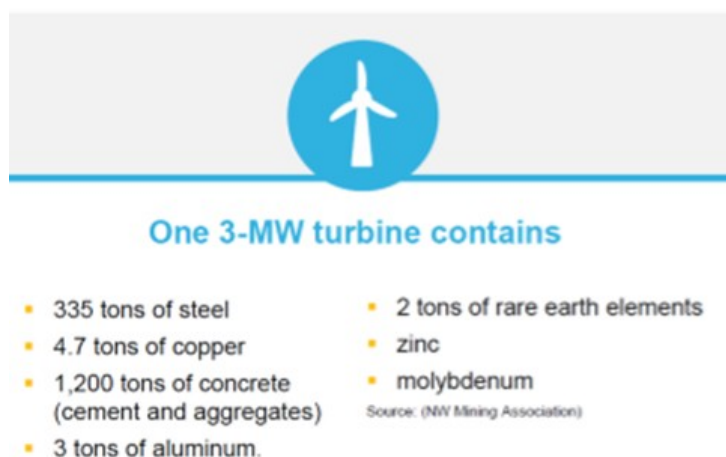
szamárium-kobalt mágnesek érik el, ezek a mágnesek azonban lényegesen drágábbak. A szélturbinákban az NdFeB nagyszilárdságú mágnesekhez általában négy különböző REE-re van szükség: neodímium (Nd), praseodímium (Pr), diszprózium (Dy) és terbium (Tb) (3. ábra). A neodímium és a praseodímium hozzájárul a mágneses erősséghez, míg a diszprózium és a terbium javítja a demagnetizációval szembeni ellenállást, különösen magas hőmérsékleten.



3. ábra: Szélturbina célkártyája

## Teacher's Card

Szükség van továbbá a bórra (B), amely a borátokból származik, és a vasra (Fe); a B egy CRM, a Fe amely maga nem CRM, de a CRM-listán szereplő koksszal történő redukcióval állítható elő. Az NdFeB fontos szerepet játszik olyan alkalmazásokban, ahol nagy teljesítményre, nagy hatásfokra és kis méretre van szükség. Valójában az NdFeB mágnes rendelkezik a legnagyobb energiasűrűséggel az állandó mágnesek közül, így ez az anyag a választás a nagy teljesítményű technológiákban, ahol a méret és a tömeg kulcsfontosságú követelmény. Az NdFeB mágnesek tulajdonságai a 3d átmeneti elemek (pl. vas) nagy mágneses nyomatókának és a ritkaföldfémek 4f elektronkonfigurációjának egyedülálló kombinációjából származnak. Ezen előnyök alapján az Nd, a prázajódium (Pr) és a Dy gyártásának nagy része az állandó mágnesek ágazatába kerül. Ezek a mágnesek a rotorokban szükségesek ahhoz, hogy a turbinaként több megawattos termelés hatékonyságát lehetővé tegyék (4. ábra). A szélturbinák esetében az éves anyagszükséglet az anyagtól és a forgatókönyvtől függően 2-szeresére és 15-szörösére nő.

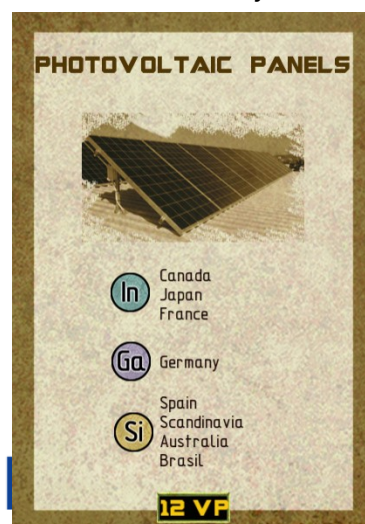


4. ábra: Egy szélturbinához szükséges nyersanyagok mennyisége és típusa

Jelenleg a REE-k termelését a Kínai Népköztársaság uralja, amely több évtizede a világ legtöbb REE-jét termeli. A REE-k nem voltak mindig kritikusak, és nem is keltettek nagy érdeklődést egészen az 1960-as évekig, amikor a korai technológiák elkezdtek felhasználni ezeket az elemeket. Leginkább az europiumot (Eu) foszforként igénylő színes televízió kifejlesztése volt felelős a REE-k iránti kereslet növekedéséhez a bányászati műveletekben világszerte. A Belső-Mongóliában található Bayan Obo-ban található jelentős REE-készlet felfedezése a világ termelésének nagy részét Kínába irányította át, és a REE-termelés monopóliumához vezetett.

