

## Έκδοση του ΚΕΝΤΡΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΛΑΥΡΙΟΥ



Η έκδοση αυτή χρηματοδοτήθηκε από τό ταμείο της Διαχειριστικής Επιτροπής του ΚΠΕ Λαυρίου

© Copyright: Δημήτρης Παπαδόπουλος, ΚΠΕ ΛΑΥΡΙΟΥ

**Συγγραφική ομάδα:** Παπαδόπουλος Δημήτριος, Βιολόγος-Ωκεανογράφος, Αναπληρωτής Υπ. ΚΠΕ Λαυρίου, Δημοπούλου Βασιλική, Χημικός, μέλος Π.Ο.ΚΠΕ Λαυρίου, Pancucci-Παπαδόπουλου Αντονέλλα, Μ.Α. Βιολόγος-Ωκεανογράφος, Ερευνήτρια Β' ΕΛΚΕΘΕ, Αναγνώστου Χρήστος, Γεωλόγος-Ιζηματολόγος, Διευθυντής ερευνών ΕΛΚΕΘΕ.

**Παραγωγή-Σχεδιασμός και Επιμέλεια έκδοσης:** Εκδόσεις Καλειδοσκόπιο • [www.kaleidoscope.gr](http://www.kaleidoscope.gr)

**Σελιδοποίηση:** 4design, Χριστίνα Γαγγάδη

**Σκίτσα, διαγράμματα, φωτογραφίες:** Καρμέλο Παπαδόπουλος, Δημήτρης Παπαδόπουλος

Ευχαριστούμε την Εταιρεία Μελετών Λαυρεωτικής (ΕΜΕΛ) που μας επέτρεψε τη φωτογράφιση  
ορυκτών του Ορυκτολογικού Μουσείου Λαυρίου.

### ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΛΑΥΡΙΟΥ

Ταχ. Διεύθυνση: Τ.Π.Π.Λ. Τ.Θ. 518, 195 00 Λαύριο

Τηλ.: 22920-22693, fax: 22920-25780

E-mail: [Kpelav@yahoo.gr](mailto:Kpelav@yahoo.gr)

[www.kpelavrio.info](http://www.kpelavrio.info)

**Παιδαγωγική ομάδα του ΚΠΕΛ 2009-2010:** Παπαπαύλου Θεόδωρος, ΠΕ70 Δάσκαλος (Υπεύθυνος του ΚΠΕ), Παπαδόπουλος Δημήτρης, ΠΕ04 Βιολόγος-Ωκεανογράφος (Αναπληρωτής Υπ.), Βασιλάκης Νίκος, ΠΕ11 Γυμναστής, Βλάχου Μαρία, ΠΕ02 Φιλόλογος, Δημοπούλου Βασιλική, ΠΕ04 Χημικός, Μήνος Μανώλης, ΠΕ70 Δάσκαλος, Μιχαηλίδου Ειρήνη, ΠΕ14 Γεωπόνος

ISBN 978-960-98437-7-5

# Υπόγειο με θέα

Ο γεώτοπος της Λαυρεωτικής  
από τη σκοπιά της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ** ..... 7

## **Η ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ**

<b>Γεωιστορία</b> .....	8
Το «αυτόχθονο» υπόστρωμα της Λαυρεωτικής δημιουργείται.....	9
<i>Τριαδικό</i> .....	9
<i>Ιουρασικό</i> .....	9
Το «αυτόχθονο» αλλάζει... .....	9
<i>Κρητιδικό</i> .....	10
Το «αυτόχθονο» επιτέλους αναδύεται.....	10
<i>Παλαιόκαινο</i> .....	10
Η Λαυρεωτική φοράει καπέλο.....	11
<i>Ηώκαινο</i> .....	11
<i>Ολιγόκαινο</i> .....	11
Κι έρχονται, επιτέλους, τα μέταλλα.....	12
<i>Μειόκαινο</i> .....	12
<i>Πλειόκαινο</i> .....	12
<i>Πλειστόκαινο</i> .....	13
... στο τέλος έρχεται κι ο άνθρωπος! .....	13
<i>Ολόκαινο</i> .....	13

## **Η ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ**

<b>Βιοϊστορία</b> .....	15
<i>Τριαδικό</i> .....	15
<i>Ιουρασικό</i> .....	16
<i>Κρητιδικό</i> .....	16

<i>Παλαιόκαινο</i> .....	17
<i>Ηώκαινο</i> .....	17
<i>Ολιγόκαινο</i> .....	18
<i>Μειόκαινο</i> .....	18
<i>Πλειόκαινο</i> .....	19
<i>Πλειστόκαινο</i> .....	20
<i>Ολόκαινο</i> .....	20
<b>Κάθοδος των «σοφών» και εκμετάλλευση της Λαυρεωτικής</b> .....	22
<b>ΟΔΟΙΠΟΡΙΚΟ ΣΤΗ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗ</b> .....	23
<i>Θορικός</i> .....	23
<i>Καμάριζα</i> .....	24
<i>Το Χάος, οι αρχαίες στοές και η Σουύριζα</i> .....	27
<i>Σούνιο</i> .....	31
<i>Η πόλη του Λαυρίου</i> .....	32
<i>Το Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου (ΤΠΠΛ)</i> .....	36
<b>ΤΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ</b>	
α. Πυριγενή πετρώματα .....	38
β. Ιζηματογενή πετρώματα .....	38
γ. Μεταμορφωμένα πετρώματα .....	40
<b>ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΑ</b>	
Πώς μπορούμε να αναγνωρίσουμε ένα ορυκτό .....	42
Οι αστέρες της λαυρεωτικής γης αυτοσυστήνονται .....	44
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	47



## Εισαγωγή

**Η**λαυρεωτική καταλαμβάνει το νότιο τμήμα της Αττικής, εκτεινόμενη από την Κερατέα και το Λαύριο ως το Σουύνιο. Είναι μια άνυδρη γωνιά γης με χαμηλή βλάστηση, σπαρμένη από αραιές –και συχνά αυθαίρετες– κατοικίες, ανάμεσα σε σωρούς απορριμμάτων της μεταλλουργίας. Στο νότο, εκεί όπου το ακρωτήρι συναντά περήφανα τον Σαρωνικό κόλπο, δεσπόζει ο λαμπρός ναός του Ποσειδώνα, θυμίζοντας ένδοξες εποχές... Κι όμως, με προστάτες τους θεούς της θάλασσας και της σοφίας, αλλά και «δωρητές» τον Πλούτωνα και τον Ήφαιστο, η γωνιά αυτή είχε κρυμμένους θησαυρούς μέσα στη γη της: τα πολύτιμα **μέταλλα**.

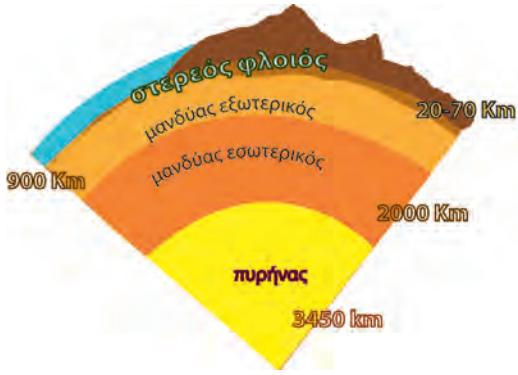
Τι απέγινε ο «θησαυρός» αυτός σήμερα; Πού βρίσκεται;

Για να σας απαντήσουμε και να ανακαλύψετε «**θησαυρούς**», σας προτείνουμε ένα οδοιπορικό στο μυστηριώδες και ελκυστικό **γεωλογικό** και, παράλληλα, **ιστορικό περιβάλλον** της Λαυρεωτικής. Στη συντροφιά μας θα έχουμε παλιούς μεταλλωρύχους, γεωλόγους, βιολόγους, χημικούς, αρχαιολόγους, αλλά και βιβλία, σκαπάνες και άλλα αναγκαία. Με τη βοήθειά τους, θα προσπαθήσουμε να μελετήσουμε τη γένεση πετρωμάτων και μετάλλων σε προηγούμενους γεωλογικούς αιώνες, τη μεταμόρφωσή τους, τη μετέπειτα διάβρωση και εξέλιξή τους, καθώς και τη διαχρονική παρουσία και σχέση του ανθρώπου με αυτό το γεωλογικό περιβάλλον. Άλλα προσέξτε! Οι θησαυροί που μας συναρπάζουν, μπορούν και να μας αιχμαλωτίσουν. Αυτό είναι άλλωστε το αντίτιμο που καλείται να πληρώσει συχνά ο ερευνητής που «**ορέγεται του ειδέναι**».

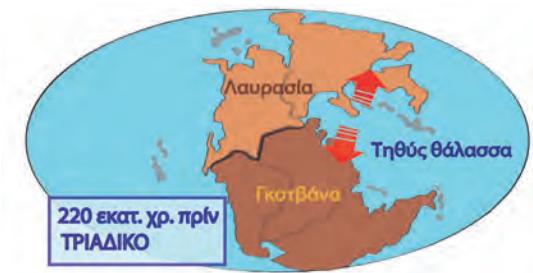
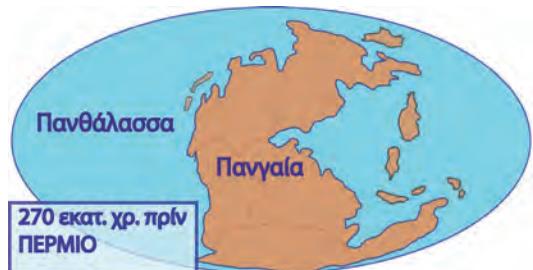
Πρόθεση των συγγραφέων είναι να αναδείξουν το οικονομικό και κοινωνικό όφελος που καρπώθηκε από το θησαυρό αυτό η κλασική Αθήνα και το σύγχρονο ελληνικό κράτος. Παράλληλα, πιστεύουμε ότι το Λαύριο σήμερα μπορεί να αποτελέσει ένα «σχολείο πολιτισμού», φέρνοντας σε επαφή τους εκπαιδευτικούς, τους μαθητές και κάθε πολίτη με το γεωλογικό περιβάλλον, βοηθώντας τους να μελετήσουν την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με αυτό.

Πιστεύουμε ότι, ιδιαίτερα η εκπαιδευτική κοινότητα, καθώς και η Π.Ε. μέσω του ΚΠΕΛ, έχει την υποχρέωση να αναζητήσει τρόπους προστασίας αλλά και ανάδειξης αυτής της γεωλογικής κληρονομιάς, που παράλληλα αποτελεί ανεκτίμητο **πολιτιστικό και εκπαιδευτικό θησαυρό**. Τους σκοπούς αυτούς θα θέλαμε να υπηρετεί η παρούσα έκδοση.

Η συγγραφική ομάδα



Εικόνα 1. Το εσωτερικό της Γης



Εικόνα 1.1. Απλοποιημένη αναπαράσταση των γεωλογικών περιόδων Περμίου και Τριαδικού (από σχέδια του καθηγητή F. Boschetto)

Εικόνα 1.2. Απεικόνιση της Τηθύος (μωσαϊκό από ρωμαϊκό σπίτι, 4ος αι. μ.Χ., Μουσείο Shahba, Συρία.)



## Η ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ

Η διαμόρφωση του γήινου αναγλύφου χαράσσει αρχικά την εξελικτική ιστορία της ζωής και, κατά συνέπεια, δημιουργεί τις συνθήκες για την ανθρώπινη ιστορία. Έτσι, ακολουθώντας τα ίχνη της γεωιστορίας, μπορούμε να βρούμε τις αιτίες και συνθήκες γένεσης των ειδών και, γενικά, να ακολουθήσουμε τη βιολογική εξέλιξη.

Ας δούμε λοιπόν την πορεία της ελληνικής γεωλογικής εξέλιξης και κυρίως αυτή της Λαυρεωτικής στο πέρασμα των γεωλογικών αιώνων. Θα τη μελετήσουμε μέσα από θεωρίες που διατυπώθηκαν για να εξηγήσουν την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμων μεταλλοφόρων κοιτασμάτων, να ερμηνεύσουν τις προϊστορικές γεωλογικές μεταβολές, αλλά και να προβλέψουν τις επερχόμενες, σε σχέση με τις κλιματικές αλλαγές.

## ΓΕΩΙΣΤΟΡΙΑ

Η ιστορία της Λαυρεωτικής αρχίζει πριν από εκατομμύρια χρόνια, όταν συγκεντρώνονταν τα υλικά κατασκευής, η συνταγή, ο μάστορας και η χρηματοδότηση! Είμαστε 270 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα και η Γη έχει σταθεροποιηθεί σαν ουράνιο σώμα, έχοντας εξωτερικά ένα λεπτό και εύθραυστο φλοιό, εσωτερικά τον πυρήνα, με βαριά και διάπυρα υλικά, και ενδιάμεσα το μανδύα, γεμάτο από το **μάγμα**, ένα υλικό πυκνό, θερμό, ρευστό και ανήσυχο (ΕΙΚ. 1). Ο στερεός φλοιός είναι καλυμμένος από θάλασσα, την **Πανθάλασσα**, στη μέση της οποίας δεσπόζει μια μεγάλη ήπειρος, η **Πανγαία**. Η Πανγαία, επιπλέοντας πάνω από τα ισχυρά ρεύματα του πύρινου μάγματος, ραγίζει και αρχίζει να χωρίζεται· τον κενό χώρο καταλαμβάνει τότε μια θάλασσα, που ονομάστηκε **Τηθύς<sup>1</sup>** (ΕΙΚ. 1.1). Ήταν τότε μια εποχή χωρίς... Ελλάδα, που ονομάζεται **Τριαδικό**.

1. Σύμφωνα με τη μυθολογία, η Τηθύς ήταν γυναικεία θεότητα που κατείχε όλη τη σοφία του κόσμου. Ήταν κόρη του Ουρανού και της Γης, μητέρα των ποταμών και 3.000 Ωκεανίδων. (ΕΙΚ. 1.2)

## Το «αυτόχθονο» υπόστρωμα της Λαιρεωτικής δημιουργείται...

### ► Τριαδικό (250-204 εκατομ. χρόνια πριν από σήμερα)

Η Ελλάδα τον καιρό εκείνο είναι... υπό κατασκευή. Πώς; Στην Τηθύ θάλασσα ζουν κοράλλια και μικροσκοπικοί οργανισμοί με ανθρακικά μικροκελύφη (εικ. 2), τα οποία, όταν πεθαίνουν, καταλήγουν στο βυθό. Για εκατομμύρια χρόνια, λοιπόν, ο πυθμένας στρώνεται από τους οργανισμούς αυτούς, οι οποίοι σταδιακά μετατρέπονται σε ίζημα πάχους εκατοντάδων μέτρων. Με τη συμπίεση αυτού δημιουργούνται ασβεστολιθικά πετρώματα, τα οποία, μετά από 70 εκατομμύρια χρόνια, θα μεταμορφωθούν στα γνωστά **μάρμαρα**. Σε άλλες εποχές, όταν επικρατούν βροχές στο χερσαίο τμήμα, ατέλειωτα ποτάμια μεταφέρουν αργιλική ιλύ (λάσπη) από τη στεριά (Πανγαία) στον πυθμένα της Τηθύος, που αργότερα και αυτή θα μεταμορφωθεί και θα δώσει το **σχιστόλιθο**. Καλύπτεται έτσι ο βυθός από επάλληλες στρώσεις ίζημάτων θαλάσσιας και χερσαίας προέλευσης, οι οποίες, μετά από μακροχρόνιες αλλαγές και περιπέτειες, θα αποτελέσουν το γεωλογικό υπόστρωμα της Λαιρεωτικής. Αυτό θα το λέμε, στο εξής, **αυτόχθονο** (εικ. 3).

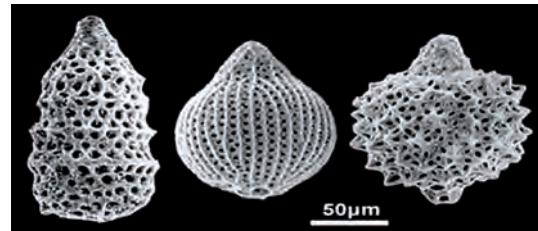
### ► Ιουρασικό (204-146 εκατομμύρια χρόνια π.σ.)

