

## Karta učiteľa



## Obsah

Obsah .....	
Všeobecný úvod .....	2
Rozšírené základné informácie .....	2
Výsledky vzdelávania .....	4
Kľúčové kompetencie Európskeho rámca .....	5
Ciele trvalo udržateľného rozvoja OSN .....	6
Obsah - Teoretické zásady .....	7
<b>Laboratórny postup/činnosť</b> .....	7
Vzdelávacia cesta .....	8
Hodnotenie .....	9
Popis študentských kariet .....	9
Zdroje .....	10
<b>Pod'akovanie</b> .....	10

## Karta učiteľa

# Všeobecný úvod

Raw materials je pojem používaný pre prírodné zdroje, ktoré sú nevyhnutné v našom každodennom živote. Či už ide o obyčajný papier, farbu na stenu alebo dokonca batérie používané v mobilných telefónoch alebo autách, tieto zdroje sú potrebné na ich výrobu.

Jedným z cieľov konzorcia EIT RawMaterials financovaného v rámci programu Horizont 2020 je zvýšiť povedomie európskych obyvateľov o nevyhnutnosti výroby uvedených materiálov v Európe. Cieľom tohto súboru nástrojov je oboznámiť študentov s tým, ako sa aj zdanlivo bežné a všedné javy, ktoré nás obklopujú, dajú využiť na oveľa konkrétnejšie činnosti, napríklad na tvorbu farieb potrebných na výrobu umeleckých diel. V súbore nástrojov je opísaná história používania pigmentov vrátane opisu a pôvodu rúd potrebných na výrobu rôznych farieb. Na záver si žiaci budú môcť vyrobiť vlastné farby od základu a namaľovať vlastné umelecké diela.

### Kľúčové slová:

*Raw materials, minerály, pigmenty, farbivá*

## Rozšírené základné informácie

Farba akéhokoľvek objektu je výsledkom interakcie jeho povrchu so svetlom. Samotné svetlo je forma elektromagnetického žiarenia vnímateľná ľudským okom. Farba objektu je vlnová dĺžka, ktorá sa odráža od povrchu pozorovaného objektu, ale je aj v oku pozorovateľa, pretože každý človek ju môže vnímať inak.

Pigmenty sú materiály, ktoré odrážajú určité vlnové dĺžky viditeľného svetla, a preto majú jedinečnú farbu. Medzi ich ďalšie vlastnosti patrí vysoká intenzita zafarbenia a schopnosť tvoriť stabilnú pevnú látku pri okolitých teplotách. Vo všeobecnosti platí, že nie všetky pigmenty sú stabilné počas dlhšieho časového obdobia. Tieto krátkodobé pigmenty, ktoré nie sú dlhodobo stabilné, sa nazývajú prchavé.

Najstaršie známe pigmenty boli priamo používané minerály. Oxidy železa sa používali v mnohých paleolitických a neolitických maľbách na červené a hnedé farby, ako aj na uhlie alebo zuhoľnatené kosti.

V neskorších dobách, s rozvojom umenia a iných činností, boli ľahko dostupné červené, hnedé a žlté pigmentové okry, ako aj čierna farba. Jedným z najdrahších pigmentov bol ultramarín, ktorý sa ako jediný dal použiť na dosiahnutie "tmavomodrej" farby. Tento pigment sa získaval z brúsenia polodrahokamu lapis lazuli, ktorý sa ťažil v Ázii. Umelci bez bohatých mecenášov museli používať lacnejšie zdroje modrej farby, ktoré boli buď z iného, dostupnejšieho minerálu (azurit), alebo z pigmentu biologického pôvodu (rastlina rodu indigofera). Dnes sa pigmenty väčšinou syntetizujú a toto rozsiahle odvetvie má celosvetovú trhovú hodnotu 30 miliárd USD ročne.

## Karta učiteľa

### Pigmenty z minerálov

#### **Žltý, červený a hnedý oker**

Žltý oker sa vyrába už tisíce rokov z rôznych oxidov železa. Tieto farby pochádzajú najmä z oxihydroxidov železa, ktoré sa skladajú z  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , O a H. Treba poznamenať, že aj keď sa niektoré minerály zdajú mať jednu farbu, po rozdrvení na malé čiastočky sa ich farba mení. To je väčšinou prípad, keď sa hematit s kryštálmi javí ako sivý až kovový, zatiaľ čo v skutočnosti je po rozdrvení červený. Tieto minerály slúžia aj ako alebo na výrobu železa. Suroviny sú pomerne hojné v Európe (Švédsko, Nórsko, Nemecko, Slovensko...) a vo zvyšku sveta.

