

## Εγχειρίδιο Δασκάλου



## Περιεχόμενα

Εισαγωγή .....	2
Εκτεταμένες Πληροφορίες.....	2
Μαθησιακά Αποτελέσματα .....	5
Περιεχόμενα εργαλειοθήκης – Θεωρητικές αρχές .....	5
Εργαστηριακή Διαδικασία/Δραστηριότητα .....	6
Διαδρομή Μάθησης .....	7
Αξιολόγηση .....	7
Περιγραφή της Κάρτας Μαθητή .....	8
Πηγές.....	8
Ευχαριστίες .....	9

## Εγχειρίδιο Δασκάλου

### Εισαγωγή

Οι πρώτες ύλες είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για τους φυσικούς πόρους που είναι απαραίτητοι στην καθημερινή μας ζωή. Ένα χαρτί, το χρώμα του τοίχου ή ακόμα και μπαταρίες τηλεφώνων και αυτοκινήτων, χρειάζονται για την κατασκευή τους πρώτες ύλες.

Ένας από τους στόχους του EIT RawMaterials Consortium που έχει χρηματοδοτηθεί στο πλαίσιο του Horizon 2020 είναι να αυξήσει την ευαισθητοποίηση του ευρωπαϊκού πληθυσμού ως προς την αναγκαιότητα παραγωγής των ορυκτών πρώτων υλών στην Ευρώπη. Ο σκοπός αυτής της εργαλειοθήκης είναι να εξοικειώσει τους μαθητές με την ιδέα ότι και τα πιο φαινομενικά συνηθισμένα και τα καθημερινά πράγματα που μας περιβάλλουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πολύ πιο συγκεκριμένες δραστηριότητες, όπως για τη δημιουργία χρωμάτων που απαιτούνται για την κατασκευή έργων τέχνης. Το πακέτο δραστηριοτήτων περιλαμβάνει τα ιστορικά στοιχεία και τις πληροφορίες πίσω από τη χρήση των χρωστικών και την περιγραφή και την προέλευσης των μεταλλευμάτων που απαιτούνται για διαφορετικά χρώματα. Στο τέλος, οι μαθητές θα μπορούν να φτιάξουν τα δικά τους χρώματα από την αρχή και να ζωγραφίσουν τα δικά τους έργα τέχνης.

#### Λέξεις κλειδιά:

*Πρώτες ύλες, μέταλλα, χρωστικές ουσίες, ζωγραφική*

### Εκτεταμένες Πληροφορίες

Η χρωστική είναι υλικό το οποίο αλλάζει το χρώμα του φωτός το οποίο αντανακλά ως αποτέλεσμα της απορρόφησης συγκεκριμένων μηκών κύματος. Αυτή η φυσική διαδικασία διαφέρει από τον φθορισμό, τον φωσφορισμό και άλλες μορφές φωταύγειας, στις οποίες το υλικό εκπέμπει φως.

Πολλά υλικά έχουν την ικανότητα να απορροφούν συγκεκριμένα μήκη κύματος φωτός. Τα υλικά τα οποία ο άνθρωπος επέλεξε να χρησιμοποιήσει ως χρωστικές συνήθως έχουν συγκεκριμένες ιδιότητες που τα καθιστούν κατάλληλα για να χρωματίσουν άλλα υλικά. Μια χρωστική πρέπει να έχει υψηλή δύναμη χρωματισμού και να είναι στερεή σε φυσιολογικές θερμοκρασίες. Για βιομηχανικές, καθώς και για καλλιτεχνικές χρήσεις, η μονιμότητα και η σταθερότητα είναι επιθυμητές ιδιότητες.

Οι παλαιότερες χρωστικές ουσίες είναι τα ορυκτά. Τα οξείδια του σιδήρου χρησιμοποιήθηκαν σε πολλούς παλαιολιθικούς και νεολιθικούς πίνακες ζωγραφικής ως κόκκινα και καφέ χρώματα, ακόμα χρησιμοποιήθηκαν κάρβουνα και απανθρακωμένα κόκκαλα.