Τα ρεύματα του μάγματος (τεράστιες εσωτερικές τεκτονικές δυνάμεις) αναγκάζουν την Πανγαία να χωριστεί σε δύο μεγάλες **τεκτονικές πλάκες**, που ονομάζονται **Λαιρασία** και **Γκοντβάνα**. Θα μπορούσαμε να τις χαρακτηρίσουμε μεγα-ήπειρους: περιέχουν ηπειρωτικό τμήμα και τη θάλασσα που το περιβάλλει, με τον πυθμένα της. Οι μεγα-ήπειροι αυτές γλιστρούν πάνω σε αντίθετα ρεύματα του μάγματος και απομακρύνονται μεταξύ τους. Τον κενό χώρο που δημιουργείται καταλαμβάνει η Τηθύς θάλασσα, που επεκτείνεται και βαθαίνει. (εικ. 4).

## Το «αυτόχθονο» αλλάζει...

### ► Κρητιδικό (146-65 εκατομμύρια χρόνια π.σ.)

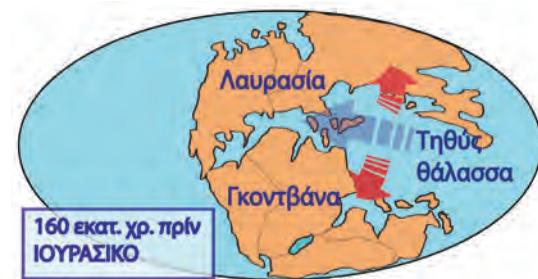
Κατά την περίοδο αυτή εμφανίζονται δυνάμεις που τεμαχίζουν τη Λαιρασία σε Ευρασία και Βόρεια Αμερική και την Γκοντβάνα σε Νότια Αμερική και Αφρική. Επίσης, έχουμε αντιστροφή των



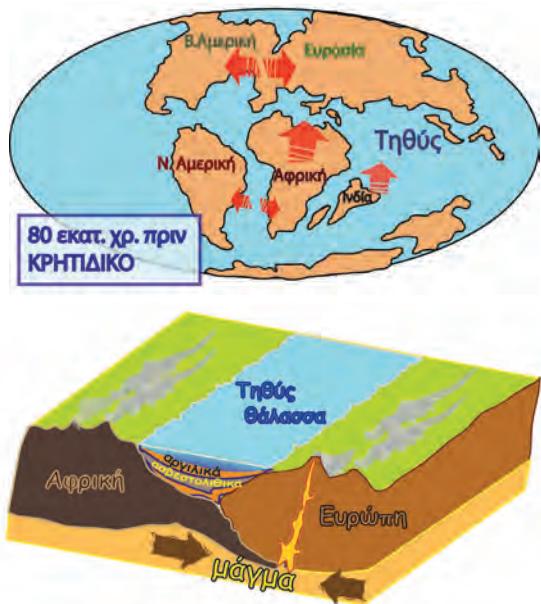
**Εικόνα 2.** Τα κελύφη των Ακτινόζωων και άλλων μικροσκοπικών οργανισμών δημιούργησαν τα ίζηματα της Τηθύος



**Εικόνα 3.**  
Η δημιουργία  
του αυτόχθονου  
στον πυθμένα  
της Τηθύος



**Εικόνα 4.** Με την απόκλιση των λιθοσφαιρικών πλακών, η Τηθύς επεκτείνεται...



**Εικόνα 5.** Με τη σύγκλιση των λιθοσφαιρικών πλακών, η Τηθύς συρρικνώνται

τεκτονικών δυνάμεων στην Τηθύ θάλασσα. Έτσι, ενώ προηγουμένως η σημερινή Ευρώπη και η Αφρική απομακρύνονταν μεταξύ τους, τώρα πλησιάζουν (**εικ. 5**). Ο διαχωρισμός των ηπείρων προκαλεί τεράστια ρήγματα και η προσέγγιση γιγάντιες πτυχώσεις (οροσειρές).

Ο χώρος της σημερινής Μεσογείου αναστατώνεται τόσο πολύ από το στρίμωγμα Ευρώπης και Αφρικής, ώστε η βαρύτερη Αφρική αρχίζει να εισχωρεί κάτω από την Ευρώπη. Η Τηθύς περιορίζεται συνεχώς και το στερεό υπόβαθρό της σπάζει σε μεγάλα κομμάτια, τα οποία εξαιτίας των ζωηρών τεκτονικών δυνάμεων ανεβοκατεβαίνουν συνεχώς.

Η Λαυρεωτική (δηλαδή το «αυτόχθονο»), που βρίσκεται πάντα στον πυθμένα της Τηθύος, εισχωρεί σε βαθύτερα στρώματα του φλοιού, όπου επικρατούν συνθήκες μεγαλύτερης θερμοκρασίας και πίεσης, με συνέπεια τη μεταμόρφωση των αργιλικών και ασβεστολιθικών πετρωμάτων σε **μάρμαρα** και **σχιστόλιθους**.

Προς το τέλος της περιόδου συμβαίνουν δύο κοσμοϊστορικά γεγονότα: **α.** η πιο μεγάλη πλημμύρα στην ιστορία της Γης, γνωστή με την εντυπωσιακή ονομασία «επίκλυση του Καινομανίου» και **β.** μια τεράστια ανατροπή των αβιοτικών και βιοτικών χαρακτηριστικών του γήινου οικοσυστήματος, πιθανόν από πτώση αστεροειδούς στον Κόλπο του Μεξικού, που αλλάζει τον κόσμο (**εικ. 6**).



**Εικόνα 6.** Πτώση αστεροειδούς στη χερσόνησο Γιουκατάν (Μεξικό)

## Το «αυτόχθονο» επιτέλους αναδύεται...

### ► Παλαιόκαινο (65-56 εκατομμύρια χρόνια π.σ.)

Ακόμα και μετά την καταστροφή από τον αστεροειδή, τα πετρώματα της Γης δεν βρίσκουν ησυχία. Η Αφρική προσπαθεί απεγνωσμένα να φτάσει την Ευρώπη, πυροδοτώντας έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα στην περιοχή, από την οποία θα προκύψουν **τα ηφαίστεια του Νότιου Αιγαίου**. Η μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος ανεβαίνει, η Τηθύς περιορίζεται και η Ευρασία τσαλακώνεται σαν εφημερίδα, δημιουργώντας τις Άλπεις, τις **οροσειρές του ελλαδικού χώρου** (ελληνίδες οροσειρές) και τα Ιμαλαία (**εικ. 7**).

Έχοντας περάσει εκατομμύρια χρόνια στα έγκατα της Γης, η **Λαυρεωτική**, με το «αυτόχθονό» της από μάρμαρο και σχιστόλιθο, αναδύεται οριστικά. Όμως οι περιπέτειές της δεν τελειώνουν εδώ. Τώρα, ήλιος, βροχή και αέρας την υποβάλλουν σε νέα ταλαιπωρία: τη **διάβρωση**.

## Η Λαυρεωτική φοράει καπέλο...

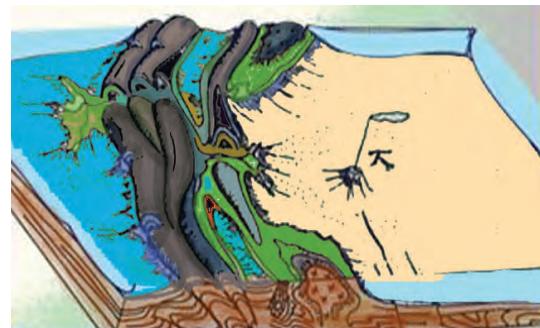
### ► Ηώκαινο (56-34 εκατομμύρια χρόνια π.σ.)

Η νέα εποχή σηματοδοτείται από την αυγή (ηώς) της ζωής όπως τη γνωρίζουμε σήμερα. Η Τηθύς περιορίζεται ακόμα περισσότερο (εικ. 7.1) και μεγάλα κομμάτια στεριάς μετατοπίζονται. Μια θάλασσα, της οποίας σήμερα απομένει ένα μικρό μέρος, η Κασπία, χωρίζει την Ευρώπη από την Ασία. Στην περιοχή μας, η Αττική ενώνεται με την υπόλοιπη Ελλάδα κι ένα κομμάτι από σχιστόλιθο εφιππεύει (καβαλάει) τη Λαυρεωτική, η οποία, εκτός από το ταλαιπωρημένο «**αυτόχθονο**» τμήμα, αποκτά τώρα και καπέλο, το λεγόμενο «**επωθημένο**».

### ► Ολιγόκαινο

#### (=ολίγον νέα εποχή, 34-23 εκατομμύρια χρόνια π.σ.)

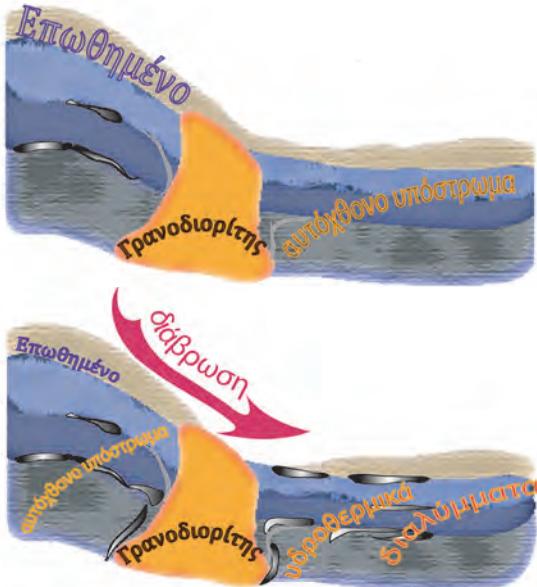
Ο καιρός κρυώνει για τα καλά, οι θάλασσες φτάνουν στη χαμηλότερη στάθμη τους και η Τηθύς συρρικνώνεται τόσο, που αλλάζει όνομα: γίνεται η **Μεσόγειος Θάλασσα**. Τα μεγαλεία, δηλαδή, τέλος! Η προσέγγιση μεταξύ Ευρώπης και Αφρικής αυ-



**Εικόνα 7.** Γένεση των ελληνίδων οροσειρών

**Εικόνα 7.1.** Συρρίκνωση της Τηθύος και γέννηση της Μεσογείου





**Εικόνες 8-9.** Εμπλουτισμός των πετρώματων της Λαυρεωτικής με ηφαιστειακά πετρώματα και υδροθερμικά διαλύματα



**Εικόνα 10.** Η Μεσόγειος στεγνώνει: «Μεσσήνιος κρίση»



**Εικόνα 11.**  
Κατά το Πλειόκαινο,  
η Μεσόγειος  
ξαναγεμίζει

ξάνει την ηφαιστειακή δράση στην περιοχή μας, φέρνει όμως και δώρα στη Λαυρεωτική.

## Κι έρχονται, επιτέλους, τα μέταλλα...

### ► Μειόκαινο

(=μερικώς νέα εποχή, 23-5,3 εκατομμύρια χρόνια π.σ.)

Άτακτη και αυτή η εποχή! Με τον περιορισμό της θάλασσας, η ξηρά επεκτείνεται και ο ελλαδικός χώρος –μαζί με το Αιγαίο– γίνεται στεριά, με το όνομα **Αιγαίδα**. Εδώ, στη Λαυρεωτική, μια ποσότητα μάγματος από το εσωτερικό της Γης βρίσκει διέξοδο προς την επιφάνεια. Εκεί συναντά τα πετρώματα της Λαυρεωτικής, μπαίνει μέσα στο «**αυτόχθονο**», αλλά δεν διαπερνά το «**επωθημένο**» (εικ. 8). Το μάγμα κρυώνει σιγά σιγά και γίνεται ένα πέτρωμα σκληρό, ο **γρανίτης**. Το ακολουθούν και κάποια θερμά και ρευστά διαλύματα (**υδροθερμικά**) που, επιτέλους, περιέχουν **χρήσιμα και πολύτιμα ΜΕΤΑΛΛΑ**. Αυτά αλλάζουν χημικά τα γύρω πετρώματα και γεμίζουν με μέταλλα τις διαχωριστικές επιφάνειες μαρμάρων και σχιστόλιθων. Τα φαινόμενα αυτά οφείλονται σε εσωτερικές τεκτονικές δυνάμεις. Κατόπιν, τα επιφανειακά στρώματα διαβρώνονται από εξωτερικά αίτια, οι προηγούμενες δομές τους καταστρέφονται και τα υλικά τους μεταφέρονται από τα υψηλότερα σημεία στα χαμηλότερα, αποκαλύπτοντας κατ' αυτό τον τρόπο τα «μυστικά» των βαθύτερων στρωμάτων (εικ. 9).

Αλλά και στην ευρύτερη γειτονιά μας γίνονται αλλαγές. Στη Μεσόγειο, κλείνει τελείως το στενό του Γιβραλτάρ και, λόγω της εξάτμισης του νερού, η στάθμη της θάλασσας μειώνεται κατά 50 μ. Η περίοδος αυτή είναι γνωστή ως «**Μεσσήνιος κρίση**» (εικ. 10).

### ► Πλειόκαινο (5,3-1,8 εκατομμύρια χρόνια π.σ.)

Αρχικά, ανοίγει πάλι το στενό του Γιβραλτάρ και τα νερά του Ατλαντικού ρέουν προς τη Μεσόγειο, δημιουργώντας τους μεγαλύτερους καταρράκτες του κόσμου (εικ. 11).

Στην Αττική επικρατούν συνθήκες... παραδείσου, όπως μαρτυρούν τα απολιθώματα στο Πικέρμι. Ωστόσο, το ψύχος εντέλει επικρατεί. Μάλιστα, προς το τέλος του Πλειοκαίνου, εμφανίζονται οι γνωστοί παγετώνες.

► **Πλειστόκαινο (1,8 εκατομμύρια χρόνια-11.000 π.σ.)**

Οι παγετώνες επικρατούν (**εικ. 12**). Μολονότι δεν σκεπάζουν την Αττική, οι κλιματικές αλλαγές είναι τόσο γρήγορες και αλλόκοτες, που τελικά διαμορφώνουν, μαζί με τις τεκτονικές δυνάμεις, σχεδόν οριστικά το ανάγλυφό της (**εικ. 13**).

Αυτή είναι, με λίγα λόγια, η γεωιστορία της Λαυρεωτικής. Όλα κυριούν ήρεμα κι ωραία, ώσπου...

**... στο τέλος έρχεται κι ο άνθρωπος!**

► **Ολόκαινο (11.000 π.σ.-σήμερα)**

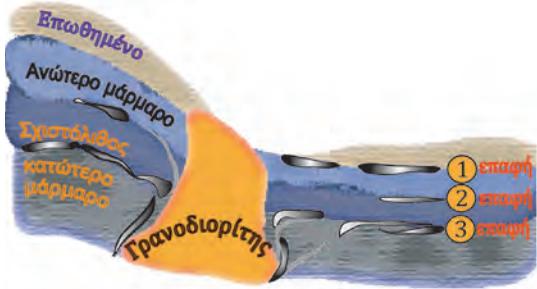
Αρχίζει στο τέλος του τελευταίου παγετώνα. Από την τήξη του, η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει (...όπως και σήμερα, λόγω νέας κλιματικής αλλαγής). Ο άνθρωπος αρχίζει να εκμεταλλεύεται όλο και πιο εντατικά τη γη και άρα είναι αυτός που πλέον επηρεάζει το ανάγλυφο.



Εικόνα 12. Παγετώνες

Εικόνα 13. 34 εκατομμύρια χρόνια αργότερα





Εικόνα 14. Πού θα βρείτε το μετάλλευμα...

Εικόνα 15. «Απαγορευμένες» παραλίες του Λαυρίου

## Η ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ

Τα **μεταλλεύματα** που μέχρι τώρα έχουν υποστεί εκμετάλλευση ανήκουν στα μικτά θειούχα (BPG). Περιλαμβάνουν **γαληνίτη** ( $PbS$ ), πλούσιο σε μόλυβδο και άργυρο, **σφαλερίτη** ( $ZnS$ ) και **σιδηροπυρίτη** ( $FeS_2$ ). Η προέλευσή τους συνδέεται με την άνοδο της γρανιτικής μάζας στην Πλάκα Κερατέας (γρανοδιορίτης), η οποία συνοδεύτηκε, κατά το Μειόκαινο, από την άνοδο υδροθερμικών διαλυμάτων που περιείχαν μέταλλα.