### Fotovoltaikus panelek

A fotovoltaikus panelekhez nagyon nagy tisztaságú (legalább 99,9999%-os) szilíciumra (Si) van szükség. Bár a szilícium a földkéregben az oxigén (46%) után a második leggyakoribb elem (28%), redukciójához és elektronikai minőségű tisztításához rendkívül energiaigényes és



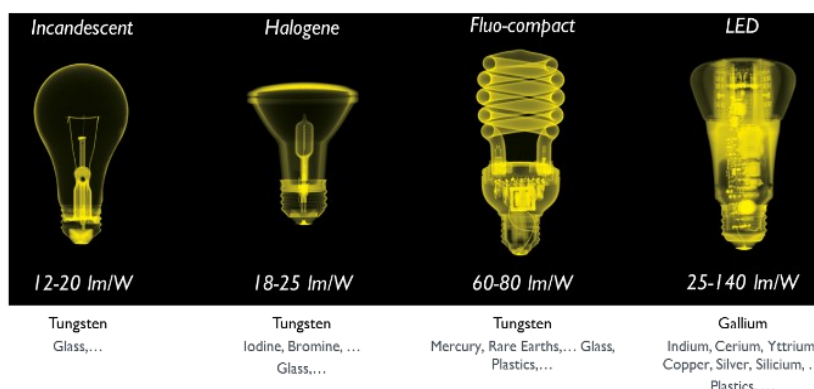
5.Ábra: Fotovoltaikus panelek célkártyája

## Teacher's Card

veszélyes eljárásokra szükség, ami miatt szerepel a CRM-ek listáján. A Si-bázisú fotovoltaika alternatívái a kadmiumon (Cd), germániumon (Ge), galliumon (Ga), tellúron (Te) és szelénen (Se) alapuló technológiák, amelyek közül néhány szintén a CRM-ek közé tartozik (5. ábra). Érdemes megjegyezni, hogy számos ilyen elem mérgező, és a gyártása, újrahasznosítása aggodalomra ad okot. Továbbá minden napelemes technológiához szükség van egy lapra, amely az indium-ón-oxidból (ITO) készül, mint minden síkképernyő, ez az egyetlen ténylegesen rendelkezésre álló elektromos vezető és átlátszó anyag: az indium (In) egy másik CRM. Számos ilyen elem esetében a fotovoltaika masszív fejlesztésével kapcsolatos globális kereslet előrejelzése messze meghaladja a jelenlegi termelést, és a megújuló energiákra való áttérés késleltethető.

### Világítás

Az energiahatékony kompakt fénycsövek (CFL) világszerte növelték a világítás hatékonyságát azáltal, hogy felváltották az izzószálas izzókat, amelyeket Thomas Edison 1879-ben szabadalmaztatott, miután több száz különböző prototípust tesztelt (6. ábra). A wolframszálas izzók nem voltak hatékonyak, mivel jelentős energiát veszítettek hő formájában, és a szolgáltatott energiának csak körülbelül 5%-a alakult át fénné. Ezzel szemben a CFL-ek a szolgáltatott elektromos energia mintegy 25%-át alakítják át fénné. A CFL-ek ezért sokkal hatékonyabbak, mint a hagyományos izzók (6. ábra).



6. ábra: A különböző technológiájú lámpák világításának és anyagtartalmának történeti fejlődése



7.Ábra: LED lámpák célkártyája

A CFL-ek előállításához azonban a wolfram helyett, amely egy CRM, más CRM-ekre van szükség: ritkaföldfémekre, különösen az Europiumra (Eu) és a Terbiumra (Tb). A wolfram izzószálas izzók betiltása az elmúlt években megnövelte a REE-k iránti keresletet. A CFL-ek fő hátránya a higany (Hg) jelenléte, amely egy veszélyes anyag. A CFL-ek újrahasznosítására szolgáló speciális üzemekben ma már réz (Cu), alumínium (Al), üveg és REE porok nyerhetők vissza, de ez utóbbi ára magasabb, mint az elsődleges REE-é. A világítás utolsó generációja a fénykibocsátó diódákon (LED) alapul. Ezek energiatakarékos és környezetbarát technológiát képviselnek: az átalakítási hatásfok és az élettartam majdnem kétszerese a CFL-eknek, ráadásul



## Teacher's Card

higanymentesek. A tudomány döntőszerepet játszott ennek az új, hatékony technológiának a kifejlesztésében, amit a 2014-es fizikai Nobel-díj odaítélése is bizonyít.