Σε μεταγενέστερους χρόνους, με την ανάπτυξη της τέχνης, η κόκκινη, η καφέ και η κίτρινη ώρα και το μαύρο, έγιναν άμεσα διαθέσιμα. Μια από τις πιο ακριβές χρωστικές ήταν η ultramarine που ήταν η μόνη που μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη του «βαθύ μπλε» χρώματος. Αυτή η χρωστική

## Εγχειρίδιο Δασκάλου

προέρχεται από την άλεση του ημιπολύτιμου πετρώματος λάπης λάζουλι (Iapis lazuli) που εξορυσσόταν στην Ασία. Οι πιο άσημοι καλλιτέχνες χρησιμοποιούσαν φθηνότερες πηγές μπλε χρώματος που ήταν είτε ένα πιο διαθέσιμο ορυκτό (αζουρίτης) είτε χρωστική βιολογικής προέλευσης.

Σήμερα, οι χρωστικές ουσίες είναι τεχνητές και η βιομηχανία τους ανέρχεται στα 30 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ ανά έτος.

### Χρωστικές από ορυκτά

#### Κίτρινη, κόκκινη και καφέ ώχρα

Η κίτρινη ώχρα παράγεται εδώ και πολλές χιλιάδες χρόνια από διάφορα οξείδια σιδήρου. Αυτά τα χρώματα κυρίως προέρχονται από οξυϋδροξείδια σιδήρου που αποτελούνται από  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , O και H. Πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμη και αν και ορισμένα ορυκτά φαίνεται να έχουν ένα χρώμα, όταν συνθλίβονται σε μικρά σωματίδια το χρώμα τους μπορεί να αλλάξει. Για παράδειγμα, ο κρυσταλλωμένος αιματίτης έχει γκρι έως μεταλλικό χρώμα, ενώ στην πραγματικότητα, όταν συνθλίβεται είναι κόκκινος. Τέτοια ορυκτά χρησιμοποιούνται και για την παραγωγή σιδήρου. Οι πρώτες ύλες είναι σχετικά άφθονες στην Ευρώπη (Σουηδία, Νορβηγία, Γερμανία, Σλοβακία) και στον υπόλοιπο κόσμο.

#### Κίτρινο

Στην αρχαιότητα το κίτρινο χρώμα προερχόταν μερικές φορές από ένα κιτρινωπό ορυκτό το θειούχο αρσενικό ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ), γνωστό και ως κίτρινη σανδαράχη. Αυτό το ορυκτό είναι εξαιρετικά τοξικό και χημικά ασυμβίβαστο με άλλα ορυκτά χρώματα, όπου είχε ως αποτέλεσμα την περιορισμένη χρήση του για την εξαγωγή χρωστικής ουσίας.

#### Μπλε

Υπάρχει ποικιλία στα διαφορετικά μπλε χρώματα. Το πιο γνωστό ήταν το ultramarine. Προήλθε από το πέτρωμα λάπης λάζουλι, που εξορύσσετε κυρίως στο Αφγανιστάν. Παλαιότερα ήταν πολύ δύσκολο να αγοραστεί στην Ευρώπη. Η φθηνότερη εναλλακτική για το μπλε χρώμα ήταν να κατασκευαστεί από το κονιοποιημένο ορυκτό αζουρίτη. Ο αζουρίτης είναι ένυδρος ανθρακικός χαλκός ( $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ). Το μπλε χρώμα που προέρχεται από τον αζουρίτη, λόγω της έλλειψης "βάθους" του χρώματος και την μακροπρόθεσμη χημική αστάθεια κατά την έκθεσή του σε συνθήκες περιβάλλοντος, δεν έχει την ίδια αξία με το μπλε που προέρχεται από το πέτρωμα λάπης λάζουλι. Το πέτρωμα λάπης λάζουλι είναι αρκετά σταθερό, και ήταν σπάνιο την εποχή του Μεσαίωνα οπότε αποτελούσε ακριβή χρωστική ουσία. Το λάπης λάζουλι αποτελείται από 3 κύρια ορυκτά, τον λαζουρίτη, τον ασβεσίτη και τον σιδηροπυρίτη. Η μεγαλύτερη εμφάνιση λάπης λάζουλι είναι στο Αφγανιστάν.

