

Opettajan ohje



Sisällysluettelo

Johdanto	3
Laajemmat taustatiedot	4
Oppimistulokset	5
Avainkompetenssit eurooppalaisessa viitekehyksessä	6
YK:n kestävä kehityksen tavoitteet	7
Sisältö – Teoreettiset periaatteet	8
Laboratoriotoiminta	8
Oppimispolku	9
Arviointi	10
Oppilaan ohjeen kuvaus	10
Lähteet	10
Kiitokset	10

Opettajan ohje

Johdanto

Raaka-aineilla tarkoitetaan luonnonvaroja, jotka ovat välttämättömiä jokapäiväisessä elämässämme. Olipa kyseessä tavallinen paperi, seinämaali tai jopa matkapuhelimissa tai autoissa käytetty akku, tarvitsemme raaka-aineita näiden valmistukseen.

Yksi Horizon 2020 -ohjelman rahoittaman EIT RawMaterials Consortiumin tavoitteista on lisätä Euroopan väestön tietoisuutta edellä mainittujen materiaalien tuotannon tarpeesta Euroopassa. Tämän työkalupakin tarkoituksena on perehdyttää oppilaat siihen, kuinka ympärillämme olevia tavallisia ja arkipäiväisiä asioita voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi taideteosten tekemiseen tarvittavien värien luomiseen. Työkalupakissa on kuvattu pigmenttien käytön historia, mukaan lukien eri väreihin tarvittavien malmien kuvaukset ja alkuperä. Lopuksi oppilaat pääsevät tekemään omia värejä ja maalaamaan taideteoksia.

Avainsanat:

Raaka-aineet, mineraalit, pigmentit, väriaineet

Laajemmat taustatiedot

Kaikkien esineiden väri on seurausta sen pinnan vuorovaikutuksesta valon kanssa. Valo itsessään on sähkömagneettisen säteilyn muoto, jonka ihmissilmä havaitsee. Esineen väri on aallonpituus, joka heijastuu havaitun kohteen pinnalta tarkkailijan silmää. Väri on myös ihmisen silmän havainto, ja jokainen voi havaita värin eri tavalla.

Pigmentit ovat materiaaleja, jotka heijastavat tiettyä näkyvän valon aallonpituuksia ja joilla on siksi ainutlaatuinen väri. Niiden muita ominaisuuksia ovat korkea sävytyslujuus ja kyky muodostaa stabiilia kiinteää ainetta ympäristön lämpötiloissa. Yleensä kaikki pigmentit eivät ole stabiileja pidemmällä aikavälillä. Näitä pigmenttejä kutsutaan hajautuneiksi.

Ensimmäiset tunnetut pigmentit olivat suoraan käytettyjä mineraaleja. Rautaoksideja käytettiin monissa paleoliittisen ja neoliittisen aikakauden maalauksissa punaisen ja ruskean värin saamiseksi. Lisäksi käytettiin hiiltä tai hiiltyneitä luita.

Myöhemmin taiteen ja muun toiminnan kehittyessä punaista, ruskeaa ja keltaista pigmenttiokraa sekä mustaa oli helposti saatavilla. Yksi kalleimmista pigmenteistä oli ultramariini, joka oli ainoa pigmentti, jolla saatiin aikaan syväsininen väri. Tämä pigmentti saatiin jauhamalla Aasiasta louhittua lapis lazuli -nimistä puolijalokiveä. Esimerkiksi taiteilijat, joilla ei ollut varakkaita rahoittajia, joutuivat käyttämään halvempia

Opettajan ohje

sinisen värin lähteitä. Nämä olivat joko toista, helpommin saatavilla olevaa mineraalia (atsuriitti) tai biologista alkuperää olevaa pigmenttiä (indigofera-suvun kasvi).

Nykyään pigmentit ovat enimmäkseen keinotekoisia, ja tämän suuren teollisuudenalan globaali markkina-arvo on 30 miljardia dollaria vuodessa.