Η μεταλλοφορία φιλοξενείται μέσα στο αυτόχθονο υπόστρωμα της Λαυρεωτικής, που περιλαμβάνει βαθύτερα το στρώμα **κατώτερου μαρμάρου**, ενδιάμεσα τον **κατώτερο σχιστόλιθο** και πάνω το **ανώτερο μάρμαρο**. Όπως προείπαμε, τα υδροθερμικά διαλύματα κατά την άνοδό τους διαπερνούν εύκολα το μάρμαρο αλλά δύσκολα το σχιστόλιθο, γεμίζοντας έτσι τα κενά περισσότερο στην επαφή μεταξύ του κατώτερου μαρμάρου-κατώτερου σχιστόλιθου Καμάριζας (70-100 μ. βάθος,), γνωστή στους μεταλλωρύχους ως **3<sup>η</sup> επαφή** (εικ. 14). Η 2<sup>η</sup> επαφή (κατώτερου σχιστόλιθου-ανώτερου μαρμάρου) είναι φτωχή σε μέταλλα, ενώ η 1<sup>η</sup>, εύκολα προσβάσιμη και αξιόλογη, βρίσκεται σχεδόν επιφανειακά, μεταξύ ανώτερου μαρμάρου και ανώτερου



σχιστόλιθου. Ο σχιστόλιθος αυτός, μαζί με μάρμαρα, συνθέτει τα πετρώματα του επωθημένου καλύμματος.

Τη σημερινή μορφή του γεωλογικού αναγλύφου στο Λαύριο ολοκληρώνουν οι τεράστιες μάζες τοξικών απορριμμάτων της μεταλλουργίας («σκωρίες»). Μαύροι ή κίτρινοι λόφοι, διάσπαρτοι στην πόλη και στις ακτές, θυμίζουν τις συνέπειες της ανεξέλεγκτης γεωλογικής εκμετάλλευσης και υποθηκεύουν το μέλλον (εικ. 15) της περιοχής. Τελευταία, ένα πολύ μικρό μέρος των «σκωριών» εξυγιάνθηκε (δηλαδή ενταφιάστηκε υπό αυστηρές προδιαγραφές μέσα στο έδαφος), ενώ ένα άλλο απλώς σκεπάστηκε με κοκκινόχωμα, για να μην προβληματίζει τον κάτοικο και απωθεί τον επισκέπτη.

## ΒΙΟΪΣΤΟΡΙΑ

### ► Τριαδικό (250-204 εκατομ. χρόνια πριν από σήμερα)

Όπου υπάρχει στεριά, αναπτύσσονται κωνοφόρα δέντρα. Κυριαρχούν τα ερπετά και εμφανίζονται κροκόδειλοι, χελώνες και τα πρώτα βατράχια. Η μικρή Ελλάδα είναι ακόμα στην κοιλιά της μητέρας Θάλασσας, όπου, εκτός από τα φύκη, αναπτύσσονται αμμωνίτες (εικ. 16.1), πανέμορφα κοράλλια (εικ. 16.2), τρηματοφόρα με ασβεστολιθικά κελύφη (εικ. 16.3), σπόγγοι (εικ. 16.4) και δίθυρα.



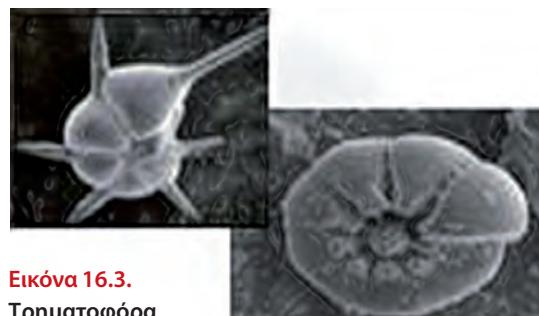
Εικόνα 16.4. Διάφορα είδη απολιθωμένων σπόγγων



Εικόνα 16.1. Αμμωνίτες



Εικόνα 16.2. Κοράλλια, οι οικοδόμοι του βυθού



Εικόνα 16.3.  
Τρηματοφόρα



Εικόνα 17. Ιχθυόσαυρος



Εικόνα 18. Πλεσιόσαυροι



Εικόνες 19-20. Βελεμνίτης και καρχαρίας *Hybodus*, που τρέφεται με βελεμνίτες

**Εικόνες 21-21.1. Τα πρώτα φυτά με λουλούδια εμφανίζονται... και οι δεινόσαυροι εξαφανίζονται!**



### ► Παλαιόκαινο (65-56 εκατομμύρια χρόνια π.σ.)

Η Ελλάδα ανεβαίνει στην επιφάνεια! Στη στεριά, κωνοφόρα και αγγειόσπερμα συνυπάρχουν. Στη θάλασσα εμφανίζονται νέα είδη, προσαρμοσμένα στις καινούριες συνθήκες, όπως οι μικροσκοπικοί νουμμουλίτες, θαλάσσιοι οργανισμοί με ασβεστολιθικό κέλυφος, που έχουν σήμερα εξαφανιστεί (εικ. 22). Στη θάλασσα, επίσης, πιθανόν να υπάρχει ήδη το φυτό *Posidonia oceanica* (εικ. 22.1), που κυριαρχεί και σήμερα στη Μεσόγειο. Με την εξαφάνιση των δεινόσαυρων, άρχοντες στη στεριά μένουν τα μικρόσωμα φυτοφάγα θηλαστικά, όπως παντόδοντα (εικ. 23) και σκαντζόχοιροι, αλλά και τα πρωτεύοντα (προπίθηκοι) (εικ. 24-24.1).

### ► Ηώκαινο (56-34 εκατομμύρια χρόνια π.σ.)

Η εποχή των τεράστιων πτηνών (εικ. 25). Αρχικά, το κλίμα είναι σχεδόν παντού υποτροπικό, με φοίνικες (εικ. 26), συκιές και μανόλιες (εικ. 27). Τα θηλαστικά εξελίσσονται και εμφανίζονται **οικογένειες**, όπως τα κητώδη και τα τρωκτικά (εικ. 28), αλλά και οι νυχτερίδες. Προς το τέλος, εμφανίζεται ο πρόγονος των ελεφάντων, το πρώτο «μίνι» άλογο και το πρώτο γιγάντιο σκυλί. Στη φάση αυτή, το κλίμα κρυώνει απότομα και δημιουργούνται οι μεγάλοι παγετώνες της Ανταρκτικής. Έτσι, η στάθμη της θάλασσας υποχωρεί και πολλά θαλάσσια είδη εξαφανίζονται.

Στον ελλαδικό χώρο έχουμε μαρτυρίες παρουσίας αχινών (εικ. 29).



Εικόνες 22-22.1.

Πάνω: Νουμμουλίτης

Δεξιά: Το θαλάσσιο

αγγειόσπερμο *Posidonia oceanica*



Εικόνα 23. *Pontolambda*, ένα από τα πρώτα

φυτοφάγα θηλαστικά



Εικόνες 24-24.1. Προπίθηκοι (πρωτεύοντα θηλαστικά)

Εικόνα 29.

*Echinolampas rhodiensis*,  
απολιθωμένος  
αχινός που  
βρέθηκε  
στη Ρόδο



Εικόνα 25.  
*Phororachos inflatus*, πτηνό με  
2,5 μ. ύψος!



Εικόνα 26. Φοίνικες του Ηώκαινου

Εικόνα 27.  
Λουλούδι μανόλιας



Εικόνα 28. *Paramys copei*, τρωκτικό



**Εικόνα 30.** *Brontops*, ο πρώτος ρινόκερος γίγας



**Εικόνα 31.**  
*Mesohippus*,  
άλογο με τρία  
δάχτυλα, που  
εμφανίζεται στο  
Ολιγόκαινο

► **Ολιγόκαινο (34-23 εκατομμύρια χρόνια π.σ.)**

Τα αγγειόσπερμα φυτά παίρνουν το προβάδισμα από τα κωνοφόρα. Τα θηλαστικά αναπτύσσονται σε γιγάντιες μορφές, όπως καμήλες όμοιες με καμηλοπαρδάλεις, ελάφια με πολλά κέρατα, μαστόδοντα (γιγάντια φυτοφάγα, πρόγονοι του ελέφαντα, όπως το *Gomphotherium angustidens*), οι πρώτοι ρινόκεροι (**Εικ. 30**), σε διαστάσεις... τεθωρακισμένων αρμάτων και άλογα διαφόρων διαστάσεων με τρία δάχτυλα (**Εικ. 31**).

► **Μειόκαινο (23-5,3 εκατομμύρια χρόνια π.σ.)**

Εκεί όπου πριν υπήρχαν δάση, αναπτύσσεται χορτάρι και δημιουργούνται λιβάδια και μεγάλες σαβάνες (**Εικ. 32**), όπως της Αφρικής. Οι εκτάσεις αυτές, όμως, δεν είναι ό,τι καλύτερο για να κρυφτείς. Έτσι, θύματα και θύτες, δηλαδή λεία και θηρευτές, γίνονται πιο γρήγοροι. Η Αφρική ενώνεται με την Ευρώπη, επιτρέποντας στα ζώα να περνούν από τη μια ήπειρο στην άλλη. Αρχίζει ο διατροφικός διαχωρισμός των ζώων ανάλογα με τη βλάστηση και οι αλλαγές στα δόντια και στο πεπτικό σύστημα. Μεσόιπποι, μαστόδοντα και το παράξενο *Deoinoterio giganteum* είναι από τα φοβερότερα και πιο δυνατά ζώα.

Στο τέλος του Μειόκαινου μπορούμε να τοποθετήσουμε την

**Εικόνα 32.** Τεράστια φυτοφάγα μαστόδοντα βόσκουν παρέα με τον πρόγονο του χοίρου στη σαβάνα



«Πικερμική βαθμίδα» (εικ. 33). Ονομάστηκε έτσι χάρη στα απολιθώματα 40 και πλέον ειδών ζώων που βρέθηκαν στο Πικέρμι Αττικής, όπως μαστόδοντα, μαχαιροδόντες, δεινοθήρια, ύαινες (εικ. 34), ελάφια, καμηλοπαρδάλεις, ρινόκεροι και ιππάρια (εικ. 35). Ανάμεσά τους, ο Μεσοπίθηκος ο Πεντελικός, που θεωρείται σήμερα κρίκος στην αλυσίδα που φθάνει ως τον άνθρωπο (εικ. 36).

#### ► Πλειόκαινο (5,3-1,8 εκατομμύρια χρόνια π.σ.)

Στη θάλασσα αναπτύσσονται τα μαλάκια στις σημερινές μορφές τους, ενώ τα κοράλλια περιορίζονται. Στη στεριά εμφανίζονται νέα είδη: το πρώτο άλογο με οπλή (εικ. 37), ο πρώτος ελέφαντας (εικ. 38) και τα βοοειδή, ενώ κάνει δειλά την εμφάνισή του και το πρώτο ανθρωποειδές (*Orrorin tugenensis*, εικ. 39).

Το Πικέρμι εξακολουθεί να είναι η σαβάνα της περιοχής, πλούσια σε πανίδα και χλωρίδα. Ωστόσο, πιθανόν έντονες κλιματικές αλλαγές προκαλούν τη μαζική θανάτωση πολλών οργανισμών (θανατοκοινωνία), των οποίων έχουν ανακαλυφθεί απολιθώματα. Η περιοχή δεν απέχει πολύ από το Λαύριο, οπότε προφανώς τα ίδια «θηρία» ζουν και εδώ, αν και ακόμα δεν έχουν βρεθεί σχετικές μαρτυρίες. Μια πολλά υποσχόμενη περιοχή είναι το Χάος (εικ. 40), ένα ανεξερεύνητο βύθισμα στη Λαυρεωτική.

Εικόνα 37.  
*Pliohippus*,  
το πρώτο άλογο  
με οπλή



Εικόνα 39.  
*Orrorin tugenensis*,  
το πρώτο ανθρωποειδές



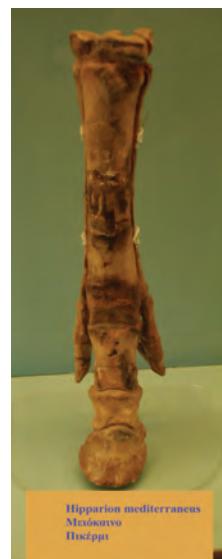
Εικόνα 38. *Stegodon*, ο πρώτος ελέφαντας



Εικόνα 33. Αναπαράσταση της «Πικερμικής βαθμίδας», όπου ζούσαν δεινοθήρια και μαχαιρόδοντες

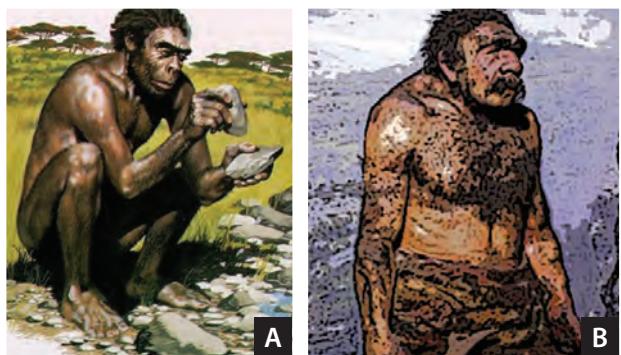
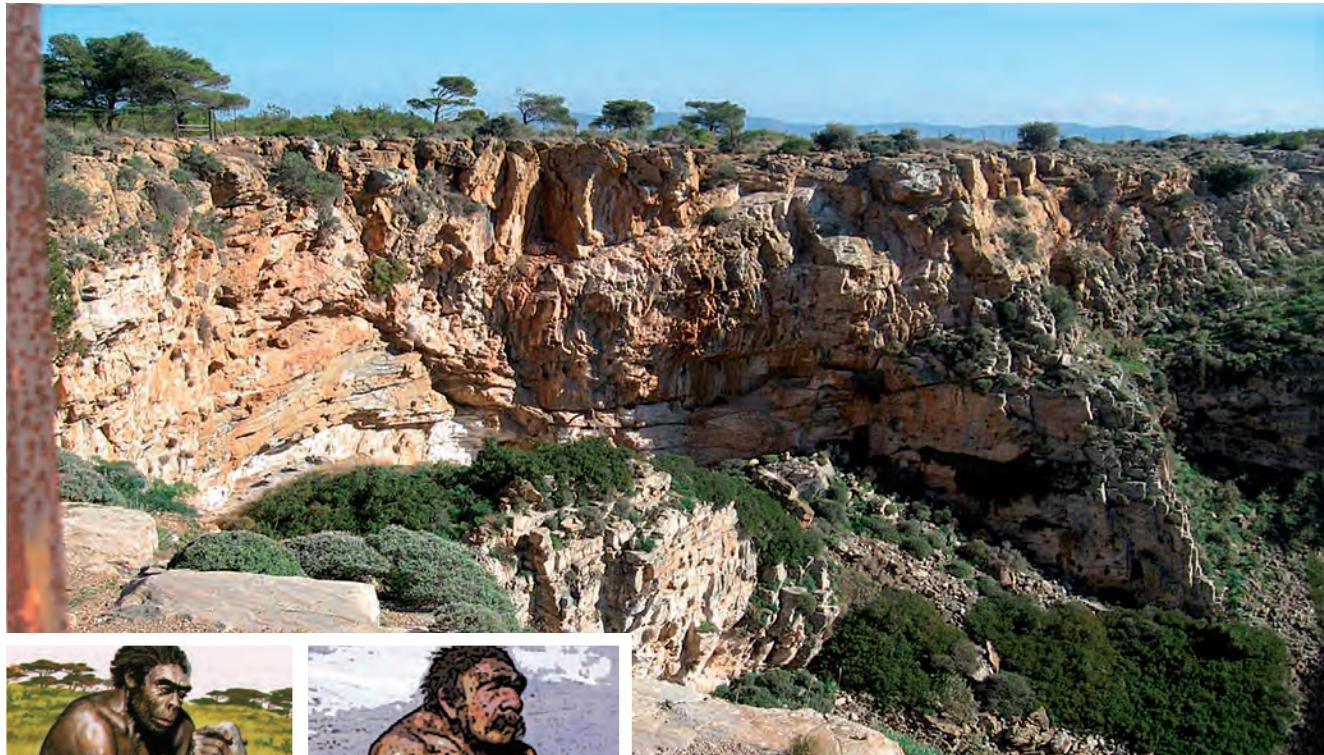


Εικόνα 34.  
Απολιθωμένο  
κεφάλι  
ύαινας από  
το Πικέρμι  
(Μουσείο  
Φυσικής  
Ιστορίας  
Φλωρεντίας)



Εικόνα 36. Ο *Mesopithecus pentelicus* από το Πικέρμι  
(Μουσείο Γεωλογίας και  
Παλαιοντολογίας  
Πανεπιστημίου Αθηνών)

Εικόνα 35. Απολιθωμένο οστό ιππαρίου  
(Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Φλωρεντίας)



Εικόνα 42. Το ανθρώπινο γένος εξελίσσεται: *Homo habilis* (A) και *Homo neanderthalensis* (B)



Εικόνα 43.  
...και τελικά  
το είδος μας,  
ο *Homo sapiens sapiens*

Εικόνα 40. Το «Χάος» της Λαυρεωτικής

#### ► Πλειστόκαινο

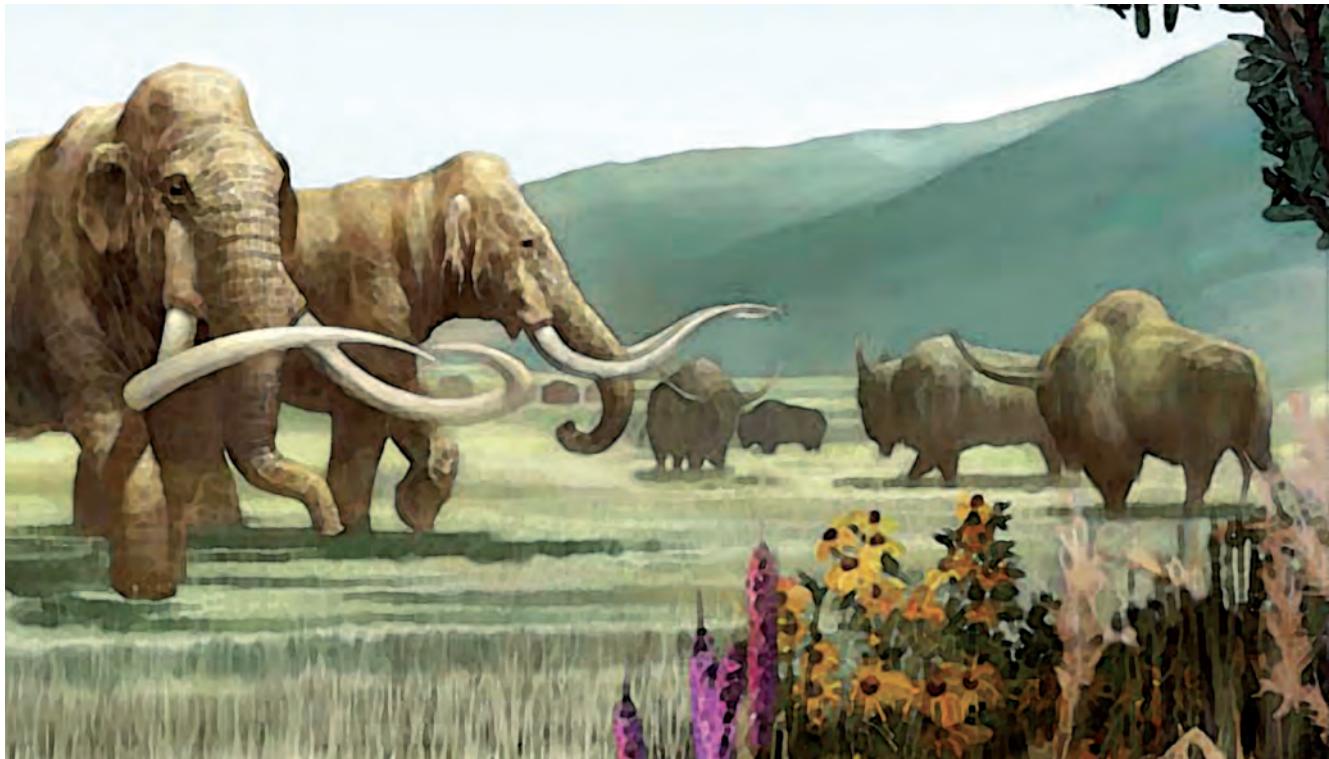
(1,8 εκατομμύρια χρόνια-11.000 χρόνια π.σ.)

Η θάλασσα ανεβαίνει και κατεβαίνει... Στην Ευρώπη αναπτύσσονται δέντρα που συναντάμε και σήμερα. Στη στεριά κατοικούν θηλαστικά, όπως μαμούθ (εικ. 41), μαλλιαροί ρινόκεροι, βίσονες, αρκούδες των σπηλαίων, ύαινες και τάρανδοι. Το ανθρώπινο γένος εξελίσσεται (εικ. 42).

#### ► Ολόκαινο (11.000 χρόνια π.σ.-σήμερα)

Το κλίμα γίνεται πιο γλυκό και η χλωρίδα σταθεροποιείται στις σημερινές μορφές. Εξαφανίζονται τα μαμούθ, τα μεγάλα πτηνά και, γενικά, όλα τα «θηρία» των προηγούμενων εποχών, ενώ εξελίσσεται το είδος μας, ο *Homo sapiens sapiens* (εικ. 43).

Κοντά στη Βραυρώνα Αττικής, σε σπήλαιο, ανακαλύφθηκαν απολιθώματα από πάνθηρες (εικ. 44), κάτι που



**Εικόνα 41.** Πανίδα και χλωρίδα του Πλειστόκαινου

σημαίνει ότι υπάρχει πλούσια πανίδα, ικανή να θρέψει αυτά τα θηρία.

Λιοντάρια, πάνθηρες και άλλα μεγαλόσωμα σαρκοφάγα απεικονίζονται σε αγγεία, ενώ η ελληνική Μυθολογία αναφέρει τον Κέφαλο ως κυνηγό και την Άρτεμη ως θεά της περιοχής. Από αυτά συμπεραίνουμε με ασφάλεια ότι το κυνήγι αφθονεί.

Σε διηγήσεις περιηγητών στις αρχές του 20<sup>ού</sup> αιώνα αναφέρεται ότι στη Λαυρεωτική ζουν αρκούδες και λύκοι, που εξαφανίζονται μετά το 1950. Οι πυρκαγιές του 1985 και του 2000 καταστρέφουν μεγάλο μέρος της βλάστησης της περιοχής, με συνέπεια τα αποδημητικά πτηνά, που έκαναν στάση στο Λαύριο, να αλλάζουν υποχρεωτικά πορεία. Ο Εθνικός Δρυμός Σουνίου σήμερα, παρά την αραιή του βλάστηση, εμφανίζει σχετικά μεγάλη βιοποικιλότητα.



**Εικόνα 44.** Πάνθηρες οδηγούν το άρμα του Διόνυσου (ψηφιδωτό δάπεδο στο λεγόμενο «σπίτι του Διόνυσου», στην Πάφο της Κύπρου)



**Εικόνα 45.** Οστέινα εργαλεία από τη σπηλιά του Κίτσου (Αρχαιολογικό Μουσείο Λαυρίου)



**Εικόνα 46.** Το Αιγαίο πλημμυρίζει

## ΚΑΘΟΔΟΣ ΤΩΝ «ΣΟΦΩΝ» ΚΑΙ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ

Και να πώς η γεωλογική εξέλιξη ενός τόπου επηρεάζει βαθιά την ανθρώπινη ιστορία... Οι πρώτες ενδείξεις ανθρώπινης παρουσίας στην περιοχή είναι ηλικίας 40.000 ετών, ανήκουν δηλαδή στο Πλειστόκαινο και, ιστορικά, στην **Παλαιολιθική εποχή**. Τότε ο προϊστορικός Λαυριώτης-sapiens προφυλασσόταν από το κρύο στις άφθονες σπηλιές που είχαν δημιουργηθεί από τη διάβρωση του ασβεστόλιθου (όπως η σπηλιά του Κίτσου, στην Καμάριζα) και απολάμβανε το κυνήγι του, αφήνοντας σε μας μερικά οστέινα εργαλεία για να τον θυμόμαστε ([εικ. 45](#)). Η εποχή αυτή τελειώνει μαζί με τους παγετώνες, το 10 000 π.Χ.

Ακολουθεί το Ολόκαινο. Το κλίμα ζεσταίνεται, οι πάγοι λιώνουν και τα νερά πληθαίνουν. Πληθαίνουν τόσο, που σπάνε το φραγμό του Εύξεινου Πόντου ([εικ. 46](#)), που τότε ήταν κλειστός, και πλημμυρίζουν το Αιγαίο. Ίσως αυτό να περιγράφει ο μύθος για τον **κατακλυσμό του Δαρδάνου**.

Το έδαφος της Λαυρεωτικής, παρέα με τα μέταλλά του, στεριώνει και καλύπτεται με δάση. Η θάλασσα διαπλέεται από πρωτόγονα σκάφη που προσπαθούν να την κατακτήσουν... Έτσι, αισίως, φτάνουμε στο 7000 π.Χ. (**Μεσολιθική εποχή**).



**Εικόνα 47.** Στο διάσελο των δύο λόφων βρίσκονται οι μυκηναϊκοί τάφοι

Ο χρόνος κυλά και, με το πέρασμα από τη **Νεολιθική εποχή** (7000-3000 π.Χ.) στην **Εποχή του χαλκού** (3000-1100 π.Χ.), η ναυσιπλοΐα αναπτύσσεται τόσο, ώστε κατοικούνται συστηματικά τα νησιά του Αιγαίου και η Κρήτη. Έτσι, σταδιακά, ανθίζουν δύο πολύ σημαντικοί πολιτισμοί: ο *Κυκλαδικός* και ο *Μινωικός*. Οι αρχαίοι κάτοικοι της Λαυρεωτικής διδάσκονται από τους Κυκλαδίτες (...οι οποίοι διδάχθηκαν από τους ανατολίτες) την αξία, τη χρήση, την εξόρυξη και την κατεργασία των **μετάλλων** που βρίσκουν στη γη τους (ιδίως αργύρου, χαλκού και μολύβδου). Ξεκινά έτσι η εκμετάλλευση των πρώτων επιφανειακών ορυκτών, με κυρίαρχο το **γαληνίτη** (ή αργυρίτη, όπως τον έλεγαν οι αρχαίοι).

Η μεταλλουργία θα εντατικοποιηθεί κατά τη Μυκηναϊκή εποχή, που ακολουθεί, οπότε ακμάζει η αρχαία βιομηχανική πόλη του Θορικού. Αυτός είναι και ο πρώτος από τους γεωτόπους εξόρυξης των μετάλλων που θα επισκεφθούμε, αναζητώντας το παρελθόν της λαυρεωτικής γης.

## ΟΔΟΙΠΟΡΙΚΟ ΣΤΗ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗ

### ► Θορικός

Τον αρχαίο Θορικό οριοθετούν δύο λόφοι που καταλήγουν στη θάλασσα. Στο διάσελο των δύο λόφων συναντάμε πέντε τάφους (οι τρεις εκ των οποίων θολωτοί), ενώ στην κορυφή του πρώτου και μεγαλύτερου (Βελατούρι) (**εικ. 47**) βρίσκονται τα ερείπια μυκηναϊκής ακρόπολης. Αυτά μαρτυρούν την έντονη δραστηριότητα των αρχαίων Θορικών (αλλά και την κακή συντήρηση των μνημείων από τους νεοέλληνες...). Στους πρόποδες του ίδιου λόφου κυριαρχεί το αρχαιότερο ελληνικό πέτρινο θέατρο, παραστάσεις του οποίου λέγεται ότι επιτρεπόταν να παρακολουθούν και δούλοι. Λίγα μέτρα αριστερά του θεάτρου συναντάμε την πρώτη μεταλλευτική στοά στον ευρωπαϊκό χώρο (**εικ. 48**), που χρονολογείται στο 3000 π.Χ. και την οποία έχει ερευνήσει η Βελγική Αρχαιολογική Σχολή.

Από γεωλογικής πλευράς, τα πετρώματα εδώ δείχνουν την επιφανειακή 1<sup>η</sup> επαφή μαρμάρου-σχιστόλιθου, γεγονός που διευκολύνει την εξόρυξη του γαληνίτη.

Πάνω σε μάρμαρο, λίγο έξω από την είσοδο της στοάς No



**Εικόνα 48.** Η αρχαιότερη μεταλλευτική στοά στην Ευρώπη



**Εικόνα 49.** «Τοπογραφικό» του ορυχείου στην είσοδο της στοάς Νο 3



**Εικόνα 50.** Επίσκεψη στην αρχαία βιομηχανική πόλη του Θορικού



**Εικόνα 51.** Το αραιό χαρακτηριστικό πευκοδάσος προς την Καμάριζα

3, βρίσκεται χαραγμένος χάρτης-σχεδιάγραμμα του ορυχείου (**εικ. 49**). Τα όστρακα που βρέθηκαν στο εσωτερικό της αποδεικνύουν τη λειτουργία του ορυχείου από την Εποχή του χαλκού ως και την Ύστερη ρωμαϊκή. Συνεχίζοντας, στα 100 μ. δυτικά, μας περιμένει μια ολόκληρη βουβή μυστηριώδης πολιτεία, η αρχαία βιομηχανική πόλη του Θορικού (**εικ. 50**), που θα μας αποκαλύψει τη ζωή των αρχαίων μεταλλωρύχων με τις εν εξέλιξει ανασκαφές.

### ► Καμάριζα

Μετά τον Θορικό κατευθυνόμαστε προς το Λαύριο. Στην είσοδο ακριβώς του Λαυρίου αλλάζουμε πορεία προς **Άγιο Κωνσταντίνο**. Πρόκειται για την αττική **Μαρώνεια** των αρχαίων ή την



**Εικόνα 52.** Είσοδος μεταλλευτικής στοάς

**Καμάριζα** των μεταλλωρύχων του 19<sup>ου</sup>-20<sup>ου</sup> αιώνα, ονομασία που θα χρησιμοποιούμε κι εμείς. Ακολουθώντας τον ανηφορικό δρόμο, στα αριστερά μας βλέπουμε το αραιό, ταλαιπωρημένο πευκοδάσος, όπου ακόμα και το λιγοστό χώμα μεταναστεύει λόγω διάβρωσης, αφήνοντας να φανούν σαν σπαρμένες οι μαρμάρινες πλάκες του γεωλογικού υποστρώματος (**εικ. 51**). Από τα δεξιά το τοπίο αλλάζει: σωροί από κοκκινόμαυρες πέτρες, χάσματα, σπήλαια-στοές και πηγάδια συνθέτουν ένα αλλόκοτο τοπίο, μαρτυρώντας τη δραστηριότητα των αρχαίων και νεότερων μεταλλωρύχων (**εικ. 52**).

Περνώντας ανάμεσα στα χαλάσματα ενός παραγωγικού πλην παραμελημένου παρελθόντος, φθάνουμε στην Καμάριζα, όπου συναντάμε το επίκεντρο της εξορυκτικής δραστηριότη-



A



B

**Εικόνα 53.** Ορυκτολογικό Μεταλλευτικό Μουσείο και «γάβρια» στα τέλη του 1800 (A) και σήμερα (B)

τας, το μεταλλευτικό φρέαρ Σερπιέρι Νο 1. Αυτό φθάνει σε βάθος 170 μ. και διαθέτει εξαιρετική πυκνότητα στοών σε διάφορα επίπεδα. Σήμερα σώζεται –μεταξύ φθοράς και αφθαρσίας– ο σιδερένιος ανελκυστικός πύργος (γάβρια), ο ανελκυστήρας και το πετρόχιστο κτίριο που στέγαζε το βαρούλκο και σήμερα έχει μετατραπεί σε ένα πλούσιο Ορυκτολογικό Μουσείο ([εικ. 53, Α και Β](#)). Εκεί μας περιμένουν σπάνια ορυκτά και ιστορικά εκθέματα, δωρισμένα, τα περισσότερα, από παλαιούς μεταλλωρύχους. Ένας από αυτούς θα μεταμορφώσει την επίσκεψή μας σε ένα ταξίδι στο χώρο και το χρόνο, διηγούμενος ιστορίες της γης και των πλασμάτων που διαχρονικά δούλεψαν στις υγρές, σκοτεινές υπόγειες στοές ([εικ. 54](#))... Πράγματι, φαίνεται ότι οι νεότεροι μεταλλωρύχοι απλώς εκμεταλλεύτηκαν το φρέαρ αυτό από εκεί όπου είχαν σταματήσει οι αρχαίοι!

Στην αρχαία Μαρώνεια οι μεταλλωρύχοι, γνωρίζοντας ότι ο γαληνίτης εντοπίζεται συνήθως στην επαφή μαρμάρου-σχιστόλιθου, υπέθεσαν την ύπαρξη μεγαλύτερου αποθέματος

**Εικόνα 54.** Ο κύριος Κ. Τζανής, ένας παλαιός μεταλλωρύχος, μας διηγείται....



στη βαθύτερη 3η επαφή. Έτσι, ανακάλυψαν ένα πλουσιότατο κοίτασμα στα 70-110 μ., η εκμετάλλευση του οποίου απέδωσε το 483 π.Χ. στην Αθηναϊκή Πολιτεία 100 τάλαντα επιπλέον, διπλασιάζοντας τα έσοδα!