A LED-technológia bevezetése azonban megnövelte a keresletet több CRM iránt, a CFL-ekben már használt Europium (Eu) és Terbium (Tb) mellett a LED-alkalmazásokban az ittrium (Y), a gadolinium (Ga), a germanium (Ge) és az indium (In) is használatos (7. ábra). Fontos rámutatni, hogy a jövőbeli termékeket nemcsak a funkcionalitásuk, hanem a gyártásukhoz felhasznált erőforrások fenntartható elérhetősége és újrahasznosíthatóságuk szempontjából is optimalizálni kell.

### Vegyszerek és műtrágyák

A vegyipar is nagymértékben függ a platina-csoportba tartozó elemektől (PGE-k), amelyeket katalizátorként használnak számos kémiai folyamatban. Európában számos vegyi anyag előállítása más CRM-ekre, például foszfátkőzetre, foszforra, folypátra és szilíciumra támaszkodik. A foszfátkőzet világkereskedelme évente mintegy 75 millió tonna, az EU kereslete pedig évi 2,1 millió tonna, amelynek 84%-át főleg Marokkóból importálják. A foszfátoknak csupán 17%-a származik megújuló forrásokból, mint például állati iszapból és trágyából, élelmiszer-maradékokból és szennyvízből. A foszfátkőzet első számú felhasználási területe a műtrágyagyártás (8. ábra), majd az állati takarmányozás, a mosószerek gyártása és a foszorsav. Foszfátrágya nélkül az egy területegységre jutó növénytermesztés drasztikusan csökken. 1,2 millió tonna foszfátos kőzetet alakítanak át elemi foszforra (P4-ként értékelve), amelyet a vegyipar és a fegyveriparban alkalmaznak. A CRM-ek felhasználásának egyéb példái az alábbiakban vannak felsorolva.



8. Ábra. Műtrágyák célkártyája

- Az elektronikánál kisebb tisztaságú **Si** fémeket az olvadt **Al**-hez adják az ötvözetek mechanikai tulajdonságainak javítása érdekében, de szilikonokká is átalakítható, hogy tömítőanyagokat, ragasztókat, kenőanyagokat és felületaktív anyagokat állítsanak elő az építkezések és az ipar számára;
- az égésgátlók antimon-trioxidot ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ) tartalmaznak, míg az ólom/sav akkumulátorok elektródái fémes antimont (**Sb**) tartalmaznak, hogy csökkentsék a hidrogénfejlődést a töltési folyamat során;
- a természetes grafittermelés felét az acéliparban használt tűzálló anyagok gyártására fordítják, és körülbelül 20%-át felületkezelésekre és az acél újraszenezésére, a lítium akkumulátorok anódjainak gyártása iránti igény eléri a 8%-ot, a természetes grafit 5%-a pedig kenőanyagok, ceruzák és elektronikai cikkek összetevőjévé vált, ami jelenleg a felhasználás marginális részét teszi ki.

### Okostelefonok

Egy okostelefon a természetes kémiai elemek több mint felét tartalmazhatja (9. ábra), ezek többsége CRM, a többi nemesfém. Egy okostelefon körülbelül 306 mg ezüstöt (Ag) és 30 mg aranyat (Au) tartalmaz!

## Teacher's Card

A telefon burkolatának és akkumulátorának egyes részei a bauxitból nyert fém, az Al lehet, de az akkumulátor körülbelül 6 g kobaltot (Co) is tartalmaz a pozitív elektródákban, és lítiumot (Li) a negatív elektródákban és az elektrolitban.<sup>1</sup>

9.ábra. Egy okostelefonban található kémiai elemek: A CRM-ek **piros** színnel, a nem kritikusak **zöld** színnel

A képernyő hátoldalát, mint minden síkképernyőt, egy vékony ITO réteg borítja, amely jelenleg az egyetlen vezető anyag, amely technológiailag elérhető erre a célra, és a képernyő színes pigmentje REE-ken alapul. A Ge adja a szilícium-dioxid üvegnek a kis lencsékhez szükséges törésmutatót, másrészt a nagy tisztaságú Si az integrált mikrochipek alapja. Az Nd a hangszórók és mikrofonok miniaturizálását lehetővé tevő szupermágnesek kulcsfontosságú összetevője, míg a tantál (Ta) alkotja a nagy teljesítményű kondenzátorokat.