#### Κόκκινο Vermilion

Το κόκκινο χρώμα του Vermilion προήλθε από το ορυκτό θειούχο υδράργυρο αλλιώς γνωστό και ως κιννάβαρη ( $\text{HgS}$ ). Η πρώτη χρήση αυτής της χρωστικής χρονολογείται περίπου στο 7000-8000 π.Χ. στον ρωμαϊκό πολιτισμό και στην Κίνα. Η χρωστική ουσία είναι πολύ τοξική, παρόλα αυτά λόγω της λάμψης του χρώματος και της έλλειψης γνώσης ως προς την τοξικότητά της ουσίας, χρησιμοποιούνταν εκτενώς εκείνη την περίοδο. Η Κιννάβαρη χρησιμοποιούταν επίσης για την παραγωγή υδραργύρου. Ένα από τα μεγαλύτερα μεταλλεία, βρίσκεται στην Σλοβενία, και είναι σήμερα ανενεργό.

## Εγχειρίδιο Δασκάλου

### Πράσινο

Ο μαλαχίτης ήταν μια από τις πηγές για την παραγωγή ζωντανού πράσινου χρώματος. Η σύνθεσή του είναι παρόμοια με τον αζουρίτη ( $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ) και εξορυσσόταν ως μετάλλευμα χαλκού στην αρχαιότητα. Σήμερα χρησιμοποιείται κυρίως ως ημιπολύτιμος λίθος και για τη δημιουργία γλυπτών. Μπορεί να βρεθεί στη Γερμανία και στην Αυστρία σε μεγαλύτερες ποσότητες ενώ στον κόσμο υπάρχουν πολλά κοιτάσματα (π.χ. Βραζιλία, Κονγκό)

### Μαύρο

Η μαύρη χρωστική ήταν άμεσα διαθέσιμη, καθώς προέρχεται από υλικά όπως τα απανθρακωμένα ξύλα, τα οστά ή θρυμματισμένο κάρβουνο, όπου τέτοια υλικά υπήρχαν σε αφθονία. Η εμφάνιση του άνθρακα είναι συχνή ενώ η κύρια χρήση του είναι για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στη βιομηχανία χάλυβα. Μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως πρώτη ύλη για ιατρική χρήση αν η σύνθεση και η καθαρότητα του είναι κατάλληλες και λέγεται ενεργός άνθρακας.

### Γλωσσάρι

**Ορυκτό** - Ορυκτό είναι ένα φυσικώς εμφανιζόμενο ομογενές στερεό, το οποίο συνήθως σχηματίζεται με ανόργανες διαδικασίες, χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό ταξινομημένης ατομικής διάταξης, και έχει φυσικές ιδιότητες και χημική σύσταση, οι οποίες είτε είναι σταθερές είτε κυμαίνονται εντός ορισμένων ορίων.

**Μετάλλευμα** - συγκέντρωση ενός ή περισσότερων ορυκτών, που δημιουργήθηκε κατόπιν γεωλογικών διεργασιών στο φλοιό της γής ή στην επιφάνειά της ή στο θαλάσσιο πυθμένα και από την οποία μπορεί να ληφθεί, με μια περισσότερο ή λιγότερο σύνθετη και οικονομικά συμφέρουσα επεξεργασία, ένα μέταλλο (π.χ. μετάλλευμα σιδήρου). Ο όρος αυτός έχει επεκταθεί και σε μη μεταλλικά ορυκτά.

**Χρωστική ουσία** - ένα έγχρωμο υλικό που είναι (ως επί το πλείστον ή εντελώς) αδιάλυτο στο νερό

**Χρώμα** - ένα φυσικό χαρακτηριστικό των υλικών σωμάτων που εξαρτάται από το ποια μήκη κύματος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αντανακλώνται στην επιφάνειά τους

## Εγχειρίδιο Δασκάλου

# Μαθησιακά αποτελέσματα

---

Στο τέλος του μαθήματος οι μαθητές θα είναι σε θέση:

- να διακρίνουν διαφορετικές πρώτες ύλες/ορυκτά/μεταλλεύματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή χρωστικών ουσιών
- να γνωρίζουν περιληπτικά τη διαδικασία παρασκευής χρώματος από πρώτες ύλες
- να επισημάνουν τις πιθανές χρήσεις των πρώτων υλών στην καθημερινή ζωή
- να συσχετίσουν την αφθονία των πρώτων υλών στη Γη, με την τρέχουσα κατάσταση που επικρατεί στην Ευρώπη.