#### **Žltý**

Žltá farba sa v staroveku niekedy získavala z minerálu orpiment, čo je sulfid arzenu ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ). Tento minerál je vysoko toxický a chemicky nekompatibilný s inými minerálnymi farbivami, čo malo za následok jeho nevýznamné používanie na získavanie pigmentov.

#### **Modrá**

Existuje celý rad rôznych modrých farieb, z ktorých najznámejšia bola ultramarínová. Získavala sa z horniny nazývanej lapis lazuli, ktorá sa ťažila najmä v Afganistane a v Európe sa veľmi ťažko získavala. Lacnejším variantom bolo získavanie modrej farby z rozomletého minerálu azuritu. Azurit je uhličitan medi ( $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ). Azuritová modrá získaná z azuritu nebola ani zďaleka tak cenená ako modrá získaná z lazuritu pre nedostatočnú "hlbkú" a dlhodobú chemickú nestabilitu až potenciálnu reaktivitu za bežných podmienok. Lapis lazuli ako stabilnejší variant modrej sa tiež používal, ale keďže samotná ruda bola v čase stredoveku vzácna, ako pigment bol veľmi cenený. Lapis lazuli sa skladá z viacerých minerálov, ale dva sú dominantné - tektosilikát lazurit a živec kremičitan. Najväčší výskyt lazuritu je v Afganistane. Oba minerály sú silikáty so zložitým vzorcom, napr.  $(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4,\text{S},\text{Cl})_2$  pre lazurit a  $(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{S},\text{SO}_4,\text{Cl})_{1-2}$  pre živcový silikát.

#### **Vermilónová červená**

Vermilónovo červená farba bola odvodená od sulfidu ortuti cinbaru ( $\text{HgS}$ ). Prvé použitie tohto pigmentu sa datuje približne do obdobia 7 000 - 8 000 rokov pred našim letopočtom v rímskej kultúre a v Číne. Samotný pigment je vysoko toxický, ale vzhľadom na jeho jasnú farbu a nedostatok vedomostí o jeho toxicite sa v tom čase hojne používal. Cinabar sa používal na výrobu ortuti. Jedna z veľkých a dnes už zatvorených baní sa nachádza v Idrii v Slovinsku.

#### **Zelený**

Malachit bol jedným zo zdrojov na výrobu žiarivo zelenej farby. Jeho zloženie je podobné azuritu ( $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ ) a v staroveku sa ťažil ako medená ruda. Dnes sa používa najmä na výrobu drahých kameňov

## Karta učiteľa

a sôch. Malachit sa môže používať na získavanie medi. Vo väčšom množstve sa nachádza v Nemecku a Rakúsku, zatiaľ čo vo svete je veľa ložísk (napr. Brazília, Kongo...).

### Čierny

Čierny pigment bol jedným z najľahšie získateľných, pretože sa získaval z ľahko dostupných materiálov. Najčastejším zdrojom čierneho pigmentu bolo buď zuhoľnatené drevo, kosti alebo rozdrvené uhlie. Výskyt je častý, pričom hlavné použitie je na výrobu elektrickej energie v elektrárňach a oceliarskom priemysle. Môže sa tiež považovať za surovinu, ak má primeranú čistotu a zloženie na lekárske použitie (aktívne uhlie).

### Slovník

Minerál - presne definovaná pevná chemická zlúčenina, ktorá predstavuje stavebné kamene hornín

Ruda - hornina alebo sediment, ktorý obsahuje jeden alebo viacero cenných minerálov, z ktorých možno získať užitočné zlúčeniny (napr. kovy, prvky vzácnych zemín)

Pigment - farebný materiál, ktorý je väčšinou alebo úplne nerozpustný vo vode

Farba - vlastnosť vizuálneho vnímania materiálu založená na jeho absorpcii svetla

## Výsledky vzdelávania

---

Na konci hodiny budú žiaci vedieť:

- rozlíšiť rôzne suroviny/nerasty, ktoré možno použiť na prípravu pigmentu
- zhrnúť postup výroby farby zo surovín
- poukázať na možné využitie surovín v každodennom živote
- uviesť do súvislosti množstvo surovín na Zemi v kontraste so súčasným využívaním v Európe