### Elektromos és hibrid járművek

Az elektromos és hibrid járművek (10. ábra)<sup>2</sup> szintén nagyszámú CRM-et igényelnek az alkatrészek érzékelőiben, az elektromos motorokban és generátorokban, a folyadékkristályos kijelzőkben (LCD), az üvegekben, a tükrökben és a hőszugárzó motor katalizátorában. A katalizátorok platina-csoportba tartozó elemeket tartalmaznak [PGE, platina (Pt), ródium, irídium (Rh), rúthénium (Ru), ozmium (Os) és palládium (Pd)], ezeket a nyolcvanas években tették kötelezővé, hogy csökkentsék a járművek okozta légszennyezést. Abban a korban ólmot (Pb) adtak az üzemanyaghoz, mint robbanás gátlót, de a Pb-mentes üzemanyagoknak aromás szénhidrogénekre van szükségük a helyettesítésére, ha nem megfelelően égetik el, veszélyes anyagokat termelhetnek. A "katalitikus" autókra való áttérés után a levegőben a Pb, a szén-monoxid és az el nem égett szénhidrogének koncentrációja drasztikusan csökkent, de a PGE igénye megnőtt.

<sup>1</sup> <https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/digitale-welt/mobilfunk-und-festnetz/smartphonerecycling-11540>, status 18.05.2020

<sup>2</sup> <https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-projects/science/cmlrare-earth-supply-chain-and-industrial-ecosystem-a-material-flow-assessment-of-european-union>

## Teacher's Card

A hibrid és elektromos autók fejlesztése kihívást jelent a légszennyezés további csökkentése és a széndioxid-kibocsátás csökkentése érdekében. Az új akkumulátor-technológiák a Li-n alapulnak, amely a legkönnyebb és a legnagyobb elektromos potenciállal rendelkező fémek közé tartozik. Az ilyen típusú akkumulátorokban azonban nem a Li az egyetlen CRM, sőt, a pozitív elektróda kobaltot (Co) is tartalmaz. Ez a technológia most olyan energiasűrűségű akkumulátorokat biztosít, amelyek lehetővé teszik, hogy az autók 250-500 km-es hatótávolságot érjenek el egy feltöltéssel.

A Li és a Co, valamint a pozitív elektródában lévő másik két fém, a nikkel (Ni) és a mangán (Mn) jelenlegi globális termelési szintje nem elegendő az akkumulátorgyártás jövőbeli igényeinek kielégítésére.



10 .ábra:Az autókban használt energiakritikus elemek

### Létrehoztak egy újratölthető világot

**A 2019-es kémiai Nobel-díj a lítium-ion akkumulátor kifejlesztését díjazza.**

akkumulátor teremtette meg a vezeték nélküli elektronika, például a mobiltelefonok és a laptopok alapjait. Az elektromos au

## Tanulmányi célok

A lecke végére a tanulók:

## Teacher's Card

- Ismerni fogják a kritikus nyersanyagok fogalmát és az EU gazdasága számára kritikus jelentőségük okait.
- Ismerni fogják a kritikus nyersanyagok eloszlását a világban.
- Ismerni fogják a kritikus nyersanyagok fő felhasználási és alkalmazási területeit.
- Tudatában lesznek azzal, hogy a kritikus nyersanyagokhoz való hozzáférés mennyire fontos a mindennapi eszközeink előállításához.