## Περιεχόμενα εργαλειοθήκης – Θεωρητικές αρχές

---

Τα ορυκτά και τα μεταλλεύματα αποτελούν βασικό κινητήριο μηχανισμό της τεχνολογικής προόδου και χρησιμοποιούνται και χρειάζονται στην καθημερινότητά μας. Από αυτά παράγονται ποικίλα προϊόντα, από πολύτιμα μέταλλα για την βιομηχανία ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών ειδών, στοιχεία για μπαταρίες αυτοκινήτων, ακόμα και για την παραγωγή χαρτιού.

Πριν υπάρξει οποιοδήποτε αυτοκίνητο ή κινητό τηλέφωνο, μία από τις πρώτες εφαρμογές των ορυκτών πρώτων υλών ήταν η τέχνη. Οι πρώτες γνωστές εφαρμογές χρωστικών ουσιών χρονολογούνται ήδη από 250.000 χρόνια π.Χ.

Η εργαλειοθήκη αποτελείται από χρωστικές, γουδί και γουδοχέρι για την κονιοποίηση μαλακότερων χρωστικών, δείγματα ορυκτών και πετρωμάτων, δοχεία και την περιγραφή της δραστηριότητας. Το μέσο (βάση) για τη ζωγραφική παρέχεται μερικώς (λινέλαιο) ενώ πρέπει να προμηθευτεί από δάσκαλο ή τους μαθητές ο κρόκος αυγού.

## Εγχειρίδιο Δασκάλου

# Εργαστηριακή Διαδικασία/Δραστηριότητα

Το πείραμα αποτελείται από την ακόλουθη ενότητα:

### Ενότητα 1 – Χρωματισμός με ορυκτά

Η «αυγοτέμπερα» είναι ένα από τα παλαιότερα μέσα για την δημιουργία πινάκων ζωγραφικής που έφτασε στο απόγειό της δημοτικότητας της κατά την αναγέννηση. Αργότερα η αυγοτέμπερα αντικαταστάθηκε από τα χρώματα με βάση το λάδι, παρόλα αυτά κάποιοι καλλιτέχνες ακόμη και σήμερα επιλέγουν την διαδικασία αυτή για να φτιάξουν τα χρώματα που χρησιμοποιούν.

Η αυγοτέμπερα αποτελείται από τρία κύρια συστατικά:

- Κρόκος αυγού
- Χρωστική σε σκόνη
- Νερό (προτιμάται αποσταγμένο)

Η διαδικασία για την παρασκευή αυγοτέμπερας είναι αρκετά απλή.

1. Προετοιμασία χρωστικής (άλεση/ κονιοποίηση εάν χρειάζεται)
2. Διαχωρισμός του κρόκου από το ασπράδι
3. Ανακάτεμα του νερού (  $\frac{1}{2}$  έως 1 κουταλάκι του γλυκού) με τον κρόκο του αυγού
4. Προσθήκη νερού στη χρωστική ουσία σε ξεχωριστό δοχείο μέχρι να αποκτήσει την υφή παχύρρευστης λάσπης
5. Ανακάτεμα ίσες ποσότητες κρόκου αυγού με την έτοιμη χρωστική ουσία
6. Ανακάτεμα μέχρι να ομογενοποιηθεί το χρώμα

Οι ορυκτές χρωστικές ουσίες που παρέχονται είναι:

- Κόκκινο (αιματίτης)
- Κίτρινη ώχρα (λειμωνίτη)
- Μπλε (λάπις λάζουλι)
- Πράσινο (μαλαχίτης)
- Μαύρο (κάρβουνο)

Το κίνητρο της ζωγραφικής επιλέγεται από τον δάσκαλο.