## Karta učiteľa

# Kľúčové kompetencie Európskeho rámca

<b>Gramotnosť</b>
S2. Schopnosť vyjadrovať pojmy, pocity, fakty alebo názory v písomnej a ústnej forme.
S3. Schopnosť interpretovať svet a nadväzovať vzťahy s ostatnými.
S4. Schopnosť vhodne a tvorivo komunikovať v každej situácii.
<b>Osobné, sociálne a učebné kompetencie</b>
S1. Schopnosť pokračovať a vytrvať v rôznych druhoch učenia.
S2. Identifikácia dostupných príležitostí.
S3. Schopnosť získavať a osvojovať si nové vedomosti, zručnosti a kvalifikáciu potrebnú na dosiahnutie kariérnych cieľov.
<b>Občianske kompetencie</b>
S1. Schopnosť efektívnej interakcie s inými ľuďmi.
S2. Schopnosť prispôbiť sa meniacej sa situácii, byť flexibilný a pracovať pod tlakom.
S3. Schopnosť efektívne pracovať a spolupracovať s ostatnými členmi tímu
<b>Kultúrne povedomie a vyjadrovacia kompetencia</b>
S1. Schopnosť premeniť myšlienku na čin
S2. Kreativita/inovácie
S4. Samostatnosť, motivácia a odhodlanie.

## Karta učiteľa

# Ciele trvalo udržateľného rozvoja OSN

Ciele trvalo udržateľného rozvoja sú plánom na dosiahnutie lepšej a udržateľnejšej budúcnosti pre všetkých. Sú zamerané na globálne výzvy, ktorým čelíme, vrátane tých, ktoré sa týkajú chudoby, nerovnosti, zmeny klímy, zhoršovania životného prostredia, mieru a spravodlivosti.

  <p>Enable access to basic services</p> <p>Umožniť prístup k základným službám</p>	 <p>Equal access to global expertise</p> <p>Rovnaký prístup ku globálnym odborným znalostiam</p>	
 <p>Safe medical devices</p> <p>Bezpečné zdravotnícke pomôcky</p>	 <p>Sustainable urbanization</p> <p>Udržateľná urbanizácia</p>	
 <p>Access to education</p> <p>Prístup k vzdelávaniu</p>	 <p>Responsible consumption and production</p> <p>Zodpovedná spotreba a výroba</p>	
 <p>Less hardship, more opportunities</p> <p>Menej ťažkostí, viac príležitostí</p>	 <p>Strengthen resilience, reduce disaster impact</p> <p>Posilnenie odolnosti, zníženie vplyvu katastrof</p>	
 <p>Safe and affordable water</p> <p>Bezpečná a cenovo dostupná voda</p>	 <p>Reduce marine pollution</p> <p>Zníženie znečistenia morí</p>	
 <p>Energy – the golden thread</p> <p>Energia - zlatá niť</p>	 <p>Sustainable use of terrestrial ecosystems</p> <p>Udržateľné využívanie suchozemských ekosystémov</p>	
 <p>Safety of workers and economic growth</p> <p>Bezpečnosť pracovníkov a hospodársky rast</p>	 <p>Promote peaceful and inclusive societies</p> <p>Podpora mierových a inkluzívnych spoločností</p>	
 <p>Resilient infrastructure and sustainable industrialization</p> <p>Odolná infraštruktúra a udržateľná industrializácia</p>	 <p>Better access to technology and innovation</p> <p>Lepší prístup k technológiám a inováciám.</p>	



## Karta učiteľa

# Obsah - Teoretické zásady

Nerastné suroviny a rudy sú kľúčovým hnacím mechanizmom technologického pokroku a sú potrebné na každodenné používanie. Získavame z nich rôzne výrobky, od drahých kovov pre elektronický priemysel, prvkov pre autobaterie až po íly na výrobu papiera.

Jedným z prvých využití týchto surovín bolo umenie dávno pred vznikom akéhokoľvek auta alebo mobilného telefónu.

Moderní ľudia neboli prvým druhom, ktorý používal pigmenty pri svojich kresbách. V skutočnosti sa prvé známe aplikácie pigmentov datujú už 250 000 rokov pred naším letopočtom.

Obsah súpravy nástrojov tvorí moždiar a tĺčik na mletie mäkkších pigmentov, pigmenty, vzorky minerálov/hornín, nádoby a opis činnosti. Médium (podklad) na maľovanie je čiastočne dodané (ľanový olej), zatiaľ čo ďalšiu časť musí dodať učiteľ/študent (vaječný žĺtok).

# Laboratórny postup/činnosť

Experiment pozostáva z nasledujúceho modulu:

## Modul 1 - Farbenie s minerálmi

"Vaječná tempera" je jedným z najstarších médií na tvorbu obrazov, ktoré dosiahlo vrchol popularity v období renesancie. Neskôr bola nahradená olejovými farbami, ale niekoľko umelcov dodnes používa tento postup výroby farieb.

Vaječná tempera sa skladá z troch hlavných zložiek:

- vaječný žĺtok
- práškový pigment
- voda (uprednostňuje sa destilovaná, ale nie je to rozhodujúce)

Postup výroby vaječnej temperry je pomerne jednoduchý.

1. Príprava pigmentu (v prípade potreby mletie)
2. Oddelenie vaječného žĺtka od bielka
3. Zmiešanie vody so žĺtkom s ½ až 1 čajovou lyžičkou vody
4. Pridanie vody do pigmentu v samostatnej nádobe na dosiahnutie pastovitého prostriedku
5. Zmiešajte rovnaké množstvo vaječného žĺtka s pripraveným pigmentom
6. Miešajte, kým sa farba nezhomogenizuje

## Karta učiteľa

V rámci tohto súboru nástrojov sa dodávajú tieto minerálne pigmenty:

- (hematit)
- žltý oker (limonit)
- modrá (lazurit)
- zelená (malachit)
- čierna (uhlie)

Motív maľby vyberie učiteľ.

RM@Art BOX si môže vyžiadať:

Assoc. Prof. Marko Cvetković

[marko.cvetkovic@rgn.unizg.hr](mailto:marko.cvetkovic@rgn.unizg.hr)

## Vzdelávacia cesta

---

**Krok 1** - Úvod (Zem a suroviny): 10 - 15 minút - Učitelia urobia krátky úvod s pripravenou prezentáciou v PowerPointe.

**Krok 2** - Rozomieľanie minerálov: 5 - 10 minút - Žiaci sú rozdelení do skupín (najlepšie je, ak je počet žiakov v jednej skupine 3 - 4). Každá skupina si vezme niekoľko vzoriek minerálov a rozdrví ich na prášok.

**Krok 3** - Miešanie farieb: 10 minút- Študenti každej skupiny si zoberú nádoby zo súpravy nástrojov a zmiešajú minerálny prášok (pigment) s ľanovým olejom, vodou a vajíčkom (ak je to možné).

**Krok 4** - Maľovanie minerálmi: 60 minút- Každý študent dostane plátno alebo papier a nakreslí obrázok na danú tému (ak si to téma vyžaduje, niekoľko študentov môže kresliť na rovnaké, ale väčšie plátno).



## Karta učiteľa

### Hodnotenie



Pre študentov bude pripravený kvíz Mentimeter alebo Kahoot, ktorý sa bude týkať všeobecných aplikácií surovín, ako aj tematických tém týkajúcich sa pigmentov z minerálov a ich použitia.

Napr. malachit ako minerál sa môže použiť na extrakciu ktorého kovu

- Železo
- Hliník
- **Med'**
- Lítium

Ďalšie príklady otázok sú nasledovné:

Ktoré z nasledujúcich pigmentov sú škodlivé pre ľudské zdravie?

- Žltý oker
- **Vermilónová červená**
- Zelená
- Modrá

Kde na svete sa nachádza lapis lazuli?

- Čína
- **Afganistan**
- Brazília
- India

Orpiment, okrem toho, že sa používal ako žlté farbivo, v staroveku slúžil ako ruda ktorého prvku?

- Kadmium
- Molybdén
- **Arzén**
- Med'

Koľko rokov pred naším letopočtom sa prvýkrát použili farbivá?

- 10 000
- 70 000
- 135 000
- **250 000**

## Karta učiteľa

# Popis študentských kariet

---

### Karta študenta 1 - Farbenie s minerálmi

Na tejto karte je podrobne opísaná experimentálna aktivita s návodom na použitie súpravy pomôcok. Takmer všetok materiál je dodaný v rámci súpravy nástrojov.

## Zdroje

---

- <https://rmschools.isof.cnr.it>
- [https://www.youtube.com/watch?v=384TYLQaM\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=384TYLQaM_o)

## Pod'akovanie

---

Tollkit RM@Art je vyvinutý v rámci projektu RM@Schools ESEE, ktorý je financovaný z prostriedkov EIT RawMaterials. Autormi súboru nástrojov sú Marko Cvetković a Ana Brcković z Fakulty baníctva, geológie a ropného inžinierstva Univerzity v Záhrebe.