## Key Competence European Framework

Multilingual competence	Többsz nyelvvel
S1. Ability to understand and interpret concepts, feelings, facts or opinions in oral and written form.	S1. Képesség az értelmezésre
S5. Knowledge of vocabulary, grammar and language.	S5. Szókincs
Mathematical competence and competence in science, technology and engineering	Matematika és mérnöki tudományok
S4. Readiness to address new problems from new areas.	S4. Új területek
S5. Capacity for quantitative thinking.	S5. Kvantitativ gondolkodás
Digital competence	Digitális kompetencia
S2. Basic skills in ICT.	S2. Alapvető
Personal, social and learning to learn competence	Személyes, szociális és tanulási kompetencia
S2. Identifying available opportunities.	S2. A rendelkezésre álló lehetőségek
Citizen competence	Polgári kompetencia
S1. Ability to effective interaction with other people.	S1. Képesség az
S2. Ability to adapt to the changing situation, being flexible and work under pressure.	S2. Képesség a munkavégzés
Cultural awareness and expression competence	Kulturális tudatosság és kifejezési kompetencia
S1. Ability to turn idea into action.	S1. Képesség
S3. Ability to plan and manage tasks.	S3. Képesség
S4. Independence, Motivation and Determination.	S4. Függetlenség



## Teacher's Card

### Az ENSZ fenntartható fejlődési céljai

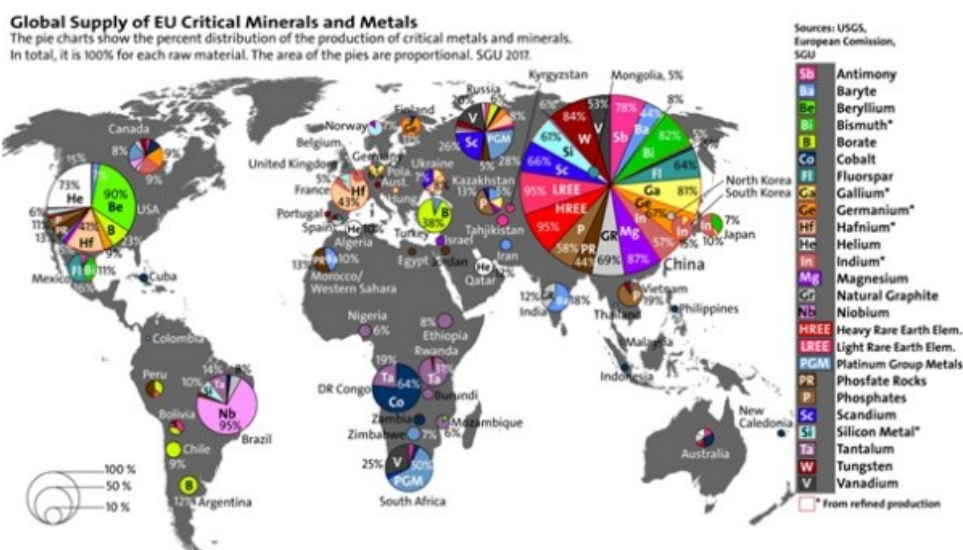
		Enable access to basic services		Equal access to global expertise
		Safe medical devices		Sustainable urbanization
		Access to education		Responsible consumption and production
		Less hardship, more opportunities		Strengthen resilience, reduce disaster impact
		Safe and affordable water		Reduce marine pollution
		Energy – the golden thread		Sustainable use of terrestrial ecosystems
		Safety of workers and economic growth		Promote peaceful and inclusive societies
		Resilient infrastructure and sustainable industrialization		Better access to technology and innovation

## Tartalom

“RAWsiko – DV egy utópisztikus fantáziavilágban játszódik, ahol a kritikus RM-ek fő kitermelője, Kína úgy dönt, hogy leállítja az exportot a bolygó többi részére, és ezért “RM-rush” alakul ki. Jelenleg Kína a globális kínálat 70%-át és az EU-ba irányuló kínálat 62%-át szolgáltatja (pl.: ritkaföldfémek, magnézium, antimon, természetes grafit stb.). A játékosoknak több CRM-et össze kell gyűjteniük, amelyek elengedhetetlenek azokhoz az eszközökhöz, amelyet a játék során meg kell építeniük.

## Teacher's Card

Ahhoz, hogy átvegyék az irányítást ezen RM-források felett, a játékosoknak a világ különböző pontjain/területein kell mozgatniuk "bányászati berendezéseiket", és ha egy területet már egy másik játékos kiaknázott, akkor el kell venniük tőlük a bányászati koncessziót. A kiválasztott kritikus RM-ek fő forrásainak helyzete az ezen ásványok tényleges fő bányáit jelenti, míg az objektív kártyákon feltüntetett elemek az adott technológia előállítására szempontjából legfontosabb RM-eket képviselik. A játéktérkép egyszerűsített módon adja vissza az RM-ek valós földrajzi eloszlását, mivel az RM@Schools projekt partnerétől, a svédországi Geological Survey of Sweden-től kapott, a fő RM-ek térképi eloszlása alapján készült (11. ábra).