Τότε ακριβώς προβάλλει στην πολιτική σκηνή μια ισχυρή φυσιογνωμία, ο Θεμιστοκλής (**εικ. 55**). Αυτός, διαβλέποντας τον περσικό κίνδυνο, πείθει τους Αθηναίους να διαθέσουν το πλεόνασμα του κέρδους για να ναυπηγήσουν στόλο (τα περίφημα «ξύλινα τείχη», **εικ. 56**). Με τη συνετή αυτή απόφαση, λίγα χρόνια αργότερα, το 480 π.Χ., η Αθηναίοι θα νικήσουν στη ναυμαχία της Σαλαμίνας και θα αποτρέψουν οριστικά την περσική απειλή.

Σήμερα, βέβαια, άλλη είναι η απειλή που πλανάται στο χώρο αυτό: πολλά σημεία εξαιρετικού ενδιαφέροντος (σιδηροδρομική σήραγγα, στοά «Παρόν», σπήλαιο Κίτσου κ.ά.) έχουν παραδοθεί στη φθορά του χρόνου, παραμένοντας αναξιοποίητα.

### ► Το Χάος, οι αρχαίες στοές και η Σούριζα

Φεύγοντας από την Καμάριζα συναντάμε το Χάος (**εικ. 57**), ένα εντυπωσιακό φυσικό κυκλικό βύθισμα, διαμέτρου 155 μ. και βάθους 50 μ. Δημιουργήθηκε από την κατακρήμνιση της οροφής παλαιότερου σπηλαίου τα τελευταία 2.000.000 χρόνια, αφού τα πετρώματα που τη στήριζαν διαλύθηκαν και διαβρώθηκαν με τη δράση του νερού. Τα φαινόμενα αυτά ονομάζονται **καρστικά**.

**Εικόνα 57.** Χάος: Τι να κρύβεται κάτω από την αρχαία οροφή;



**Εικόνα 55.** Ο Θεμιστοκλής



**Εικόνα 56.** Η αθηναϊκή τριήρης, τα «ξύλινα τείχη» της ναυμαχίας της Σαλαμίνας



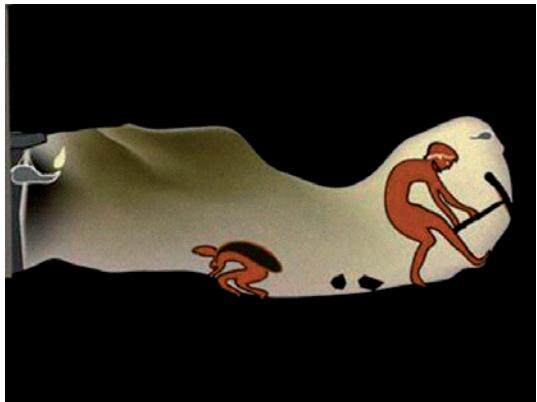
**Εικόνα 58.** Παλιό ορυχείο, κατοικία νυχτερίδας!



**Εικόνα 59.** Ένας αρχαίος αεραγωγός, το ψυχαγώγιο



**Εικόνα 60.** Αρχαίο λυχνάρι



**Εικόνα 61.** Η σκληρή εργασία των δούλων στις στοές

Στη συνέχεια κατευθυνόμαστε προς τη Σούριζα, κάνοντας στάση σε μια από τις πολλές στοές της περιοχής (Μπερτσέκο, Ιλάριον κτλ., **εικ. 58**). Στεκόμαστε, δυστυχώς, μόνο στην είσοδο και παρατηρούμε το εσωτερικό, γιατί ο κίνδυνος κατολίσθησης είναι μεγάλος.

Ένα νοητό ταξίδι, μαζί με τα ερείπια που ακόμα σώζονται, μπορεί όμως να μας μεταφέρει στις συνθήκες της εποχής... Πολλές οι απορίες, στις οποίες θα προσπαθήσουμε να δώσουμε μια απάντηση.

#### **Πώς γινόταν η εξόρυξη;**

Η εμπειρία είχε διδάξει τους αρχαίους μεταλλωρύχους να βρίσκουν το μετάλλευμα ανοίγοντας διερευνητικά μεταλλευτικά πηγάδια ως την 1<sup>η</sup> επαφή μαρμάρου-σχιστόλιθου. Εκεί, αν ήταν τυχεροί, έβρισκαν γαληνίτη ή ορυκτά που συνήθως τον συνοδεύουν, οπότε διεύρυναν το όρυγμα, αφαιρώντας τα. Καθώς όμως προχωρούσαν βαθύτερα, προς την 3<sup>η</sup> επαφή, ο αέρας λιγότευε επικίνδυνα, αναγκάζοντάς τους να ανοίγουν πηγάδια για να φέρνουν αέρα από την επιφάνεια. Αυτά ονομάζονταν **ψυχαγώγια** (ψύχος + ἄγω, **εικ. 59**) και εξυπηρετούσαν επιπλέον τη μεταφορά του μεταλλεύματος στην επιφάνεια. Στη Λαυρεωτική σήμερα συναντάμε διάσπαρτα πάνω από χίλια μεταλλευτικά πηγάδια, στην πλειονότητά τους αρχαία, τα οποία δυστυχώς είναι επικίνδυνα και συχνά γεμάτα απορρίμματα των νεοτέρων...

Όλα τα μεταλλεία ανήκαν στην Αθηναϊκή Πολιτεία, η οποία παραχωρούσε την εκμετάλλευσή τους σε ιδιώτες, με αντάλλαγμα την απόδοση μέρους των εσόδων. Η τήρηση της νομιμότητας εξασφαλίζόταν με τους μεταλλικούς νόμους και τη λειτουργία του μεταλλικού δικαστηρίου. Στις στοές, η εξόρυξη και η μεταφορά του μεταλλεύματος γινόταν, φυσικά, από δούλους...

#### **Πώς ήταν η ζωή των δούλων;**

Οι δούλοι των μεταλλείων ήταν μικρόσωμοι ενήλικες και παιδιά, ώστε να χωρούν στις πολύ στενόχωρες στοές. Εργάζονταν υπό άσχημες συνθήκες, χωρίς φως, με λίγο αέρα και σε δεκάωρες βάρδιες – όσο διαρκούσε, δηλαδή, το λάδι του λυχναριού τους (**εικ. 60, 61**).

Οι επιχειρηματίες που δραστηριοποιούνταν σε κάθε μεταλλείο αγόραζαν, νοίκιαζαν ή πωλούσαν δούλους κατά τις

ανάγκες τους. Οι τιμές ήταν ανάλογες των σωματικών και πνευματικών προσόντων κάθε δούλου, της πείρας του, καθώς και της τρέχουσας τιμής του ανθρώπινου αυτού εμπορεύματος. Υπολογίζεται ότι, κατά την ακμή της λειτουργίας των μεταλλείων, στο Λαύριο εργάζονταν 20.000 δούλοι. Λόγω όμως των απάνθρωπων συνθηκών εργασίας, κάθε χρόνο οι επιχειρηματίες αναγκάζονταν να αντικαθιστούν το ένα τέταρτο των εργατών τους...

### **Με ποιο τρόπο οι αρχαίοι ξεχώριζαν το γαληνίτη και τον άργυρο;**

Όταν το μετάλλευμα που βγαίνει από τις στοές είναι πλούσιο σε γαληνίτη, πηγαίνει κατευθείαν στα καμίνια. Ωστόσο, τα μεταλλεύματα της Λαυρεωτικής είναι φτωχά, αφού, εκτός από γαληνίτη, περιέχουν συνήθως μάρμαρο, πυρίτες και χώματα. Αυτά θεωρούνται προσμίξεις που δυσχεραίνουν την καμίνευση και αυξάνουν το κόστος, οπότε απομακρύνονταν με τον **εμπλούτισμό** ως εξής:

#### **Βήμα 1°: Τριβεία**

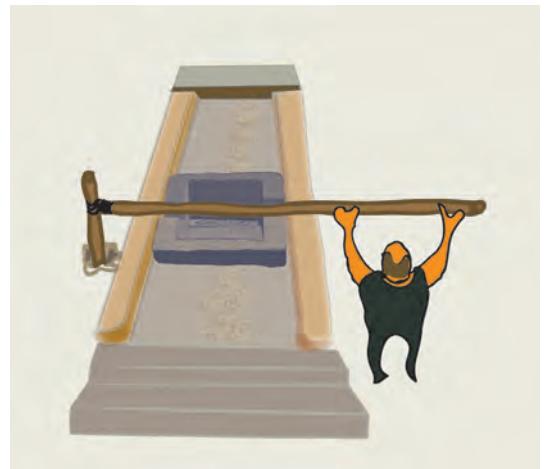
Ο γαληνίτης συνήθως βρίσκεται στο μετάλλευμα σε κόκκους διαστάσεων χιλιοστού. Προκειμένου να τον διαχωρίσουν, πρέπει να κάνουν σκόνη το μετάλλευμα που τον περιέχει. Αρχικά, με σφυριά, το σπάνε σε μικρότερα κομμάτια. Μετά το μετατρέπουν σε λεπτή σκόνη (λειοτρίβηση), χρησιμοποιώντας ειδικά τριβεία, κατασκευασμένα από τραχίτη (σκληρό πέτρωμα της Μήλου, [εικ. 62, 63](#)).

#### **Βήμα 2°: Πλυντήρια**

Από τα τριβεία, το τριμμένο μετάλλευμα μεταφέρεται στα **πλυντήρια**, όπου τοποθετείται πάνω σε ξύλινα αυλάκια με κοιλότητες, τα **ρείθρα** ([εικ. 64](#)). Εκεί, με τη βοήθεια του νερού, ο γαληνίτης διαχωρίζεται από τα υπόλοιπα υλικά, λόγω της μεγάλης πυκνότητάς του. Το νερό, πέφτοντας πάνω στο ρείθρο, παρασύρει εύκολα από το μετάλλευμα τα ελαφρύτερα άχρηστα υλικά. Το πλούσιο σε γαληνίτη μετάλλευμα, ως βαρύτερο, μένει στο ρείθρο και, μόλις αυτό γεμίσει, αδειάζεται σε διπλανό χώρο. Εκεί, αφού στραγγιστεί και στεγνώσει, πλάθεται μαζί με άργιλο σε κύβους.



**Εικόνα 62.**  
Τριβείο από τραχίτη  
(Αρχαιολογικό Μουσείο Λαυρίου)



**Εικόνα 63.** Λειοτρίβηση του μεταλλεύματος



**Εικόνα 64.** Το νερό διαχωρίζει το βαρύτερο γαληνίτη σε ξύλινα ρείθρα



### A. ΤΟ ΠΟΛΥΤΙΜΟ ΝΕΡΟ

Η μεγάλη δεξαμενή 1 συγκεντρώνει και αποθηκεύει το νερό της βροχής και με αυτό τροφοδοτείται η βασική δεξαμενή 2 του πλυντηρίου.

### B. ΤΟ ΦΤΩΧΟ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑ

Από τα ορυχεία το τριμμένο μετάλλευμα μεταφέρεται στο πλυντήριο. Ένας εργάτης γεμίζει με αυτό ένα ξύλινο αυλάκι με σκαλισμένες κοιλότητες, το ρείθρο (Γ). Εδώ γίνεται ο διαχωρισμός του.

### Γ. ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΒΑΡΥ ΓΑΛΗΝΙΤΗ

Πάνω στο ρείθρο πέφτει με δύναμη το νερό της δεξαμενής 2 παραπούντας εύκολα τα ελαφρότερα άχροστα υλικά στο αυλάκι εμπρός. Αυτό το λασπωμένο νερό ξαναγυρίζει στη βασική δεξαμενή (2) ακολουθώντας το περιφερειακό αυλάκι, ενώ αφήνει τη λάσπη σαν κατακάθι στις δεξαμενές καθίζησες 3, 4 και 5. Ένας εργάτης, παίρνοντας με έναν κουβά νερό από τη δεξαμενή 5, διατηρεί γεμάτη νερό τη βασική δεξαμενή 2.

### Δ. ΤΟ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΕΝΟ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑ

Το πλούσιο σε γαληνίτη μετάλλευμα, που έμεινε στο ρείθρο ως βαρύτερο, αδειάζεται κάθε τόσο στο χώρο Δ. Εκεί στραγγίζει, στεγνώνει και μαζί με άργιλο πλάθεται σε κύβους σαν τούβλα κατάλληλα για την τήξη του σε καμίνους. Όταν στεγνώσει, αποθηκεύεται προσωρινά και αργότερα μεταφέρεται στα καμίνια για το επόμενο στάδιο: την τήξη του και το διαχωρισμό του μολύβδου.

**Εικόνα 65.** Τρόπος λειτουργίας ενός πλυντηρίου μεταλλεύματος

Η διαδικασία αυτή απαιτεί νερό σε μεγάλες ποσότητες· στο Λαύριο, όμως, το πολύτιμο αυτό αγαθό σπανίζει... **Πώς, λοιπόν, εξασφαλίζόταν ο εμπλουτισμός του μεταλλεύματος παρά την έλλειψη νερού;**

Τη δυνατότητα αυτή έδιναν ακριβώς τα **σταθερά πλυντήρια μεταλλεύματος**, μοναδικές στον κόσμο εγκαταστάσεις, τα περισσότερα από τα οποία βρίσκονται στην κοιλάδα που επισκεπτόμαστε, κοντά στο πεδίο των αρχαίων μεταλλείων. Εδώ, το λιγοστό νερό της βροχής συλλεγόταν σε μεγάλες δεξαμενές οι οποίες, κατόπιν, τροφοδοτούσαν τις δεξαμενές του πλυντηρίου. Το νερό αυτό, αφού χρησιμοποιούνταν για τον εμπλούτισμό του μεταλλεύματος, καθαριζόταν από τη λάσπη και επαναχρησιμοποιούνταν. Οι κατασκευές αυτές εξοικονομούσαν τεράστιες ποσότητες νερού μέσα από τον κύκλο: χρήση-καθαρισμός-επαναχρησιμοποίηση (**ΕΙΚ. 65**). Και ακολουθούσαν:

### Βήμα 3°: Καμίνια

Το εμπλουτισμένο μετάλλευμα μεταφερόταν με ζώα στα εργαστήρια τήξης, όπου υπήρχαν εγκαταστάσεις καμίνων. Στα καμίνια το μετάλλευμα τηκόταν σε δύο στάδια (κάμινος τήξεως και κάμινος κυπελλώσεως) και παραλαμβανόταν πρώτα ο **μόλυβδος** και κατόπιν, σε μικρότερες ποσότητες, ο **άργυρος**. Τα υπολείμματα της καμινείας αποτελούσαν τη **σκωρία** (εικ. 66, 67).

Για τη λειτουργία των καμίνων ήταν απαραίτητες μεγάλες ποσότητες καύσιμης ύλης, που αρχικά προέρχονταν από τα δάση της Λαυρεωτικής. Αυτά όμως σταδιακά αποψιλώθηκαν, οπότε η ξυλεία έπρεπε, πλέον, να εισάγεται. Για το λόγο αυτό, τον 4ο π.Χ. αιώνα, τα εργαστήρια μεταφέρθηκαν από την ενδοχώρα της Λαυρεωτικής στις ακτές, όπου αναπτύχθηκε το σπουδαιότερο λιμάνι της εποχής ως κέντρο καμινείας, εμπορίας και, ίσως, νομισματοκοπίας. Είναι το σημερινό **λιμάνι της Ποσειδωνίας**, που συναντάμε στο δρόμο προς το Σούνιο, πλούσιο σε ερείπια ενός σημαντικότατου εμπορικού κέντρου, που είναι σήμερα θαμμένα κάτω από παραθεριστικές κατοικίες.

### Βήμα 4°: Η κοπή των νομισμάτων

Από τον άργυρο του Λαυρίου κόβονταν οι περίφημες «**γλαύκες**» (τα αθηναϊκά τετράδραχμα), απαραίμιλλης τέχνης και καθαρότητας σε ασήμι, που ήταν το ισχυρό νόμισμα της Κλασικής εποχής. Κάθε νόμισμα περιείχε περίπου 17 γραμμάρια αργύρου (εικ. 68 α, β).