Mineraaleista saatavat pigmentit

Keltainen, punainen ja ruskea okra

Keltaista okraa on tuotettu tuhansia vuosia erilaisista rautaoksideista. Nämä värit ovat peräisin pääasiassa rautaoksihydroksideista, jotka koostuvat Fe^{2+} :sta, Fe^{3+} :sta, O:sta ja H:sta. Vaikka joillakin mineraaleilla näyttää olevan yksivärinen, niiden väri saattaa muuttua, kun ne murskataan pieniksi hiukkasiksi. Yleisin tällainen tapaus on, kun kiteinen hematiitti näyttää harmaalta, mutta on murskattuna punaista. Nämä mineraalit toimivat myös rautana tai raudan valmistukseen. Raaka-aineita on suhteellisen runsaasti Euroopassa (Ruotsi, Norja, Saksa, Slovakia...) ja muualla maailmassa.

Keltainen

Keltaista väriä saadaan mineraalista nimeltä Arseenisulfidi (As_2S_3). Tätä mineraalia käytettiin aikaisemmin, mutta koska mineraali on erittäin myrkyllinen ja kemiallisesti yhteensopimaton muiden mineraalivärien kanssa, sitä ei enää käytetä värin uuttamiseen.

Sininen

On olemassa useita erilaisia sinisiä värejä, joista tunnetuin on ultramariini. Se on peräisin lapis lazuli-nimisestä kivistä, jota louhitaan enimmäkseen Afganistanissa ja jota on erittäin vaikea hankkia Euroopassa. Halvempi vaihtoehto sinisen värin tuottamiseen on tehdä sitä jauhetusta mineraaliatsuriitista. Azuriitti on toiselta nimeltään kuparikarbonaatti ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$). Azuriitista saatu sininen ei ollut läheskään yhtä arvostettu kuin lapis lazulista saatu sininen, koska sen väri ei ole yhtä syvä ja koska se on potentiaalisesti reaktiivinen normaaleissa olosuhteissa. Lapis lazulia käytettiin myös, mutta koska itse malmi oli keskiajalla niukkaa, se oli erittäin arvostettu pigmentti. Lapis lazuli koostuu useista mineraaleista, mutta kahta niistä on enemmän kuin muita – tektosilikaattilasuriittia ja maakirkassilikaattia. Eniten lapis lazulia esiintyy Afganistanissa. Molemmat mineraalit ovat silikaatteja, joilla on monimutkainen kaava, esim. $(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4,\text{S,Cl})_2$ lasuriitille ja $(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{S,SO}_4,\text{Cl})_{1-2}$ maakirkassilikaatille.

Kirkkaanpunainen

Kirkaanpunainen väri saatiin elohopeasulfidisinabarista (HgS). Tätä pigmenttiä on käytetty ensimmäisen kerran noin 7000-8000 eKr. roomalaisessa kulttuurissa ja Kiinassa. Pigmentti itsessään on erittäin myrkyllistä, mutta koska tätä ei tiedetty ja pigmentistä saadaan kirkas väri, sitä käytettiin tuolloin laajasti. Cinnabaria käytettiin Mercuryn valmistukseen. Yksi suurimmista kaivoksista sijaitsee Idriassa Sloveniassa. Tosin kaivos on nykyään suljettu.

Opettajan ohje

Vihreä

Malakiitti oli yksi kirkkaan vihreän värin lähteistä. Sen koostumus on samanlainen kuin atsuriitti ($\text{Cu}_2(\text{Co}_3)(\text{OH})_2$), ja sitä louhittiin muinaisina aikoina kuparimalmina. Nykyään sitä käytetään enimmäkseen jalokivien ja veistosten valmistukseen. Malakiittia voidaan käyttää kuparin uuttamiseen. Sitä löytyy Saksasta ja Itävalasta suurempia määriä. Myös muualla maailmassa on monia esiintymiä (esim. Brasilia, Kongo...)

Musta

Musta pigmentti oli yksi helpoimmista hankkia, koska se johdettiin materiaaleista, jotka olivat helposti saatavilla. Yleisimmät mustan pigmentin lähteet olivat joko hiiltynyt puu, luu tai murskattu kivihiili. Näiden esiintyminen on yleistä ja hiilen pääasiallinen käyttö on nykyään sähköntuotannossa voimalaitoksissa ja terästeollisuudessa. Sitä voidaan pitää myös raaka-aineena, jos se on puhtaudeltaan ja koostumukseltaan riittävä lääketieteelliseen käyttöön (aktiivihiili).

Sanasto

Mineraali – hyvin määritelty kiinteä kemiallinen yhdiste, joka muodostaa kiven rakennuspalikoita

Malmi – kivi tai sedimentti, joka sisältää yhtä tai useampaa arvokasta mineraalia, josta voidaan erottaa hyödyllisiä yhdisteitä (esim. metallit, harvinaiset maametallit)

Pigmentti – värillinen materiaali, joka on enimmäkseen tai täysin veteen liukenematon

Väri – materiaalin visuaalinen havainto, joka perustuu sen valon absorptioon

Oppimistulokset

Oppitunnin päätyttyä oppilaat:

- Osaavat erottaa erilaisia raaka-aineita/mineraaleja/malmia, joita voidaan käyttää pigmentin valmistukseen Summarize the procedure of making paint from Raw materials
- Tietävät, miten raaka-aineista valmistetaan malmia
- Tietävät raaka-aineiden käyttökohteita jokapäiväisessä elämässä
- Voivat vertaile maapallon raaka-aineiden runsautta verrattuna niiden tämän hetkiseen hyödyntämiseen Euroopassa

Opettajan ohje


















Avainkompetenssit eurooppalaisessa viitekehyksessä

Lukutaito
S2. Kyky ilmaista käsitteitä, tunteita, faktoja tai mielipiteitä kirjallisesti ja suullisesti.
S3. Kyky tulkita maailmaa ja samaistua muihin.
S4. Kyky olla vuorovaikutuksessa sopivalla ja luovalla tavalla missä tahansa tilanteessa.
Henkilökohtainen, sosiaalinen ja oppimaan oppimisen osaaminen
S1. Kyky oppia eri tavoilla.
S2. Kyky tunnistaa eteen tulevat mahdollisuudet
S3. Kyky hankkia ja omaksua uusia uratavoitteiden edellyttämiä tietoja, taitoja ja pätevyyttä.
Yhteiskunnallinen osaaminen
S1. Kyky vuorovaikuttaa tehokkaasti muiden ihmisten kanssa
S2. Kyky sopeutua muuttuvaan tilanteeseen, olla joustava ja työskennellä paineen alla
S3. Kykyä työskennellä tehokkaasti ja tehdä yhteistyötä muiden ihmisten kanssa
Kulttuuritietoisuus ja ilmaisukyky
S1. Kyky muuttaa ideat teoiksi
S2. Luovuus/innovaatiot
S4. Itsenäisyys, motivaatio ja päättäväisyys

Opettajan ohje

YK:n kestävän kehityksen tavoitteet

Kestävän kehityksen tavoitteet ovat suunnitelma paremman ja kestävämmän tulevaisuuden saavuttamiseksi kaikille. Ne käsittelevät kohtaamiamme maailmanlaajuisia haasteita, kuten köyhyys, eriarvoisuus, ilmastonmuutos, ympäristön tilan heikkeneminen sekä rauhaan ja oikeuteen liittyvät haasteet.

		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	

Sisältö – Teoreettiset periaatteet

Mineraalit ja malmit ovat keskeinen tekijä teknologian kehityksessä, ja tarvitsemme niitä jokapäiväisessä elämässämme. Niistä saamme paljon tuotteita elektroniikkateollisuuden jalometalleista ja autojen akkujen elementeistä paperin valmistukseen.

Opettajan ohje

Yksi näiden raaka-aineiden varhaisimmista sovelluksista oli taide, kauan ennen kuin autoja tai matkapuhelimia oli olemassa.

Nykyihminen ei ole ensimmäinen laji, joka on käyttänyt pigmenttejä piirustuksissaan. Itse asiassa ensimmäiset tunnetut pigmenttien sovellukset ovat peräisin jo 250 000 vuotta eKr.

Tämä työkalupakki sisältää huumareen, survimen, pigmenttejä, mineraali- ja kivinäytteitä, astioita ja työohjeen. Maalaukseen tarvittava sideaine löytyy työkalupakista osittain, ja loput oppilas/opettaja tekee itse.

Laboratoriotoiminta

Koe koostuu seuraavasta moduulista:

Moduuli 1 – Maalaus mineraaleilla

Munasta valmistettu tempera on yksi vanhimmista sideaineista maalauksessa. Se saavutti suosionsa renesanssin aikana. Myöhemmin se korvattiin öljypohjaisilla maaleilla, mutta muutamat taiteilijat käyttävät tätä maalinvalmistusmenetelmää vielä tänäkin päivänä.