11. ábra - A CRM-ek globális kínálatának legnagyobb részét adó országok

Valójában egyes RM-ek szabálytalan eloszlása világszerte az egyik oka annak, hogy egy anyag kritikussá válik. Az ellátási kockázatot a geopolitikai határok is meghatározzák. Emiatt az erőforrások a világ egyes nemzetein vagy régióin belül koncentrálódhatnak. Ez monopóliumot és a környezeti vagy regionális politikai tényezők miatti esetleges ellátási korlátozásokat eredményezhet. A Föld nyersanyagforrásai közül sokan a bolygó különböző pontjain helyezkednek el, így a kritikusság nem feltétlenül merül fel (pl. Cu, Pb, Zn). Azoknál, amelyek nem egyenletesen oszlanak el, fennáll az ellátási hiányok és zavarok kockázata.

## Foglalkozás

### Áttekintés

A "RAWsiko - Anyagok körülöttünk" egy digitális játék, teljesen fordulóalapú és nincs időkorlát, így nem szükséges különösebb kézügyesség a videojátékokkal kapcsolatban ahhoz, hogy a lehető legjobban játszassunk vele. Minden mérkőzésen 3-5 játékos vesz részt. Lehetőség van helyben, egyetlen eszközön játszani (a játékosok felváltva irányítják a játéktáblát), vagy online, különböző eszközökről (minden játékos a saját számítógépével/okostelefonjával/tabletjével csatlakozik a játékhoz).

A játék jelenleg angol és olasz nyelven érhető el, de idővel, további nyelvekkel is bővílni fog.

## Teacher's Card

### A játékhoz való hozzáférés

A RAWsiko három különböző platformon érhető el: online, windows-on és androidon. A játék nem csak, hogy minden platformon azonos (néhány apróbb felületi különbséget leszámítva), de a különböző platformokon játsszó emberek online meccsen is játszhatnak egymással.

A RAWsiko összes verziója megtalálható és elérhető a következő weboldalon: <https://arraise.com/rawsiko/>. Mivel a játékot idővel folyamatosan javítják és újítják, ha a Windows vagy Android verziót kívánod használni, érdemes rendszeresen ellenőrizni a honlapot, hogy nem vált-e letölthetővé egy újabb verzió.

### ONLINE (BROWSER) VERZIÓ

Ez a legkönnyebben elérhető és azonnal használható verzió, amely az Ön operációs rendszerétől függetlenül (Windows, macOS, Linux stb.) elérhető, és mindig naprakész a legújabb javítással, anélkül, hogy Ön részéről bármilyen műveletre lenne szükség. Ha az Ön eszközén megfelelően fut, javasoljuk, hogy ezt használja. A játék eléréséhez szükséges linket és a támogatott böngészők listáját lásd a <https://arraise.com/rawsiko/> oldalon.

### WINDOWS VERZIÓ

Ez a verzió 64 bites Windows operációs rendszert futtató számítógépeken működik (a Windows 10 teljes mértékben támogatott, a Windows 7 és 8 még működni kell, a régebbi operációs rendszereket nem teszteltük alaposan). Ahhoz, hogy ezzel a verzióval játszass, fel kell menned a <https://arraise.com/rawsiko/> oldalra, és követned kell az utasításokat a játékkliens (a program, amely a játékot futtatja) letöltéséhez és használatához a számítógépeden.

### ANDROID VERZIÓ

A játék e verziója bármely Android 4.4-es vagy újabb Android 4.4-es vagy újabb Android operációs rendszerű okostelefonon vagy táblagépen fut. A játék valamikor 2021-ben válik elérhetővé a Google Play Áruházban, mint rendes alkalmazás, úgyhogy nézz utána, ha ott látod. Ha a játék még nem érhető el a Play Store-ban, látogass el a <https://arraise.com/rawsiko/> oldalra, és kövesd az utasításokat a játék manuális letöltéséhez és telepítéséhez a készülékedre.