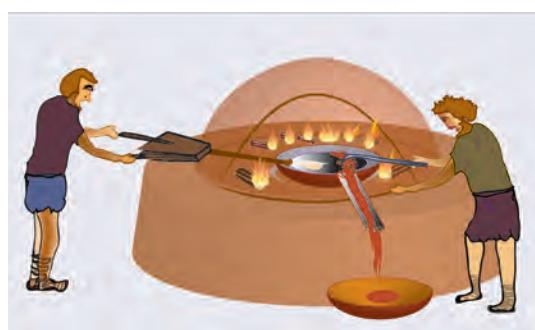
#### ► Σούνιο

Δεν θα μπορούσαμε να μην το επισκεφθούμε! Είναι, αναμφίβολα, το στολίδι της Λαυρεωτικής. Το **Σούνιο** (εικ. 69), με τα μεγάλα ιερά του Ποσειδώνα και της Αθηνάς, συνδέεται στενά με το Λαύριο και τα μεταλλεία. Η τοποθεσία είναι πολύ σημαντική για την ασφάλεια των θαλάσσιων μετακινήσεων, αλλά και για την προστασία της ενδοχώρας της μεταλλοφόρας Λαυρεωτικής. Αυτό αποδεικνύεται από την εγκαθίδρυση λατρείας στο χώρο αυτό από την απώτερη αρχαιότητα.

Το ακρωτήριο του Σουνίου είναι ένας απόκρημνος βράχος που υψώνεται 60 μ. πάνω από τη θάλασσα. Ως ιερός τόπος αναφέρεται για πρώτη φορά στα ομηρικά έπη. Υπαίθρια λατρεία υπάρχει στο χώρο αυτό από τους Μυκηναϊκούς χρόνους.



Εικόνα 66. Κάμινος τήξεως



Εικόνα 67. Κάμινος κυπελλώσεως



Εικόνα 68 α.  
Κοπή νομίσματος  
Εικόνα 68 β. Αττικό τετράδραχμο της Κλασικής εποχής



**Εικόνα 69.** Ο ναός του Ποσειδώνα στο Σούνιο

Γύρω στα τέλη του 7ου αι. π.Χ., στην κορυφή του ακρωτηρίου στήνονται τέσσερις κολοσσιαίοι μαρμάρινοι κούροι, ώστε να είναι ορατοί από τους ναυτικούς και τους ταξιδιώτες που περνούν από το Σούνιο ταξιδεύοντας στο Αιγαίο.

Στα μέσα του 5ου αιώνα π.Χ. αρχίζει η οικοδόμηση του μεγάλου μαρμάρινου δωρικού ναού που βλέπουμε σήμερα, για τον οποίο χρησιμοποιήθηκε λευκό μάρμαρο της περιοχής. Ο ναός ήταν αφιερωμένος στον Ποσειδώνα και χτίστηκε πάνω στα θεμέλια παλαιότερου πώρινου ναού, που καταστράφηκε από τους Πέρσες κατά την κάθοδό τους προς την Αττική. Βορειοανατολικά του ναού του Ποσειδώνα σώζονται τα ερείπια παλαιότερου ιερού, αφιερωμένου στη θεά Αθηνά.

### ► Η πόλη του Λαυρίου

Από το Σούνιο επιστρέφουμε στο Λαύριο. Λίγες οι μαρτυρίες που σώζονται από τα αρχαία «εργαστήρια», κοντά στο σημερινό λιμάνι, πολλές εκείνες του μεγαλείου του στη νεότερη εποχή... Κι αυτό γιατί τα αρχαία μεταλλεία λειτουργούν αποδοτικά ως τις αρχές του Πελοποννησιακού πολέμου. Κάθε σημαντική μεταλλευτική και μεταλλουργική δραστηριότητα στη Λαυρεωτική ουσιαστικά διακόπτεται με την κατάκτηση από τη Ρώμη. Ακολουθούν δεκαεννιά αιώνες σιωπής...



Φθάνουμε στο έτος 1860. Τότε ο νεαρός μεταλλειολόγος Α. Κορδέλας, αφού ερευνά την περιοχή, γνωστοποιεί με εκθέσεις του στο νεοσύστατο ελληνικό κράτος την προσπτική αξιοποίησης των –διαθέσιμων σε εκατομμύρια τόνους– αρχαίων εκβολάδων (κατάλοιπων της εξόρυξης) και σκωριών (κατάλοιπων της μεταλλουργίας) που άφησαν οι αρχαίοι. Το ελληνικό κράτος, όμως, έχει άλλες προτεραιότητες –και, ενδεχομένως, μικρή διορατικότητα– οπότε αδιαφορεί.

Την ευκαιρία εκμεταλλεύεται ο Ιταλός J.B. Serpieri, που ιδρύει το 1865 την ιταλογαλλική εταιρεία εκμετάλλευσης αρχαίων σκωριών για την εξαγωγή μολύβδου και αργύρου. Η βιομηχανία αυτή εξελίσσεται στη σημαντικότερη της Ελλάδας, απασχολώντας 1.200 εργάτες και ιδρύοντας συνοικισμούς εργατών γύρω από τα ορυχεία και κυρίως στο Λαύριο (1867). Ωστόσο, το 1869, η εταιρεία έρχεται σε σύγκρουση με το ελληνικό κράτος, όταν αρχίζει να εκμεταλλεύεται παρανόμως και τις εκβολάδες, οπότε δημιουργείται πολιτικό θέμα με διεθνείς διαστάσεις, γνωστό ως «Λαυρεωτικό ζήτημα». Οι διαπραγματεύσεις καταλήγουν το 1873 στη δημιουργία δύο εταιρειών: μιας ελληνικής, από τον Α. Συγγρό, μέσα στο Λαύριο, και μιας γαλλικής, το 1875, από τον Σερπιέρι, στη θέση Κυπριανός. Οι δύο βιομηχανίες στηρίζουν ουσιαστικά την ακμή του Λαυρίου και βάζουν τη σφραγίδα τους στη βιομηχανική ανάπτυξη της νεότερης Ελλάδας (**ΕΙΚ. 70**).

#### Εικόνα 70.

Λαύριο: η παλιότερη βιομηχανική πόλη της Ελλάδας.  
Άποψη του λιμανιού το 1870



**Εικόνα 71.** Το 10<sup>ο</sup> Δημοτικό Σχολείο Λαυρίου

Πιο επικερδής και ανθεκτική στο χρόνο από τις δύο εταιρείες αποδεικνύεται η γαλλική, η οποία δημιουργεί εγκαταστάσεις συνολικής 245 στρεμμάτων. Χρησιμοποιώντας την ισχυρή πολιτική επιφροής του εντός και εκτός συνόρων, ο Σερπιέρι, εκτός από την εκμετάλλευση εκβολάδων και σκωριών, διευρύνει τις αρχαίες στοές και ξεκινά εκ νέου την εξόρυξη, επεκτείνοντας τη μεταλλευτική δραστηριότητα σε νέες περιοχές, όπως εκείνη της Πλάκας, γνωστής για την εμφάνιση του γρανοδιορίτη που προαναφέρθηκε.

Ο εργατικός συνοικισμός του 1867 εξελίσσεται σε πόλη 10.000 κατοίκων, για τη λειτουργία της οποίας είναι υπεύθυνες οι δύο εταιρείες. Οι κατοικίες και τα καταστήματα αποτελούν ιδιοκτησία τους. Οι εταιρείες φροντίζουν, επίσης, για την υγειονομική περίθαλψη –με νοσοκομεία και φαρμακεία– ενώ κατασκευάζουν σχολεία, εκκλησίες και λιμενικές εγκαταστάσεις (εικ. 71). Σταδιακά ανοίγουν και άλλες, μικρότερες, βιομηχανίες και βιοτεχνίες και το Λαύριο μετατρέπεται σε μια τυπική βιομηχανική πόλη του 20ού αιώνα.

Μέσα στην πόλη του Λαυρίου σώζονται τμήματα της Ελληνικής Εταιρείας, όπως το Μηχανουργείο, το κτίριο με το ρολόι και τμήματα του μεταλλοπλυσίου, όπου στεγάζεται το Ορυκτολογικό Μουσείο (εικ. 72).

Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος από την έντονη μεταλλουργική δραστηριότητα ξεκινά ταυτόχρονα με τη γέννηση της βιομηχανίας. Το φυσικό τοπίο με την πλούσια δασική βλάστηση και την όμορφη θάλασσα αλλοιώνεται ραγδαία: γιγάντιοι σωροί από στερεά απόβλητα καλύπτουν τα έλη και τις ακτές, η θάλασσα δέχεται τόνους από υγρά απόβλητα, τα πυκνά πευκοδάση υφίστανται εμπρησμούς και οι καπνοί από τις καμινάδες των εργοστασίων σκεπάζουν την περιοχή σε ακτίνα πολλών χιλιομέτρων. Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος συνοδεύεται, φυσικά, και από σοβαρά και χρόνια προβλήματα υγείας για ολόκληρο τον πληθυσμό του Λαυρίου.

Οι συνθήκες εργασίας είναι αρκετά σκληρές και δεν λείπουν οι τραυματισμοί, οι ασθένειες και οι θάνατοι εργατών. Οι εργάτες συχνά –και όχι πάντα αναίμακτα– διεκδικούν μέσω αγώνων και απεργιών πιο ευνοϊκό ωράριο, καλύτερες συνθήκες εργασίας και αξιοπρεπείς αμοιβές.

Η εξάντληση των αποθεμάτων μεταλλεύματος, η πτώση της ζήτησης και, συνακόλουθα, της τιμής του μολύβδου, ο παγκόσμιος ανταγωνισμός και, ίσως, εθνικές και παγκόσμιες συγκυρίες καθιστούν τη λειτουργία της Γαλλικής Εταιρείας ασύμφορη. Οι κληρονόμοι του πανίσχυρου βιομηχάνου και οι μέτοχοι αποσύρουν το ενδιαφέρον τους, μαζί με τα κεφάλαια και, φυσικά, τα τεράστια κέρδη τους. Το εργοστάσιο κλείνει οριστικά το 1989,



**Εικόνα 72.** Το Ορυκτολογικό Μουσείο του Λαυρίου ιδρύθηκε το 1986 από την Εταιρεία Μελετών Λαυρίου (ΕΜΕΛ) και στεγάζεται σε βιομηχανικό κτίριο, τμήμα του μεγάλου μεταλλοπλυσίου της Ελληνικής Εταιρείας. Η συλλογή του περιλαμβάνει σπάνια ορυκτά της Λαυρεωτικής

**Εικόνα 73.** Το Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου (Τ.Π.Π.Λ.) στεγάζεται στις παλιές εγκαταστάσεις της Γαλλικής Εταιρείας Μεταλλείων Λαυρίου



κληροδοτώντας στο Λαύριο μια ιδιαίτερη σύγχρονη ιστορία, πολυάριθμα και εξαιρετικά μνημεία βιομηχανικής αρχιτεκτονικής, ρημαγμένη φύση και μεγάλη ανεργία.

### ► **Το Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου (Τ.Π.Π.Λ.)**

Βγαίνοντας από την πόλη του Λαυρίου, ολοκληρώνουμε την περιήγησή μας στο Τ.Π.Π.Λ. ([εικ. 73](#)). Στεγάζεται στις εγκαταστάσεις της Γαλλικής Εταιρείας Μεταλλείων Λαυρίου. Το Τ.Π.Π.Λ. ιδρύθηκε το 1992, με πρωτοβουλία του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.), με τη συνεργασία και τη στήριξη των φορέων και της κοινωνίας του Λαυρίου, της Ελληνικής Πολιτείας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σκοπός της ίδρυσής του είναι η προβολή της ιστορίας και του πολιτισμού της ευρύτερης περιοχής της Λαυρεωτικής, καθώς και των δραστηριοτήτων που στο παρελθόν είχαν αναπτυχθεί στις διατηρητέες εγκαταστάσεις του. Εξίσου σημαντικό σκοπό του αποτελεί η σύνδεση της επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας, που πραγματοποιείται στο Ε.Μ.Π., με τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα του επιχειρηματικού κόσμου.

Στο χώρο, κυριαρχεί η βιομηχανική αρχιτεκτονική του 19ου αιώνα, με αρκετά νεοκλασικά στοιχεία. Από το σημερινό αναψυκτήριο, που τότε ήταν χώρος επισκευής οχημάτων, φαίνονται τα δύο κτίρια που δεσπόζουν σε αυτό το μεγάλο συγκρότημα: το πρώτο είναι η βίλα Σερπιέρι, που αποτελούσε, παλαιότερα, την κατοικία και το διοικητήριο του ιδρυτή της εταιρείας και σήμερα, αναπαλαιωμένο, στεγάζει τη διεύθυνση του Πάρκου· το δεύτερο ήταν ξενώνας, ρόλο που διατηρεί μέχρι σήμερα, αφού φιλοξενεί τις διδακτικές αίθουσες και τον ξενώνα του Κ.Π.Ε. Λαυρίου. Αν και προσεγμένα στην κατασκευή και σε αρμονία με τον περιβάλλοντα χώρο, τα υπόλοιπα κτίρια αναγνωρίζονται σαφώς ως βιομηχανικοί χώροι, σε αντίθεση με το μεγαλείο που αποπνέει το παλιό διοικητήριο. Ορισμένα από αυτά έχουν αποκατασταθεί και παραδοθεί σε νέα χρήση, ενώ άλλα, ελλείψει πόρων, είναι εγκαταλειμμένα ή ακόμα και υπό κατάρρευση.

Πολλά έχουν ειπωθεί και γραφτεί για τις σχέσεις του Σερπιέρι με τους Έλληνες. Άλλα τόσα και για τα συναισθήματα των Ελλήνων (εργατών και μη) για τους ξένους που είχαν, για ακόμα μια φορά, καταλάβει τις θέσεις ισχύος, αφήνοντας για τους ντόπιους τις χειρονακτικές εργασίες και «μεροκάματα του τρόμου». Οι συνθήκες εργασίας, κατά ομολογία των εργατών τουλάχιστον της τελευταίας φάσης λειτουργίας της βιομηχανίας, ήταν υποφερτές, για τα δεδομένα τέτοιου είδους απασχόλησης εκείνη την εποχή. Ωστόσο, η αντιπαράθεση μεταξύ της ξένης διοίκησης, από τη μια, και των Ελλήνων εργατών, από την άλλη, υπήρξε οπωσδήποτε έντονη, διχάζοντας και τους ίδιους τους κατοίκους του Λαυρίου. Ακόμα και σήμερα μπορούμε να ακούσουμε παλιούς Λαυριώτες να αποκαλούν τον Σερπιέρι «μάστιγα του Λαυρίου» αλλά και «ευεργέτη της πόλης».

Και αν αυτή δεν είναι η καταλληλότερη ώρα για τέτοιες συζητήσεις, τι θα μπορούσαμε να απαντήσουμε σε όποιον αναρωτηθεί γιατί μια τόσο σημαντική πηγή πλούτου παραδόθηκε, ουσιαστικά αμαχητί, στα χέρια ξένων; Ήταν έλλειψη πολιτικής βούλησης, αδυναμία λόγω των συνθηκών, αναγνώριση ότι τα ξένα κεφάλαια είναι ισχυρότερα, ή εθνική μειοδοσία ορισμένων στο βωμό του προσωπικού πλουτισμού;

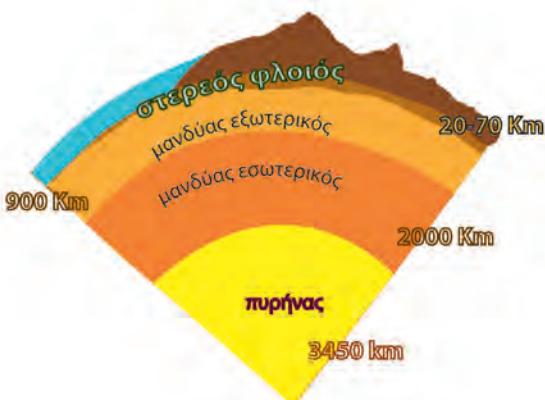


Η ιστορία είναι ακόμα πολύ νωπή για να δοθούν απαντήσεις, αλλά η συζήτηση σίγουρα εποικοδομητική, μια που ένα παρόμοιο δίλημμα διαφαίνεται και σήμερα. Υπάρχει προοπτική για την εξέλιξη αυτού του τόπου, πέρα από τις αξιόλογες προσπάθειες να ξαναζωντανέψει ο χώρος αυτός ως Τ.Π.Π.Λ.; Πρέπει να παραδεχθούμε ότι γίνονται βήματα για την απορρύπανση μεγάλων εκτάσεων και ότι ο κόσμος εμφανίζεται πιο δεκτικός σε ήπιες αλλαγές, που οδηγούν στην ανάπτυξη της τουριστικής βιομηχανίας. Ωστόσο, υπάρχουν πολλά ακόμα να γίνουν... Και, οπωσδήποτε, πρέπει να αποφύγουμε ενέργειες χωρίς σωστό σχεδιασμό, που μόνο στόχο έχουν το βραχυπρόθεσμο και εύκολο κέρδος.

Η Λαυρεωτική είναι ένας γεωλογικός, τεχνολογικός και ιστορικός θησαυρός, όπως ένα άγαλμα της θεάς Αθηνάς θαμμένο στις στοές. Τι μπορούμε να κάνουμε για να το φέρουμε ξανά στο φως χωρίς να το καταστρέψουμε; Θα το παραδώσουμε στην εκμετάλλευση ξένων εταιρειών, μαζί με τα υπόλοιπα αρχαία και νέα μνημεία, αφήνοντάς το να υποβαθμιστεί σε απλό τουριστικό αξιοθέατο; Θα ζητήσουμε την επέμβαση διεθνών οργανισμών, όπως η UNESCO, για τη διάσωση και ανάδειξη της ομορφιάς του; Ή μπορούμε να το ανασύρουμε εμείς προσεκτικά στην επιφάνεια, αναδεικνύοντάς το και επιμερίζοντας σε όλους τους πολίτες τα οφέλη αλλά και τις ευθύνες που απορρέουν από αυτή την πράξη;

Ερωτήματα και προκλήσεις μαζί... Οι όποιες αποφάσεις μας θα κριθούν από τον Θεμιστοκλή, τους δούλους, τους παλιούς και τους νεότερους μεταλλωρύχους και όλους εκείνους που μόχθησαν για τον τόπο αυτό. Και αν μπορούμε να ελπίζουμε στη δική τους «άφεση αμαρτιών», σίγουρα, όπως εμείς κρίνουμε τους προγενέστερους, στη συνείδηση ενός εφήβου του έτους 2200 θα είμαστε κι εμείς κρινόμενοι (**εικ. 74**).

**Εικόνα 74.**  
Η ομορφιά  
δεν χάνεται,  
κρύβεται...



Εικόνα 75. Το εσωτερικό της Γης



Εικόνα 76. Γρανοδιορίτης

## ΤΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Τα πετρώματα σχηματίζουν το στερεό φλοιό της Γης. Αυτός μοιάζει με πέτρινη κρούστα στην εξωτερική της επιφάνεια και επιπλέει πάνω στο μανδύα. Ο μανδύας αποτελείται από ένα διάπυρο ρευστό υλικό, το οποίο με τη σειρά του περιβάλλει τον πυρήνα, την «καρδιά» της Γης, όπου το υλικό είναι ακόμα πιο θερμό ( $2.500^{\circ}\text{C}$ ) και εξαιρετικά πυκνό (εικ. 75).

### Σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται τα πετρώματα

Τα πετρώματα, ανάλογα με το πώς σχηματίστηκαν, χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

#### a. Πυριγενή πετρώματα

Πυριγενή ή μαγματικά λέγονται τα πετρώματα που δημιουργούνται από τη στερεοποίηση (κρυστάλλωση) του μάγματος, δηλαδή του διάπυρου ρευστού υλικού του μανδύα. Όταν το μάγμα κινείται ανοδικά, μπορεί να διαπεράσει το στερεό φλοιό και να βγει στην επιφάνεια της Γης ή στον πυθμένα της θάλασσας, σχηματίζοντας ηφαίστεια. Η **λάβα**, όπως λέγεται τότε, ψύχεται απότομα, στερεοποιείται και δημιουργεί τα **ηφαιστειακά πετρώματα**, όπως ο οψιδιανός και ο βασάλτης. Όταν, όμως, η πίεση του μάγματος δεν είναι αρκετή για να σπάσει τα επιφανειακά πετρώματα, τότε αυτό διεισδύει σε άλλα πετρώματα, κάτω από την επιφάνεια. Εκεί αργεί πολύ να ψυχθεί και δημιουργεί τα **πλουτώνεια πετρώματα** (όπως ο γρανίτης), που ονομάστηκαν έτσι προς τιμήν του Πλούτωνα, θεού του Κάτω Κόσμου. Τα πλουτώνεια πετρώματα συχνά αναδύονται στην επιφάνεια είτε με τη βοήθεια μεγάλων δυνάμεων-πιέσεων, όπως αυτές που προκαλούν τους σεισμούς ή γεννούν τις οροσειρές, είτε γιατί τα ανώτερά τους πετρώματα καταστράφηκαν και έγιναν χαλίκια, άμμος ή χώμα. Στην Πλάκα της Λαυρεωτικής εμφανίζεται ο **γρανοδιορίτης** –πλουτώνειο πέτρωμα παρόμοιας σύστασης και συμπεριφοράς με το γρανίτη– ο οποίος συνδέεται με τη μεταλλογένεση της περιοχής (εικ. 76).

#### β. Ιζηματογενή πετρώματα

Τα πετρώματα όμως δεν είναι αθάνατα. Η καταστροφή τους ονομάζεται **αποσάθρωση** και προκαλείται από τον αέρα, τη

βροχή, τη μεταβολή της θερμοκρασίας, τη ροή των ποταμών και την επίδραση της θάλασσας ή των παγετώνων. Εξαιτίας της αποσάθρωσης δημιουργείται το έδαφος, το οποίο συχνά παθαίνει **διάβρωση**, δηλαδή παρασύρεται από το νερό ή τον αέρα, μεταφέρεται και καθίζανει (κατακάθεται) στο βυθό της θάλασσας. Εκεί καθιζάνουν και άλλα υλικά που προέρχονται από κελύφη οργανισμών, αλλά και από ενώσεις που ήταν διαλυμένες στο νερό. Όλα αυτά τα κομματάκια (κόκκοι) ονομάζονται **ιζήματα** και, αρχικά, είναι ασύνδετα μεταξύ τους. Όσο περνούν τα χρόνια, το πάχος του ιζήματος μεγαλώνει και δημιουργούνται στρώσεις, με τις κατώτερες να συμπιέζονται περισσότερο από τις ανώτερες. Έτσι οι κόκκοι του ιζήματος συνενώνονται και το υλικό γίνεται σταδιακά συμπαγές, σχηματίζοντας ένα πέτρωμα.

Η διαδικασία αυτή, που διαρκεί εκατομμύρια χρόνια, λέγεται **διαγένεση ή λιθοποίηση** και τα πετρώματα που σχηματίζονται με αυτό τον τρόπο λέγονται **ιζηματογενή**. Ιζηματογενή πετρώ-



**Εικόνα 77.** Ασβεστόλιθος

**Εικόνα 78.** Γύψος





Εικόνα 79. Μάρμαρο



Εικόνα 80. Σχιστόλιθος



Εικόνα 81. BPG, μικτά θειούχα μεταλλεύματα

ματα είναι ο ασβεστόλιθος (εικ. 77) και ο γύψος (εικ. 78). Αν οι στρώσεις είναι οριζόντιες και παράλληλες μεταξύ τους, τότε το παλαιότερο πέτρωμα βρίσκεται βαθύτερα και το νεότερο στην κορυφή. Τα πετρώματα αυτά περιέχουν **απολιθώματα**, δηλαδή εγκλωβισμένα λείψανα από φυτικούς ή ζωικούς οργανισμούς που έζησαν σε παλαιότερες εποχές. Αυτά μας δίνουν πολύ χρήσιμες πληροφορίες για τη γεωφυσική ιστορία της περιοχής.

#### γ. Μεταμορφωμένα πετρώματα

Μερικές φορές, υψηλές θερμοκρασίες ή/και πιέσεις μπορούν να αλλάξουν, δηλαδή να μεταμορφώσουν, ένα πέτρωμα σε άλλα είδη πετρωμάτων. Η αλλαγή αυτή, που μπορεί να συμβεί τοπικά ή σε πολύ μεγάλη έκταση, δημιουργεί νέα συστατικά (ορυκτά), προκαλεί μεταβολή στο χρώμα και, γενικά, κάνει το αρχικό πέτρωμα σκληρότερο. Στα μεταμορφωμένα πετρώματα σπανίως βρίσκουμε απολιθώματα, γιατί αυτά καταστρέφονται κατά τη διαδικασία της μεταμόρφωσης.

Τα πετρώματα της Λαυρεωτικής είναι στην πλειονότητά τους μεταμορφωμένα, όπως το **μάρμαρο** και το **σχιστόλιθος**. Τα βλέπουμε παντού στην Αττική και συχνά τα περιφρονούμε, όμως στα «σπλάχνα» τους έχουν σχηματιστεί τα κοιτάσματα των ορυκτών που έχουν κάνει το Λαύριο τόσο σπουδαίο.

**Μάρμαρο:** Όταν ο ασβεστόλιθος βυθίζεται βαθιά στο μάγμα, ζεσταίνεται πολύ και πιέζεται. Βρίσκοντας μετά διέξοδο προς τα πάνω, ψύχεται και ανακρυσταλλώνεται. Από τη μεταμόρφωση αυτή γεννιέται το μάρμαρο (εικ. 79). Στη Λαυρεωτική υπάρχει παντού, λευκό ως κιτρινόλευκο με ερυθρωπές αποχρώσεις, και είναι ανθεκτικό στους μηχανισμούς αποσάθρωσης και διάβρωσης. Αν το κοιτάξετε στο μικροσκόπιο, μπορείτε να δείτε πολλούς μικρούς κρυστάλλους.

**Σχιστόλιθος:** Είναι κι αυτός γέννημα θρέμμα της μεταμόρφωσης άλλων ιζηματογενών σχηματισμών, κυρίως ίλυολίθων. Θα τον διακρίνετε εύκολα κάτω από τους σχηματισμούς του μαρμάρου, γιατί έχει χαρακτηριστικό γκρίζο ως γκριζόμαυρο χρώμα και κόβεται εύκολα σε «φέτες». Σκίζεται εύκολα και καλά, εξ ου και η ονομασία του (εικ. 80).

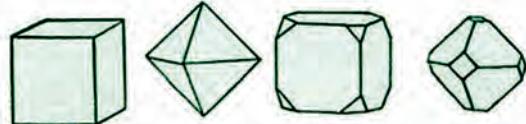
## ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΑ

**Τι είναι τα μεταλλεύματα;** Τα μεταλλεύματα είναι πετρώματα (πυριγενή, ιζηματογενή ή μεταμορφωμένα) με ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον. Περιέχουν μεταλλικά συστατικά, τα οποία μπορούμε να εξαγάγουμε με κατάλληλη επεξεργασία και να τα χρησιμοποιήσουμε στη βιομηχανία για την παρασκευή ποικίλων προϊόντων. Χαρακτηριστική περίπτωση είναι ο γαληνίτης, ένα εκ των τριών θειούχων ορυκτών που είναι γνωστά με τα αρχικά BPG (εικ. 81).

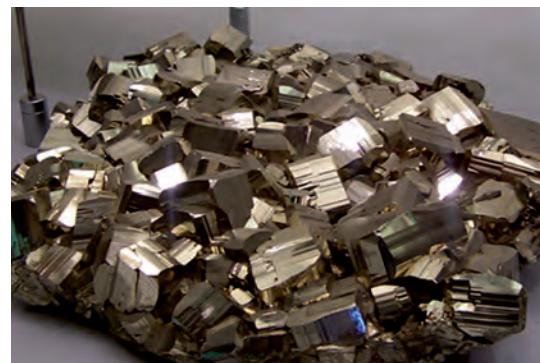
**Τι είναι τα ορυκτά;** Παρατηρώντας με προσοχή ένα πέτρωμα, βλέπουμε ότι αυτό αποτελείται από κόκκους, συνήθως διαφόρων ειδών. Οι κόκκοι αυτοί, άλλοτε ορατοί με γυμνό μάτι και άλλοτε όχι, ονομάζονται **ορυκτά**. Η λέξη προέρχεται από το αρχαίο ελληνικό ρήμα ορύσσω ή ορύττω, που σημαίνει σκάβω. Μέχρι σήμερα είναι γνωστά περίπου 4.000 ορυκτά και συνεχώς ανακαλύπτονται νέα, ωστόσο μόνο 50 από αυτά σχηματίζουν την πλειονότητα των πετρωμάτων. Τα ορυκτά έχουν συνήθως στερεή μορφή και σπανιότερα υγρή, όπως στην περίπτωση του υδραργύρου και του πετρελαίου.

**Δομή των ορυκτών.** Τα ορυκτά είναι συνήθως κρυσταλλικά και σπανιότερα άμορφα (εικ. 82). Το αν ένα ορυκτό είναι κρυσταλλικό ή άμορφο εξαρτάται από τη χημική του σύσταση και τις συνθήκες που επικρατούσαν κατά το σχηματισμό του.

**Πότε ένα ορυκτό λέγεται κρυσταλλικό;** Όταν τα άτομα ενός ορυκτού είναι τοποθετημένα με συγκεκριμένη τάξη, η οποία επαναλαμβάνεται στις τρεις διαστάσεις του χώρου, τότε αυτό λέγεται κρυσταλλικό. Τα κρυσταλλικά ορυκτά έχουν εξωτερικά τη μορφή πολύεδρων γεωμετρικών σωμάτων, όπως ο κύβος ή η πυραμίδα. Η μορφή αυτή ονομάζεται **κρύσταλλος** (< κρυσταίνω < κρύος + ίστημι), επειδή οι αρχαίοι πίστευαν ότι ο κρύσταλλος ήταν πάγος ή κάποιο άλλο σώμα που είχε στερεοποιηθεί από το ψύχος. Η κρυσταλλική μορφή σχηματίζεται όταν το διάπυρο υλικό, κατά την άνοδό του, ψύχεται αργά. Όσο περισσότερο χρόνο και χώρο έχει στη διάθεσή του το ορυκτό για να αναπτυχθεί σε κοιλότητες ή σχισμές των πετρωμάτων, τόσο παίρνει τη μορφή ωραίων και



Εικόνα 82.. Σχήματα διαφόρων κρυστάλλων



Εικόνα 82.1. Κρύσταλλοι σιδηροπυρίτη



Εικόνα 82.2.  
Κρύσταλλοι  
χαλαζία



Εικόνα 82.3.  
Κρύσταλλοι  
κερουζίτη



Εικόνα 82.4.  
Κρύσταλλοι  
φθορίτη



Εικόνα 83. Εργαλεία από οψιδιανό



Εικόνα 84. Συσσωματώματα δολομίτη



Εικόνα 85. Ο σμισθονίτης σε τέσσερις διαφορετικές μορφές και χρώματα

μεγάλων κρυστάλλων. Συνήθως, όμως, οι κρύσταλλοι αναπτύσσονται πολλοί μαζί και η ανάπτυξη του ενός εμποδίζει την ανάπτυξη του γειτονικού του. Έτσι, τα ορυκτά σχηματίζουν μικρούς κρυστάλλους, με εξωτερικές επιφάνειες που δεν έχουν αναπτυχθεί ομαλά, λαμβάνοντας ακανόνιστα σχήματα (εικ. 82.1-82.4).

**Πότε ένα ορυκτό λέγεται άμορφο;** Στα άμορφα ορυκτά λείπει το υψηλό επίπεδο οργάνωσης σε κρυστάλλους και τα άτομα στο εσωτερικό είναι τοποθετημένα τυχαία και άτακτα. Αυτός ο άτακτος τρόπος «χτισίματος» οφείλεται στο ότι το ορυκτό ψύχθηκε απότομα στην επιφάνεια της Γης κι έτσι δεν πρόλαβε να ταξινομήσει καλύτερα τα άτομά του. Τέτοια ορυκτά με ακανόνιστη μορφή είναι τα ηφαιστειακά γυαλιά, όπως ο οψιδιανός (εικ. 83).

### Πώς μπορούμε να αναγνωρίσουμε ένα ορυκτό

Για να αναγνωρίσουμε ένα ορυκτό, αρκεί να χρησιμοποιήσουμε τις αισθήσεις μας και κάποια απλά εργαλεία, όργανα και αντιδραστήρια. Ξεκινάμε εξετάζοντας με προσοχή όλα τα εξωτερικά χαρακτηριστικά του και μελετώντας με απλό τρόπο κάποιες βασικές του ιδιότητες.

► **Σχήμα.** Υπάρχουν λίγα ορυκτά, όπως το πράζιο της Σερίφου, που ταυτοποιούνται μόνο από το σχήμα των κρυστάλλων τους. Τα περισσότερα έχουν ποικίλα εξωτερικά σχήματα ή έχουν το ίδιο σχήμα με άλλα ορυκτά, οπότε η αναγνώριση δεν είναι εύκολη. Γίνεται μάλιστα ακόμα πιο δύσκολη όταν οι εξωτερικές τους επιφάνειες εμφανίζουν παραμόρφωση ή όταν εμφανίζονται ως συσσωματώματα, δηλαδή πολλά μαζί και ενωμένα στενά (εικ. 84).

► **Χρώμα, λάμψη και διαφάνεια.** Το χρώμα μπορεί να βοηθήσει στην ταυτοποίηση ενός ορυκτού. Συχνά, όμως, και αυτό μπορεί και να μας παραπλανήσει, επειδή ένα ορυκτό μπορεί να εμφανίζει διάφορα χρώματα και αποχρώσεις, ενώ πολλά διαφορετικά ορυκτά έχουν το ίδιο χρώμα. Γ' αυτό, πρέπει παράλληλα να εξετάζουμε τη λάμψη και τη διαφάνεια του (εικ. 85).

► **Σκληρότητα.** Η σκληρότητα των ορυκτών μετριέται με βάση τη δεκάβαθμη σκληρομετρική κλίμακα Μος (εικ. 86). Στην πρώτη βαθμίδα αντιστοιχεί το πιο μαλακό ορυκτό, ο τάλκης, και στην τελευταία το πιο σκληρό φυσικό υλικό, που είναι το διαμάντι. Συγκρίνουμε δύο ορυκτά ως προς τη σκληρότητά

τους δοκιμάζοντας ποιο χαράζει ποιο: αυτό που χαράζει το άλλο είναι το σκληρότερο.

► **Ίχνος.** Το ίχνος ενός ορυκτού είναι το χρώμα της σκόνης του. Αυτό δεν αλλάζει, παρόλο που ένα ορυκτό μπορεί να εμφανίζεται με διάφορα χρώματα. Ενδιαφέρον, ε; Και χρήσιμο! Για να δούμε, λοιπόν, το ίχνος, τρίβουμε το ορυκτό στο πίσω (αγυάλιστο) μέρος από ένα πλακάκι πορσελάνης και ελέγχουμε το χρώμα της γραμμής από τη σκόνη που αφήνει. Στην περίπτωση όμως που είναι σκληρότερο από την πορσελάνη (σκληρότητα 6-6,5), λυπούμαστε, δεν θα αφήσει ίχνος, οπότε το ξύνουμε με μαχαίρι, για να δημιουργήσει σκόνη.

► **Φθορισμός (φωταύγεια).** Όταν εκθέσουμε ορισμένα ορυκτά σε υπεριώδη ή ραδιενεργή ακτινοβολία ή σε ακτίνες X, εκπέμπουν ένα χαρακτηριστικό χρώμα, που συνήθως διαφέρει από το αρχικό τους. Το χρώμα αυτό εξαφανίζεται συνήθως όταν σταματήσει η έκθεσή τους στην ακτινοβολία ([εικ. 87](#)).

► **Πυκνότητα (ειδικό βάρος).** Η πυκνότητα ενός ορυκτού μπορεί να μετρηθεί απλά, εφαρμόζοντας μια παλιά και δοκιμασμένη «συνταγή»: το πείραμα του Αρχιμήδη, όπου συγκρίνουμε την πυκνότητα του ορυκτού με εκείνη του νερού.

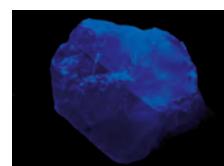
► **Διαλυτότητα.** Λίγα είναι τα ορυκτά που διαλύονται στο νερό, όπως ο αλίτης (αλάτι) και ο γύψος. Εκτός από τη διαλυτότητα στο νερό, μπορούμε, για αλλαγή, να δοκιμάσουμε και τη διαλυτότητα στα οξέα. Για το σκοπό αυτό δεν χρησιμοποιούμε ισχυρά οξέα, που είναι επικίνδυνα, αλλά σταγόνες από δυνατό ξίδι ή λεμόνι. Ορισμένα ορυκτά, όπως ο κερουζίτης, θα αφρίσουν από το κακό τους...

► **Άλλες ιδιότητες.** Ο σχισμός είναι ο τρόπος με τον οποίο σπάζει ή σχίζεται ένα ορυκτό. Εξαρτάται από τη δομή που έχει το ορυκτό εσωτερικά και διαπιστώνεται αν χτυπήσουμε με ένα σφυράκι (και περισσή τέχνη) τον κρύσταλλό του. Χρήσιμη, αν τολμάμε, μπορεί να αποδειχθεί και η γεύση που έχουν ορισμένα ορυκτά –όπως η αλμυρή γεύση του αλίτη– αλλά και η οσμή, όπως η μυρωδιά θείου που αναδίδουν κάποια θειούχα ορυκτά. Μια δοκιμή θα σας πείσει! Τέλος, υπάρχει και η ικανότητα μαγνητισμού, όπως του μαγνητίτη.

Εκτός από τις απλές αυτές μεθόδους που χρησιμοποιούμε εμείς στην έρευνά μας, στα ορυκτολογικά εργαστήρια πραγματοποιούν πιο σύνθετες και ακριβείς αναλύσεις, με τη χρήση, για παράδειγμα, ακτίνων X, ηλεκτρονικών μικροσκοπίων κ.ά.

Ορυκτό	Χαράζεται με	Κλίμακα Μος
 Τάλκης		1
 Γύψος		2
 Ασβεστίτης		3
 Φθορίτης		4
 Απατίτης		5
 Αστριος		6
 Χαλαζίας		7
 Τοπάζι		8
 Κορούνδιο		9
 Διαμάντι		10

**Εικόνα 86.** Η κλίμακα σκληρότητας του Μος



**Εικόνα 87.** Φθορισμός



Εικόνα 88. Γαληνίτης

### Οι αστέρες της λαυρεωτικής γης αυτοσυστήνονται

**Γαληνίτης:** Εγώ, ο γαληνίτης (εικ. 88), είμαι βαρύς (κι ασήκωτος) θειούχος μόλυβδος. Οι κρύσταλλοί μου είναι κυβικοί και αδιαφανείς και το χρώμα μου ασημόγκριζο ή πιο θαμπό γκριζό, όταν στριμώχνομαι σε κοιτάσματα. Θεωρούμαι το πιο άφθονο και χρήσιμο ορυκτό του μολύβδου και θα με συναντήσετε παρέα με σφαλερήτη και σιδηροπυρίτη. Είμαι από τα πρώτα μεταλλεύματα που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος και με αυτό το όνομα με καθιέρωσε ο Ρωμαίος ιστοριογράφος Πλίνιος.

Αν και έχω γνωρίσει αιώνες δόξας, για να μην πω χιλιετίες, αυτή δεν τη χρωστώ μόνο στο μόλυβδο. Έχω την τύχη ή την ατυχία να περιέχω και λίγο άργυρο (μέχρι 4 kg αργύρου ανά τόνο μολύβδου στις αρχαίες εξορύξεις του Λαυρίου). Αυτό το γνώριζαν καλά οι αρχαίοι Έλληνες, όταν με εξόρυτταν από τα κοιτάσματα της περιοχής, που τα ονόμαζαν, για το λόγο αυτό, «αργυρεία». Μάλιστα, εγώ και ο κερουζίτης ήμασταν γνωστά ως «αργυρίτις γη». Στον άργυρό μου χρωστούν πολλά: το στόλο που νίκησε στη ναυμαχία της Σαλαμίνας, τα νομίσματα, τον πλούτο, την ισχύ και το πολιτιστικό θαύμα της κλασικής Αθήνας... Άλλα τι αδικία! Τα ένδοξα χρόνια της Αθήνας θα έπρεπε να έχουν καταγραφεί στην Ιστορία ως αργυρός και όχι ως χρυσός αιώνας του Περικλή. Καμιά αναγνώριση!

Ως φυσικός ημιαγωγός του ηλεκτρισμού, θεωρώ τον εαυτό μου πρόδογο των μικροτσίπ και χρησιμοποιήθηκα στα πρώτα κρυσταλλικά ραδιόφωνα. Το μόλυβδο που περιέχω, τον χρησιμοποιούσαν από την αρχαιότητα στην αγγειοπλαστική, όπως και για την κατασκευή συνδετικών καρφιών για τους κίονες (ρωτήστε τους κίονες του Παρθενώνα τι πέρασαν επί Τουρκοκρατίας εξαιτίας μου). Κι ακόμα, πρόσφατα, με χρησιμοποιούσαν για να φτιάξουν καλλυντικά, βλήματα και σφαίρες, εντομοκτόνα, μέχρι και... κινητά τυπογραφικά στοιχεία, προτού επινοηθούν οι υπολογιστές! Επίσης, θα με βρείτε σε σωλήνες, χρώματα (μίνιο), μπαταρίες αυτοκινήτων, μολυβδούχα βενζίνη (super), αλλά και στην πυρηνική τεχνολογία.



Εικόνα 89. Κερουζίτης

**Κερουζίτης (ή κερουσίτης):** Εγώ, ο κερουζίτης (εικ. 89), ως ορυκτό του μολύβδου (ανθρακικό), χρωστώ την ονομασία μου στη λατινική λέξη cerussa, που σημαίνει «λευκός μόλυβδος». Συχνά εμφανίζομαι σε δείγματα, τα οποία έχουν εξωτερικά επικάλυψη κε-

ρουζίτη και πυρήνα γαληνίτη και θα με βρείτε σε πολλά σημεία της Γης. Έχω χρώμα συνήθως λευκό, υποκίτρινο, γκρίζο ή ακόμα και... κανένα, και αρκετά καλή διαφάνεια. Για διαφανές-ημιδιαφανές ορυκτό είμαι και ιδιαίτερα βαρύς! Στην Ελλάδα βρίσκομαι σε μικρές ποσότητες στην Τήνο και τη Μήλο, ενώ σημαντικές εμφανίσεις μου, με γεώδη μορφή και υψηλό περιεχόμενο σε μόλυβδο, υπάρχουν στα μεταλλεία του Λαυρίου. Εκεί, οι μεταλλωρύχοι φίλοι μου με αποκαλούσαν «καρβουνάτο»!

**Σφαλερίτης:** Ως επιστήθιος φίλος του γαληνίτη, είμαι κι εγώ μεταλλικό θειούχο ορυκτό, αλλά του ψευδαργύρου και όχι του μολύβδου. Ανάλογα με το σίδηρο που περιέχω (γιατί περιέχω και σίδηρο), το χρώμα μου ποικίλλει από μαύρο, καστανό, κοκκινωπό, μελί έως ανοιχτό μπλε ή σχεδόν άχρωμο. Ανάλογα ποικίλλουν η διαφάνεια και η λάμψη μου (**εικ. 90**). Άντε τώρα να με αναγνωρίσεις ανάμεσα στα τόσα ορυκτά! Το όνομά μου προέρχεται από το ρήμα «σφάλλω», γιατί από παλιά, όταν με έβλεπαν στις σκούρες αποχρώσεις μου, με περνούσαν για γαληνίτη! Με ονομάζουν και «μπλέντα» και πρέπει, επίσης, να γνωρίζετε ότι φθορίζω!

Η (στυγνή) εκμετάλλευσή μου γινόταν από την αρχαιότητα ως πρόσφατα κυρίως στη Λαυρεωτική και λιγότερο στην Αλεξανδρούπολη, ενώ σήμερα με εξορύσσουν στη Χαλκιδική. Με τον ψευδάργυρο, που εξάγεται κυρίως από εμένα, επικαλύπτονται ο σίδηρος και ο χάλυβας για να μη διαβρώνονται, κατασκευάζονται ηλεκτρόδια, κράματα, φάρμακα, αντιηλιακά και άλλα χημικά.

**Σμισθονίτης:** Νομίζω ότι ως ορυκτό του ψευδαργύρου (ανθρακικό, βέβαια), έχω κι εγώ μια θέση στην παρέα. Είμαι λευκός, χρωματιστός, γκριζωπός ή σπάνια άχρωμος, με καλή διαφάνεια και λάμψη γυαλιού ή μαργαριταριού (**εικ. 91**). Στη λαυρεωτική γη μπορεί κανείς να βρει μοναδικής ομορφιάς δείγματά μου. Γνωρίζομαι προσωπικά με το σφαλερίτη και από εμάς, κατά τη λειτουργία της Γαλλικής Εταιρείας Μεταλλείων του Λαυρίου, τον περασμένο αιώνα, έπαιρναν –με κόπο, μπορώ να πω– τον ψευδάργυρο. Με αποκαλούν και «καλαμίνα»· τότε είμαι εγώ ή ένας άλλος συγγενής μου που περιέχει ψευδάργυρο, ο ημιμορφίτης.

Και αν θέλετε να γνωρίσετε τους υπόλοιπους της παρέας, δεν έχετε παρά να ανοίξετε το CD που συνοδεύει το βιβλίο αυτό!



Εικόνα 90. Σφαλερίτης



Εικόνα 91.  
Σμισθονίτης

# Γεωλογική και βιολογική εξέλιξη της Λαυρεωτικής



# B I B L O G R A F I A

- Αναγνώστου, Χ., Χρόνης, Γ. (2002): *To γήινο σύστημα*, Εκδ. Κ. Χαμηλοθώρης, Αθήνα.
- Βουρλάκος, Ν. (1992): *Ta ορυκτά της Λαυρεωτικής*, Βιβλιοθήκη Εταιρείας Μελετών Λαυρεωτικής.
- Δερμάτης, Γ. (2006): *Ta μεταλλεία της Καμάριζας στο Λαύριο, Κοινότητα Αγίου Κωνσταντίνου Καμάριζα*. Εκδ. Τουμπής.
- Δήμου-Χωνιανάκη, Ελ. (2002): *Iστορία χαραγμένη στην πέτρα*, Εκδ. ΑΕΕ Αργυρομεταλλευμάτων και Βαρυτίνης.
- Θεοδώρου, Γ., Συμεωνίδης, Ν. (1989): «Ιστορία της απολιθωμένης ζωής στο Πικέρμι Αττικής», *Περ. Αττικό τοπίο και περιβάλλον*, Εκδ. Ο.Λ. Πειραιώς.
- Ιατρού, Γ. (2003): *Σούνιο – Λαύριο – Κερατέα*, Εκδ. Τουμπής, Αθήνα.
- Κατερινόπουλος, Α., Ζησιμοπούλου, Ε. (1994): *Ta ορυκτά των μεταλλείων του Λαυρίου*, Εκδ. Σύλλογος Ελλήνων Συλλεκτών Ορυκτών και Απολιθωμάτων, Αθήνα.
- Κονοφάγος, Κ. (1980): *To αρχαίο Λαύριο*, Εκδοτική Ελλάδος Α.Ε., Αθήνα.
- Κορδέλας, Α. (1993): *To Λαύριον*, Εκδ. Μιχάλης Τουμπής Α.Ε., Αθήνα.
- Νικολάου, Μ. Μ. (2005): *Ορυκτά, πετρώματα και πολιτισμός*, Εκδ. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Αθήνα.
- Συμεωνίδης, Ν. (2008): «Ξενάγηση στο χώρο των απολιθωμάτων της Αττικής», στο *Πρακτικά Θ΄ Επιστημονικής Συνάντησης ΝΑ Αττικής* (Λαύριο 13-16 Απριλίου 2000), Εκδ. Εταιρεία Μελετών Νοτιοανατολικής Αττικής, Καλύβια Θορικού Αττικής.
- Τζανικιάν, Ζ. (2009): *Γεωδιαδρομές: Λαύριο και ευρύτερη περιοχή*, Εκδ. ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- Υπουργείο Πολιτισμού – Νομισματικό Μουσείο (2001): *Νομίσματα και Νομισματική*, Εκδ. Καπόν, Αθήνα.
- Ψαριανός, Π. (1992): *Επίτομος Φυσική Γεωγραφία*, Εκδ. Γκέλμπεσης, Αθήνα.
- Boschetto, F.M. (2009): «Evoluzione terra», στο [http://www.fmboschetto.it/images/galleria\\_terra.htm](http://www.fmboschetto.it/images/galleria_terra.htm).
- Morin, D., Photiades, A. (2005): «Les mines antiques du Laurion». *BT* no 1.164, Ιανουάριος 2005, Εκδ. Clerc, Γαλλία.
- Mussche, H. F. (1978): *Torikos – A Guide to the Excavations*, Comité des Fouilles Belges en Grèce, Belgique.
- Pellant, Chris (2002): *Rocks and minerals*, Εκδ. DK Smithsonian handbooks.
- Skarpelis, N. (2007): The Lavrion deposit (SE Attica, Greece): geology, mineralogy and minor elements chemistry. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, 183, σσ. 227-249, Στουτγάρδη.