Tempera koostuu kolmesta pääraaka-aineesta:

- Munan keltuainen
- Jauhmainen pigmentti
- Vesi (mieluiten tislattua, mutta ei ole ratkaisevaa)

Temperan valmistus on melko suoraviivaista

1. Pigmentin esikäsittely (tarvittaessa jauhaminen)
2. Kananmunan keltuaisen erottaminen valkuaisesta
3. Keltuaisen sekoittaminen noin ½–1 tl vettä
4. Veden lisääminen pigmenttiin erillisessä astiassa tahnamaisen sideaineen saamiseksi.
5. Munan keltuaisen sekoittaminen pigmenttiin suhteessa 1:1.
6. Sekoitus, kunnes väri on tasainen.

Työkalupakista löytyvät pigmentit:

- Punainen (hematiitti)
- Keltainen okra (limoniitti)
- Sininen (lapis lazuli)
- Vihreä (malakiitti)

Opettajan ohje

- Musta (hiili)

Opettaja voi valita maalauksen aiheen.

RM@Art työkalupakin voi tilata osoitteesta:

Assoc. Prof. Marko Cvetković

marko.cvetkovic@rgn.unizg.hr

Oppimispolku

Vaihe 1- Johdanto(Maa ja raaka-aineet): 10 - 15 minuuttia – Opettaja pitää lyhyen esittelyn valmiin PowerPointin avulla.

Vaihe 2 – Mineraalien jauhaminen: 5 - 10 minuttia – Oppilaat jaetaan ryhmiin (oppilasmäärä ryhmässä mieluiten noin 3-4 oppilasta). Jokainen ryhmä ottaa jotkin pigmenttinäytteen ja jauhaa ne jauheeksi.

Vaihe 3 – Värien sekoitus: 10 minuuttia - Jokaisen ryhmän oppilaat ottavat työkalupakkauksesta astioita ja sekoittavat mineraalijauhetta (pigmenttiä) pellavaöljyyn, veteen ja kananmunaan

Vaihe 4 – Mineraaleilla maalaaminen: 60 minuuttia – Jokainen oppilas saa knakaan tai paperin ja maalaavat opettajan valitsemaan teemaan liittyen. (Useampi oppilas voi myös maalata samalle isommalle paperille tai kankaalle)

Arviointi



Oppilaille pidetään Mentimeter tai Kahoot-visa, joka kattaa yleiset raaka-ainesovellukset sekä mineraalien pigmentit ja niiden käytön.

Esimerkiksi: Minkä metallin uuttamiseen voidaan käyttää malakiittia?

- Rauta
- Alumiini
- Kupari
- Litium

Opettajan ohje

Lisää esimerkkejä kysymyksistä:

- Mikä seuraavista pigmenteistä on haitallista ihmisen terveydelle?
 - Keltainen okra
 - Kirkaanpunainen
 - Vihreä
 -
- Mistä pain maailmaa lapis lazula voi löytää?
 - Kiinasta
 - Afganistanista
 - Brasiliasta
 - Intiasta
- Minkä alkuaineen malmina orpimentti toimi muinaisina aikoina sen lisäksi, että sitä käytettiin keltaisena pigmenttinä?
 - Kadmium
 - Molybdeeni
 - Arseeni
 - Kupari
- Milloin pigmenttejä on käytetty ensimmäistä kertaa?
 - 10 000 eaa.
 - 70 000 eaa.
 - 135 000 eaa.
 - 250 000 eaa.

Oppilaan ohjeen kuvaus

Oppilaanohje 1 – Maalaaminen mineraaleilla

Tässä ohjeessa työn kokeellinen osuus ja ohjeet työkalupakin käyttöön on esitetty yksityiskohtiasesti. Melkein kaikki materiaalit ovat työkalupaki mukana.

Lähteet

- <https://rmschools.isof.cnr.it>
- https://www.youtube.com/watch?v=384TYLQaM_o

Opettajan ohje

Kiitokset

RM@Art-työkalupakki on kehitetty RM@Schools ESEE -projektissa, jota rahoittaa EIT RawMaterials. Työkalupakin kirjoittajat ovat Marko Cvetković ja Ana Brcković Zagrebin yliopiston kaivos-, geologia- ja öljytekniikan tiedekunnasta.