### Játékos foglalkozás szervezése

#### HELYI MÉRKŐZÉS

Ha többen ülnek egy számítógép vagy okostelefon előtt, rendkívül egyszerű elindítani a játékot. Először is ellenőrizd a "Settings" menüpontban, hogy a választható szabályok és a játék időtartama tetszés szerint legyen beállítva.

Ha ezt megtetted, nyisd meg a "Matchmaking" menüpontot, győződj meg róla, hogy a bal felső sarokban zölddel van kiemelve a "Local", hagyd, hogy minden játékos válasszon egy avatárt/karakteret az alábbi listából, majd indítsd el a játékot az alsó zöld gombra kattintva.

## Teacher's Card

Amikor a játék elindul, a bal felső sarokban lévő panelen láthatod, hogy éppen melyik játékos játszik. Hagyd, hogy az adott játékos befejezze a körét, majd add át az eszköz irányítását a következő játékosnak, és így tovább.

### ONLINE MATCH

Mint már említettük, a játék a választott verziótól függetlenül ugyanúgy működik, és minden verziót össze lehet hangolni úgy, hogy közösen játszható legyen. Tehát ne aggódjatok, ha különböző embereknek sikerült különböző verziókon keresztül hozzáférni a játékhoz.

Miután minden játékos kitöltötte a profilját a Beállítások/Settings menüben, és a "Host" játékos beállította a választható szabályokat és a játék időtartamát, hagyd, hogy a házigazda játékos/"Host" létrehozza a játék lobbiját, ahová mindenki csatlakozik. Menjetek a "Matchmaking" menüpontba, és válasszatok felül az "Online" lehetőséget. Ha a játékos csatlakozik az internethez, és a szerverek megfelelően működnek, akkor a "Game Server" alatt a "Connected and Ready" feliratot kell olvasni. A játékos írja be a létrehozni kívánt lobb nevét (bármilyen név megfelel, csak meg kell különböztetni a többi lobbtól, ahol a játék folyik), majd nyomja meg a narancssárga "+" gombot alul.

Ha mindent helyesen csináltál, akkor a házigazda játékosnak/"Host" látnia kell a profilnevét a jobb oldali ablakban, és az összes többi játékosnak látnia kell a lobby nevét a "Lobby" legördülő listában. Ha kiválasztják, akkor hozzáadódnak a lobbhoz. Ha mindenki csatlakozott a lobbhoz, a házigazda játékos/"Host" a bal alsó sarokban lévő zöld gomb megnyomásával indíthatja el a mérkőzést.

### Függelék 1 – Útmutató kézikönyv

*Ugyanez a kézikönyv letölthető a játék weboldaláról, a <https://arraise.com/rawsiko/> címen. Ne feledjétek, hogy a kézikönyv idővel kisebb frissítéseket kaphat, és több nyelven is elérhetővé válik, ezért elsősorban a játék weboldalát érdemes felkeresni.*

## Tanulási útvonal

**Step 1- Time & Activity:** 30 min - A tanár rövid bevezetőt tart a közös referenciamutatókról és azok jelentőségéről az alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaságra való átállásban.

**Step 2- Time & Activity:** 20 min - A tanulók csoportokra oszlanak (csoportonként legfeljebb 5 tanuló), és elolvassák a használati útmutatót, hogy megértsék, hogyan kell játszani (és végül letölteni a videojátékot).

**Step 3-Time& Activity:** 40 min - Játsszák a videojátékot.

**Step 4 -Time& Activity:** 15 min - Értékelő teszt. Az értékelő tesztre fordított idő a beírt kérdések számától függ.



## Teacher's Card

### Felmérés



Lehetséges kérdések néhány kulcsfogalom elsajátításához:

1. Mik azok a CRM-ek?
2. Miért olyan fontosak a CRM-ek?
3. Miért válik egy anyag "kritikussá"?
4. Hol találhatunk CRM-eket?
5. Jelöljön meg legalább három CRM-alkalmazási területet!

### Köszönetnyilvánítás

A CNR köszönetet mond a bolognai Liceo "Niccolò Copernico" (Olaszország) és a Porretta Terme-i Istituto di Istruzione Superiore "Maria Montessori - Leonardo da Vinci" (Olaszország)-nak a komoly játék kifejlesztésében és tesztelésében való értékes együttműködésért.



A CNR köszönetet mond továbbá az ARraise s.r.l.-nek (Milánó, Olaszország) a játék digitális változatának kifejlesztéséért.