Το RM@Art BOX μπορεί να ζητηθεί από:

Αναπλ. Καθ. Marko Cvetković

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



## Εγχειρίδιο Δασκάλου

# Διαδρομή Μάθησης

**Βήμα 1- Εισαγωγή (Γη και πρώτες ύλες):** 10 - 15 λεπτά - Οι δάσκαλοι κάνουν μια σύντομη εισαγωγή με μια παρουσίαση PowerPoint.

**Βήμα 2 – Άλεσμα ορυκτών:** 5 - 10 λεπτά - Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες (κατά προτίμηση 3-4 ατόμων). Κάθε ομάδα παίρνει λίγα δείγματα ορυκτών και τα αλέθει σε σκόνη.

**Βήμα 3 – Ανάμειξη χρωμάτων:** 10 λεπτά – Οι μαθητές από κάθε ομάδα παίρνουν δοχεία από την εργαλειοθήκη και αναμινγνούν τη χρωστική ουσία με λινέλαιο, νερό και αυγό (αν είναι δυνατόν).

**Βήμα 4 – Ζωγραφική με ορυκτά:** 60 λεπτά – Κάθε μαθητής παίρνει έναν καμβά ή χαρτί και σχεδιάζει μια εικόνα με βάση ένα δεδομένο θέμα (Εάν το θέμα το απαιτεί, λίγοι μαθητές μπορούν να ζωγραφίσουν πάνω στον ίδιο καμβά)



## Αξιολόγηση

Με τις εφαρμογές Mentimeter ή το Kahoot μπορεί να δημιουργηθεί για τους μαθητές ένα quiz κατανόησης που θα καλύπτει γενικές πληροφορίες για τις ορυκτές πρώτες ύλες αλλά και για τη σχέση των ορυκτών και των χρωστικών.

Παραδείγματα ερωτήσεων

- Ο μαλαχίτης σαν ορυκτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή:
  - Σιδήρου
  - Αλουμινίου
  - **Χαλκού**
  - Λιθίου
- Ποιο από τα παρακάτω χρώματα είναι τοξικό?
  - Κόκκινη ώχρα
  - **Vermilion κόκκινο**
  - Μαύρο
  - Μπλε

## Εγχειρίδιο Δασκάλου

- Where in the world can lapis lazuli be found? Που υπάρχει εμφάνιση λαπίς λαζουλί;
  - Κίνα
  - **Αφγανιστάν**
  - Βραζιλία
  - Ινδία
- Η κίτρινη σανδαράχη εκτός από χρωστική ουσίας χρησιμοποιείται και ως μετάλλευμα για την εξόρυξη του:
  - Κάδμιο (Cd)
  - Μολυβδαίνιο (Mo)
  - **Αρσενικό (As)**
  - Χαλκός (Cu)
- Η πρώτη χρήση των χρωμάτων χρονολογείται από:
  - 10,000 χρόνια π.Χ.
  - 57,000 χρόνια π.Χ.
  - 135,000 χρόνια π.Χ.
  - **250,000 χρόνια π.Χ.**

## Περιγραφή της Κάρτας Μαθητή

---

### Κάρτα Μαθητή 1 – Ζωγραφίζοντας με τα ορυκτά

Σε αυτή τη κάρτα περιγράφεται αναλυτικά η πειραματική διαδικασία και πως χρησιμοποιείται η εργαλειοθήκη. Σχεδόν όλα τα υλικά παρέχονται από την εργαλειοθήκη.

## Πηγές

---

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



## Εγχειρίδιο Δασκάλου

### Ευχαριστίες

---

Η εργαλειοθήκη RM@Art αναπτύχθηκε με κατά τη διάρκεια του προγράμματος RM@Schools ESEE το οποίο χρηματοδοτείται από το EIT RawMaterials. Οι συγγραφείς είναι ο Marko Cvetković και η Ana Brcković από το πανεπιστήμιο του Ζάγκρεμπ από τον τομέα μεταλλευτικής, γεωλογίας και μηχανικής πετρελαίων. (University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering).