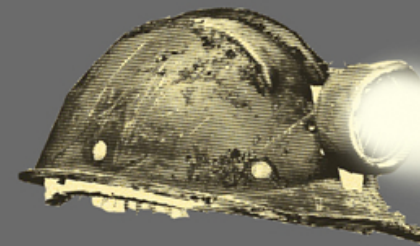




Ε.Μ.Π. 1972: Μάθημα β' έτους σε αίθουσα του κτηρίου Γκίνη

Ιστορική αναδρομή και προοπτικές

# 70 ΧΡΟΝΙΑ



ΣΧΟΛΗ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ  
ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

## Ιστορική αναδρομή και προοπτικές



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ

**"70 χρόνια Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών  
Ιστορική αναδρομή και προοπτικές"**







**Α΄ Μέρος: Ιστορική Αναδρομή της Σχολής**

<b>Χρονολόγιο ίδρυσης Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών Ε.Μ.Π. ....</b>	<b>3</b>
<b>Η πορεία προς την ίδρυση της Σχολής</b>	
<i>Μαρία Μενεγάκη</i> .....	5
<b>«Ξεσκονίζοντας» τα Πρακτικά...</b>	
<i>Κωνσταντίνος Τσακαλάκης</i> .....	29
<b>Οι Καθηγητές της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών</b>	
<i>Μαρία Μενεγάκη</i> .....	51
<b>Διάσημοι και ...Μεταλλειολόγοι</b>	
<i>Ηλιάννα Χαλικιά</i> .....	79
<b>Φωτογραφικό λεύκωμα</b>	
<i>Επιμέλεια: Απόστολος Κούρτης</i> .....	99

**Β΄ Μέρος: Προκλήσεις και Προοπτικές για τη Σχολή****Κατεύθυνση Μεταλλευτικής Τεχνολογίας****Τρέχουσα Πραγματικότητα, Προοπτικές και Προτάσεις**

<i>Δημήτρης Δαμίγος</i> .....	113
-------------------------------	-----

**Κατεύθυνση Μεταλλουργίας****Τρέχουσα Πραγματικότητα, Προοπτικές και Προτάσεις**

<i>Δημήτρης Πάνιας, Ειρήνη Χριστοδούλου</i> .....	127
---------------------------------------------------	-----

**Κατεύθυνση Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών της Σχολής Μ.Μ.Μ.****Τρέχουσα Πραγματικότητα, Προοπτικές-Προτάσεις**

<i>Γεώργιος Φούρλαρης, Σπυρίδων Παπαευθυμίου</i> .....	145
--------------------------------------------------------	-----

**Κατεύθυνση Γεωτεχνολογίας****Τρέχουσα Πραγματικότητα, Προοπτικές και Προτάσεις**

<i>Πάυλος Νομικός,, Κωνσταντίνος Λουπασάκης</i> .....	161
-------------------------------------------------------	-----

**Κατεύθυνση Περιβαλλοντικής Μηχανικής και Γεωπεριβάλλοντος****Τρέχουσα Πραγματικότητα, Προοπτικές και Προτάσεις**

<i>Εμμανουέλλα Ρεμουντάκη</i> .....	179
-------------------------------------	-----

**Προκλήσεις και προοπτικές για τη Σχολή Μ.Μ.Μ.**

<i>Δημήτρης Καλιαμπάκος</i> .....	193
-----------------------------------	-----



## Πρόλογος

Η Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών (Μ.Μ.Μ.) γεννήθηκε πριν 70 χρόνια. Η παρουσία, όμως, των επιστημών της γης και της τεχνολογίας εξόρυξης και επεξεργασίας πρώτων υλών ήταν έντονη από τα πρώτα βήματα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, ιδιαίτερα από όταν αυτό απέκτησε τη δομή του Τεχνικού Πανεπιστημίου, στο τελευταίο τέταρτο του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Κι αυτό συνέβη γιατί η βιομηχανική επανάσταση στην Ελλάδα έλαβε χώρα ακριβώς στον τομέα αυτό, με γενέθλια ημερομηνία και τόπο το 1865 και το νεώτερο Λαύριο. Γρήγορα, στη συνέχεια, η βιομηχανία των ορυκτών πόρων εξαπλώθηκε σχεδόν σε όλη την Ελλάδα.

Η ίδρυση της Σχολής, μετά από κυοφορία δεκαετιών, το 1947, συνδέεται με την εκρηκτική ανάπτυξη της βιομηχανίας των ορυκτών πόρων, τις επόμενες δύο δεκαετίες. Πράγματι, η Ελλάδα, όπως τη γνωρίζουμε σήμερα, είναι σε σημαντικό βαθμό αποτέλεσμα μεγάλων βημάτων στην αξιοποίηση των πόρων της γης, όπως π.χ. η σχετική ενεργειακή αυτονομία που της χάρισε η αξιοποίηση των λιγνιτών. Η μελέτη της ιστορίας της Σχολής, επιβεβαιώνει με δεκάδες άλλα παραδείγματα τη συμβολή αυτή.

Επιδιώξαμε οι εκδηλώσεις εορτασμού να αποτελέσουν αφορμή για μια συστηματική ανάλυση τόσο της ιστορικής διαδρομής της Σχολής όσο και των μεγάλων προκλήσεων που ένα μέλλον δύσκολα προβλέψιμο, αλλά πάντως συναρπαστικό για τον κλάδο, θέτει μπροστά μας. Εδώ και σχεδόν δυο χρόνια, η Επιτροπή Ιστορικής Τεκμηρίωσης και η Επιτροπή Στρατηγικής και Προγράμματος Σπουδών της Σχολής μεθοδικά προετοιμάζουν το έδαφος για το επόμενο άλμα της Σχολής. Ο παρών τόμος είναι αποτέλεσμα κυρίως αυτής της συλλογικής προσπάθειας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω μέσα από την καρδιά μου τα μέλη των Επιτροπών αυτών, όπως επίσης και τα μέλη της Οργανωτικής Επιτροπής του εορτασμού, για την άπειρη προσπάθεια που κατέβαλαν, αλλά κυρίως για το κέφι, το μεράκι και την αγάπη για τη Σχολή που κατέθεσαν.

Η Σχολή Μ.Μ.Μ., η Σχολή «του πρώτου κρίκου» κάθε παραγωγικής αλυσίδας, κοιτάζει με αυτοπεποίθηση μπροστά. Κατάφερε να παίξει το ρόλο της σε δύσκολες στιγμές, πιο δύσκολες και από τη σημερινή. Νέοι μηχανικοί, απόφοιτοι της Σχολής, πλαισίωσαν τα πιο δύσκολα τεχνικά εγχειρήματα και κατάφεραν όχι μόνο να σταδιοδρομήσουν αλλά και να επιβεβαιώσουν το χρήσιμο κοινωνικό τους ρόλο. Σήμερα, που η χώρα μας βρίσκεται ακόμη στη δίνη μια βαθιάς κρίσης, πρέπει να επανανακαλυφθεί ο δρόμος μιας παραγωγικής αναγέννησης, στηριγμένης στα συγκριτικά πλεονεκτήματα της χώρας. Η αξιοποίηση του Ορυκτού Πλούτου της χώρας είναι σίγουρα ένα από αυτά. Η Σχολή, με όλες της τις δυνάμεις, θα είναι

παρούσα σε αυτήν την προσπάθεια, κατακτώντας, ξανά και ξανά, αυτό που ως σύνθημα διαλέξαμε για τον εορτασμό των 70 χρόνων: «την πρωτοπορία ενός κλάδου με ιστορία αιώνων».

*Δημήτρης Καλιαμπάκος  
Κοσμήτορας Σχολής Μ.Μ.Μ.*

**Α΄ Μέρος**

**Ιστορική Αναδρομή της  
Σχολής**



## Χρονολόγιο ίδρυσης Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών Ε.Μ.Π.

Δημιουργείται η Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μηχανικών (Ν. 980/17) με πρόγραμμα 4 ετών σπουδών «...προς δε από τας διά του παρόντος νόμου ιδρυόμενας Ανωτάτας Σχολάς των Αρχιτεκτόνων, των Χημικών Μηχανικών και των Τοπογράφων Μηχανικών...»

Το 1943 (Ν. 935/43) η Σχολή Χ.Μ. με την προσθήκη 5<sup>ου</sup> έτους σπουδών «διακλαδούται» σε:

- Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μεταλλειολόγων (5ετής)
- Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μεταλλουργών (5ετής)
- Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μηχανικών (4ετής) «...χορηγούσα» δίπλωμα Χημικού Μηχανικού

Το 1952, με το Ν. 2028/52, τα Τμήματα: α) Μεταλλειολόγων Μηχανικών και β) Μεταλλουργών Μηχανικών της Ανωτάτης Σχολής Χ.Μ. του Ε.Μ.Π. συγχωνεύονται, από το ακαδημαϊκό έτος 1951-52, σε ένα Τμήμα, το Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων και Μεταλλουργών

Με το Ν.1268/82, καταργούνται οι υπάρχουσες έδρες της Σχολής και δημιουργείται το Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών με 3 Τομείς:

- Τομέας Γεωλογικών Επιστημών
- Τομέας Μεταλλευτικής και
- Τομέας Μεταλλουργίας και Τεχνολογίας Υλικών

Στη συνέχεια, το Τμήμα μετονομάζεται πάλι σε Σχολή

Με το Ν. 388/14, Ιδρύεται το Πολυτεχνείο με το σημερινό του όνομα (Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο) και προσκολλάται στη Σχολή Μηχανολόγων το Σχολείο Εργοδηγών Χημικής και Μεταλλευτικής Βιομηχανίας

Η Σχολή Χ.Μ. λειτουργεί τον επόμενο χρόνο 1918-19, ενώ η χρονιά 1917-18 «καλύπτεται» με τη δημιουργία των απαραίτητων εργαστηρίων

Το 1946, με το Ν. 1021/46, η Ανωτάτη Σχολή Χ.Μ. χωρίζεται σε τρία Τμήματα 5ετούς φοίτησης:

- Το Τμήμα Χημικών Μηχανικών.
- Το Τμήμα Μεταλλειολόγων Μηχανικών.
- Το Τμήμα Μεταλλουργών Μηχανικών

Με το Π.Δ. 516/1975, η Ανωτάτη Σχολή Χ.Μ. διαχωρίζεται σε δύο αυτόνομες Σχολές 5ετούς φοίτησης, τις:

- Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μηχανικών και
- Ανωτάτη Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών



## **Η πορεία προς την ίδρυση της Σχολής**

*Μαρία Μενεγάκη,*

*Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ*

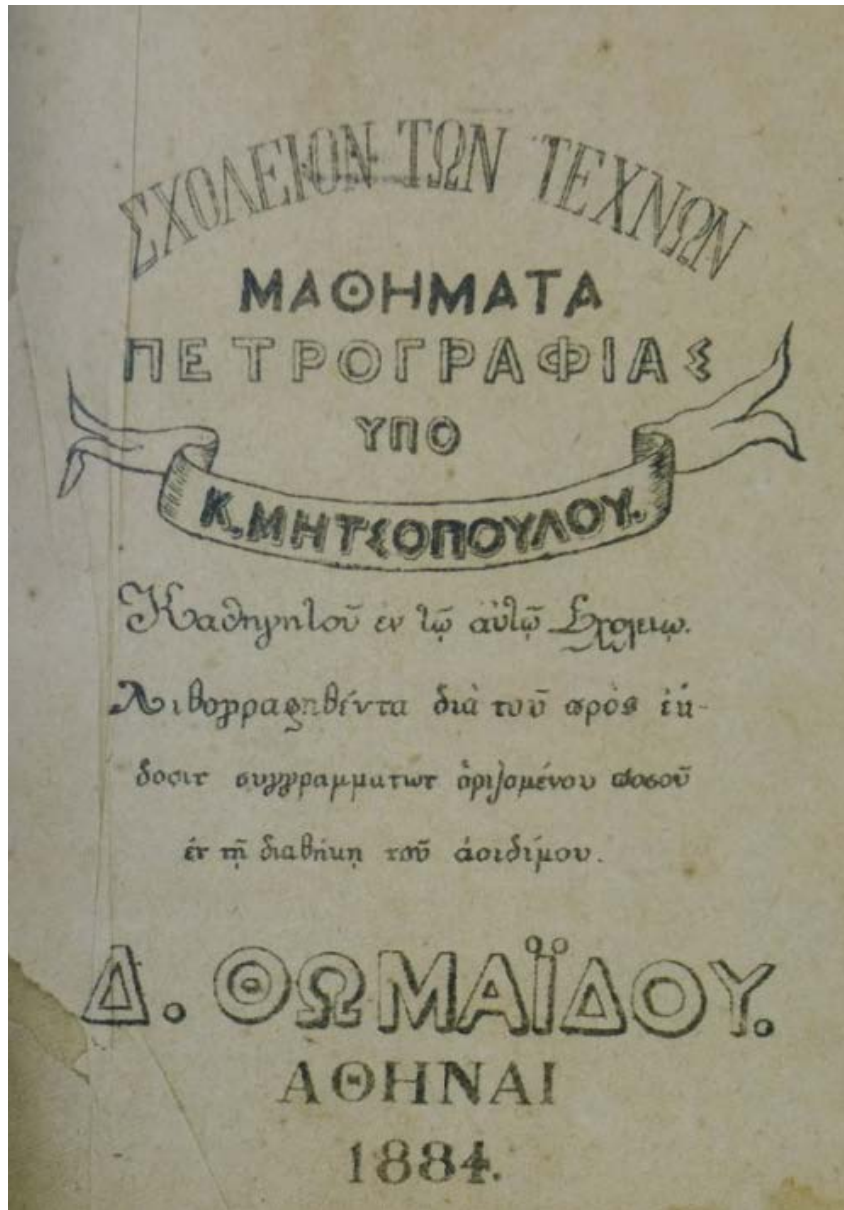
Η Μεταλλευτική και Μεταλλουργική επιστήμη στον ευρωπαϊκό χώρο αρχίζει να αναπτύσσεται συστηματικά σε εκπαιδευτικό επίπεδο στα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Οι πρώτοι Έλληνες επιστήμονες Μεταλλειολόγοι Μηχανικοί, οι οποίοι διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της χώρας, εκπαιδεύτηκαν στις φημισμένες Μεταλλευτικές Σχολές της Γερμανίας, με προεξέχουσα τη Σχολή του Freiberg και της Γαλλίας, στο Παρίσι και στη Λιέγη.

Το πρώτο σχετικό μάθημα με το αντικείμενο της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών εμφανίζεται το 1878, όταν η Ορυκτολογία – Γεωλογία εισάγεται στο πρόγραμμα σπουδών του Βιοτεχνικού Τμήματος και διδάσκεται, υπό τον Καθηγητή Κωνσταντίνο Μητσόπουλο, απόφοιτο της Μεταλλευτικής Σχολής του Freiberg, στη Δ' Τάξη και των τριών ειδικοτήτων του Βιοτεχνικού Τμήματος (Αρχιτεκτονική, Χωρομετρία, Μηχανουργία). Από το 1887, όταν το Σχολείο αναδιοργανώνεται και μετονομάζεται σε Σχολείο των Βιομηχάνων Τεχνών, το οποίο περιλαμβάνει τρεις ειδικές Σχολές (Πολιτικών Μηχανικών, Μηχανουργών και Γεωμετρών, και Εργοδηγών), το εν λόγω μάθημα διδάσκεται αρχικά στο Β' έτος των Πολιτικών Μηχανικών.

Το μάθημα της Ορυκτολογίας αποτελεί από πολύ νωρίς βασικό μάθημα για το Πολυτεχνείο, όπως φαίνεται από τα παραπάνω, και οι διδακτικές ανάγκες για το συγκεκριμένο μάθημα, μαζί με τα μαθήματα Φυσικής και Χημείας είναι αυξημένες. Έτσι, το Σεπτέμβριο του 1887 εγκαινιάζεται ο θεσμός των βοηθών στο Πολυτεχνείο και διορίζεται κατόπιν διαγωνισμού ο Ν. Γερμανός, βοηθός στα μαθήματα Φυσικής, Χημείας και Ορυκτολογίας.

Θα πρέπει να σημειωθεί, επίσης, ότι το σχέδιο της μεταρρύθμισης του 1887 προέβλεπε, στο πλαίσιο της προαγωγής του προγράμματος των μαθημάτων σε υψηλή επιστημονική στάθμη, την ίδρυση προπαιδευτικού λυκείου, το οποίο και ιδρύθηκε το 1886 με σχετικό διάταγμα, κατόπιν προτάσεως του υπουργού Δημόσιας Εκπαίδευσης. Αποτελείτο δε από επτά τάξεις και περιελάμβανε αυξημένες ώρες διδασκαλίας για τα μαθήματα Φυσικής, Χημείας, Ορυκτολογίας, Ιχνογραφίας και ξένων γλωσσών (Αγγλικά, Γερμανικά, Γαλλικά).

Τα συγγράμματα Πετρογραφίας, Ορυκτολογίας και Γεωλογίας του Κ. Μητσόπουλου ήταν από τα πρώτα που εκδόθηκαν από το Σχολείο των Τεχνών (μέχρι το 1887 είχε εκδοθεί η Ορυκτολογία και Πετρογραφία, ενώ το 1889 εκτυπώθηκε η Γεωλογία και ο δεύτερος τόμος Ορυκτολογίας).



Σύγγραμμα Πετρογραφίας Καθηγητή Κ. Μητσόπουλου (1884)

Μ α θ ή μ α τ α			Ημέρες και ώρες						Καθηγητές και Διδασκαλοί
Αρχιτεκτονικής	Χωρομετρίας	Μηχανουργίας	Σάββατο	Κυριακή	Δευτέρα	Τρίτη	Πέμπτη	Παρασκευή	
<b>Τ ά ξ ι ς Α΄</b>									
α) Γραμμική ή Επισπεδομετρ.	Αριθμητική ή Επισπεδομετρ.	Αριθμητική ή Επισπεδομετρ.	9½-11	9½-11	9½-11	9½-11	9½-11	9½-11	Γ. Σούτσος
β) " " " "	" " " "	" " " "	8-9½	8-9½	8-9½	8-9½	8-9½	8-9½	Γ. Παπαγεωργίου
γ) Κοσμητογραφία	Κοσμητογραφία	Κοσμητογραφία	8-13	8-9½	8-12	8-9½	8-12	8-9½	Β. Λάντας
Κοσμητογραφία	" " " "	Λογική εν τη έργοστασίω Κοσμητογραφία	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	Π. Κυριακός
<b>Τ ά ξ ι ς Β΄</b>									
α) Γραμμική ή Στερεομετρ.	Άλγεβρα και Στερεομετρ.	Άλγεβρα και Στερεομετρ.	8-9½	8-9½	8-9½	8-9½	8-9½	8-9½	Γ. Σούτσος
β) Καμπύλοι γραμμ.	Καμπύλοι γραμμ.	Καμπύλοι γραμμ.	9½-10½	9½-10½	9½-10½	9½-10½	9½-10½	9½-10½	Γ. Παπαγεωργίου
Υδρογραφία	Υδρογραφία	Υδρογραφία	9½-12	10½-12	9½-12	10½-12	9½-12	10½-12	Β. Λάντας
Υδρογραφία ή Αρχιτεκτ. σχέδια	" " " "	Λογική εν τη έργοστασίω	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	Π. Κυριακός
<b>Τ ά ξ ι ς Γ΄</b>									
Τριγωνομετρία	Τριγωνομετρία	Τριγωνομετρία	11-12	11-12	11-12	11-12	11-12	11-12	Κ. Στάγκος
Παραγραμμική γεωμετρία	Παραγραμμική γεωμετρία	Παραγραμμική γεωμετρία	8-9	8-9	8-9	8-9	8-9	8-9	Α. Σούλης
Μηχανική	Μηχανική	Μηχανική	8-9	8-9	8-9	8-9	8-9	8-9	Α. Χριστοφορίδης
Φυσική	Φυσική	Φυσική	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11	Π. Κυριακός
Τεχνολογία	Τεχνολογία	Σχέδια μηχανών	9-12	9-12	9-12	9-12	9-12	9-12	Σ. Κωνσταντινίδης
Πρακτική και Στερεομετρία	" " " "	" " " "	11-12	11-12	11-12	11-12	11-12	11-12	Β. Λάντας
Αρχιτεκτονική	" " " "	" " " "	9-11	9-11	9-11	9-11	9-11	9-11	1. Καλλινίκου
Αρχιτεκτονικά σχέδια	" " " "	" " " "	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	" " "
Οικονομική	" " " "	" " " "	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	1. Σέχος
Χωρομετρία	Χωρομετρία	Χωρομετρία	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	1. Αλκιμήδης
Τοπογραφικά σχέδια	Τοπογραφικά σχέδια	Λογική εν τη έργοστασίω	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	Π. Κυριακός
<b>Τ ά ξ ι ς Δ΄</b>									
Αντίστασις ύλης και Υδροστατική	Αντίστασις ύλης και Υδροστατική	Αντίστασις ύλης και Υδροστατική	8-9	8-9	8-9	8-9	8-9	8-9	Α. Σούλης
Ομοσκέλη και Γεωμετρική	Ομοσκέλη και Γεωμετρική	Ομοσκέλη και Γεωμετρική	11-12	8-9	8-9	8-9	8-9	8-9	Δ. Βουτσάς
Χημεία	Χημεία	Χημεία	9-10	9-10	9-10	9-10	9-10	9-10	Κ. Στάγκος
Αναλυτική γεωμετρία	Αναλυτική γεωμετρία	Αναλυτική γεωμετρία	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11	10-11	Κ. Βλαστοπούλου
Οργανολογία	Οργανολογία	Οργανολογία	9-10	9-10	9-10	9-10	9-10	9-10	Α. Χριστοφορίδης
Φυσική	Φυσική	Φυσική	11-12	11-12	11-12	11-12	11-12	11-12	Σ. Κωνσταντινίδης
Τεχνολογία	Τεχνολογία	Σχέδια μηχανών	11-15	11-12	10-12	10-12	10-12	10-12	Π. Κυριακός
Χωρομετρία	Χωρομετρία	Χωρομετρία	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1. Αλκιμήδης
Στερεομετρία	Στερεομετρία	Στερεομετρία	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	Ν. Γαλιός
Αρχιτεκτονικά ή Αρχιτεκτ. σχέδια	" " " "	" " " "	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1. Καλλινίκου
Οικονομική	" " " "	" " " "	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	1. Σέχος
Πρακτική	" " " "	" " " "	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	Β. Λάντας
Τοπογραφικά σχέδια	Τοπογραφικά σχέδια	Λογική εν τη έργοστασίω	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1. Αλκιμήδης
<b>Τ ά ξ ι ς Ε΄</b>									
Αεροστατική	Αεροστατική	Αεροστατική	8½-9½	8½-9½	8½-9½	8½-9½	8½-9½	8½-9½	Π. Κυριακός
Σχέδια	Σχέδια	Σχέδια	9-12	9-12	9-12	9-12	9-12	9-12	" " "
Λογική εν τη έργοστασίω	Λογική εν τη έργοστασίω	Λογική εν τη έργοστασίω	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	1½-5	" " "

Εν Αθήναις τῇ 31᾽ Οκτωβρίου 1884  
 Ὁ Διευθυντής

Ορολόγιο Πρόγραμμα Σπουδών του Βιοτεχνικού Τμήματος κατά το ακαδημαϊκό έτος 1884-1885



A. Κορδέλλας

Το Φεβρουάριο του 1879 διορίζεται, μεταξύ άλλων, στην Εφορία του Πολυτεχνείου, η οποία αποτελεί το κεντρικό όργανο Διοίκησης, ο δεύτερος Έλληνας Μεταλλειολόγος Μηχανικός<sup>1</sup>, Ανδρέας Κορδέλλας, απόφοιτος της Ακαδημίας του Freiberg, ως εκπρόσωπος της Επιτροπής Εμφυχώσεως της Εθνικής Βιομηχανίας.

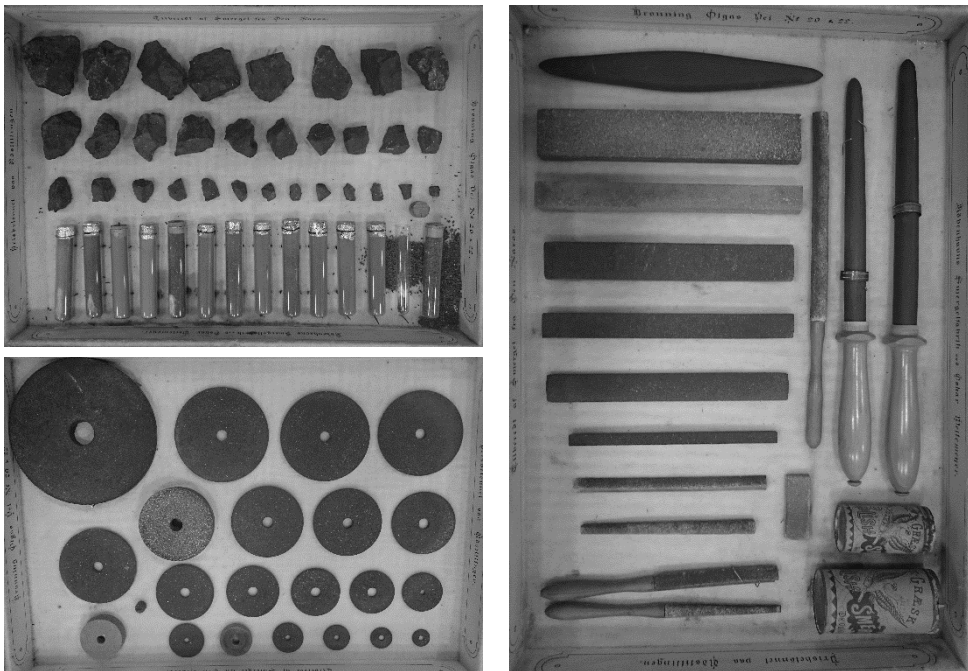
Ο Κορδέλλας, συντάκτης του πρώτου νόμου «περί Ορυχείων και Μεταλλείων», συμμετείχε ενεργά στην κίνηση για τη διαμόρφωση θεσμών συλλογικής εκπροσώπησης των μηχανικών και την ίδρυση του Πολυτεχνικού Συλλόγου το Μάρτιο του 1899, στον οποίο και εκλέχθηκε πρόεδρος του ΔΣ. Η πρωτοβουλία της κίνησης αυτής ανήκε σε μια ομάδα μηχανικών της Αθήνας που κυρίως απασχολούνται στα δημόσια έργα και τα μεταλλεία, αλλά και σε κάποιους άλλους θετικούς επιστήμονες. Ο Πολυτεχνικός Σύλλογος ήταν ο πρόγονος του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος.

Το 1885 συνίσταται έδρα Μεταλλουργίας και διορίζεται σε αυτήν ως άμισθος καθηγητής ο Εμμανουήλ Γιαννόπουλος, διδάκτωρ των φυσικών επιστημών με ειδικευση στη Μεταλλειολογία από πανεπιστήμιο της Γερμανίας, ο οποίος διδάσκει Μεταλλουργία στο Βιοτεχνικό Σχολείο για τέσσερα χρόνια μέχρι την προοδευτική κατάργησή του. Ο Γιαννόπουλος διετέλεσε επίσης καθηγητής στη Στρατιωτική Σχολή των Ευελπίδων, ενώ υπήρξε διευθυντής των Μεταλλείων Λαυρίου και τμηματάρχης της υπηρεσίας Μεταλλείων του υπουργείου των Οικονομικών. Εξέδωσε μάλιστα και πραγματεία με τίτλο: «Αι Μεταλλευτικά Επιχειρήσεις εν Ελλάδι».

Την ίδια χρονιά (1885) ιδρύεται από τον Κ. Μητσόπουλο το Εργαστήριο Ορυκτολογίας - Πετρογραφίας - Γεωλογίας, το οποίο αρχικά λειτουργεί ως Ορυκτολογικό και Γεωλογικό Μουσείο. Είναι το δεύτερο Εργαστήριο που ιδρύεται στα χρονικά του Πολυτεχνείου, μετά από το Μηχανουργικό και Μηχανολογικό Εργαστάσιο που ιδρύθηκε το 1864. Οι συλλογές του Εργαστηρίου αρχικά περιελάμβαναν 2.000 δείγματα, τα οποία με έρευνες του προσωπικού του Εργαστηρίου, αλλά και με δωρεές, εμπλουτίστηκαν φτάνοντας το 1938 τα 8.000 δείγματα. Αξίζει να αναφερθούμε σε ορισμένες από τις δωρεές, οι οποίες αναδεικνύουν τη σημαντικότητα του εν λόγω Εργαστηρίου για το Πολυτεχνείο, καθώς αυτή συνδέεται με τη μεταλλευτική δραστηριότητα της εποχής. Ο Γεώργιος

<sup>1</sup> Ο πρώτος Έλληνας Μεταλλειολόγος Μηχανικός ήταν ο Παναγιώτης Βουγιούκας, απόφοιτος της Ακαδημίας του Freiberg (Δερμάτης, 2012)

Α' προσέφερε τέσσερις μικρές προθήκες με προϊόντα κατεργασίας της Ναξίας Σμύριδας, ο μηχανικός Λ. Νικολαΐδης προσέφερε συλλογή πετρωμάτων, ορυκτών και μεταλλευμάτων από τα μεταλλεία «Κασσάνδρας» στην Εύβοια, ο Φωκίωνας Νέγρης, απόφοιτος της Ecole de Mines και διευθυντής της «Ελληνικής Εταιρείας Μεταλλουργιών Λαυρίου», δώρισε πλήρη σειρά προϊόντων των πλυντηρίων της Ελληνικής Εταιρείας στο Λαύριο, Ο Αιμίλιος Γρώμαν, γερμανός Μηχανικός-Μεταλλειολόγος, διευθυντής της μεταλλευτικής εταιρείας «Σέριφος –Σπηλιαζέζα», δώρισε ορυκτά της Σερίφου, ο Ν. Κάβρας, απόφοιτος της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Πολυτεχνείου το 1903, ο οποίος εργάστηκε ως Μηχανικός Μεταλλείων, δώρισε οψιδιανό λίθο και δείγματα απολιθωμάτων από τη Μήλο. Τέλος, ο Γεώργιος Γεωργίου απόφοιτος της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ το 1932, προσέφερε «λαμπρόν δείγμα» σιδηροπυρίτη από την Κασσάνδρα. Πολλές από τις δωρεές αυτές διασώζονται μέχρι σήμερα, ενώ το δείγμα σιδηροπυρίτη κατέχει εξέχουσα θέση στο Ορυκτολογικό Μουσείο της Σχολής.



Προϊόντα κατεργασίας της Ναξίας Σμύριδας, κατασκευής δανέζικου εργαστηρίου, Δωρεά Γεωργίου Α'

Το 1885 καθιερώνονται από τον Αναστάσιο Θεοφιλά οι επιστημονικές εκδρομές, για τις οποίες έγραφε στο σχετικό διάταγμα:

*«Ἐκτὸς τῶν ἐν τῷ πεδίῳ ἀσκήσεων ἐπὶ τῶν μαθητῶν ἅτινα ἀπαιτοῦσιν ἐφαρμογὰς, γίνονται καὶ ἐκδρομαὶ ὑπὸ τὴν ὀδηγίαν τῶν οἰκείων καθηγητῶν, σκοπὸν ἔχουσα τὴν συμπλήρωσιν τῶν ἐπιστημονικῶν γνώσεων τῶν μαθητῶν καὶ τὴν ἐπιστημονικὴν ἔρευναν ἀντικειμένων, ἅτινα δὲν δύνανται νὰ γίνωσι διὰ μόνης τῆς διαδασκαλίας καταληπτὰ, ἥτοι μελέται ἐπὶ ἀρχαίων μνημείων, ἐξέτασις ἐπὶ τεχνικῶν ἔργων, μηχανουργικῶν καὶ μεταλλουργικῶν ἐργοστασίων, γεωγνωστικαὶ ἐκδρομαὶ πρὸς σπουδὴν τοῦ ἐδάφους καὶ τῶν διαφόρων πετρωμάτων κλπ.»*

Ἔτσι, το 1885 πραγματοποιεῖται ἡ πρώτη εκπαιδευτικὴ ἐκδρομὴ γιὰ τοὺς φοιτητὲς τῶν δύο ἀνωτέρων τάξεων ὅλων τῶν κλάδων τοῦ Βιοτεχνικοῦ Τμήματος στα τεχνικὰ ἔργα τῆς Κακιάς Σκάλας. Ἡ πρώτη, ὅμως, οργανωμένη ἐκδρομὴ ἡ ὁποία συναντᾶται στα χρονικὰ τοῦ Πολυτεχνείου, σύμφωνα με τὸν Μπίρη (1957), γίνεται στα μεταλλεῖα Λαυρίου, τὸ Μάρτιο τοῦ 1887, λίγους μῆνες δηλαδὴ πρὶν τὴ μεταρρύθμιση. Ἡ ἐκδρομὴ στο Λαύριο ἐπαναλαμβάνεται συχνὰ στα χρόνια ποὺ ἀκολουθοῦν.



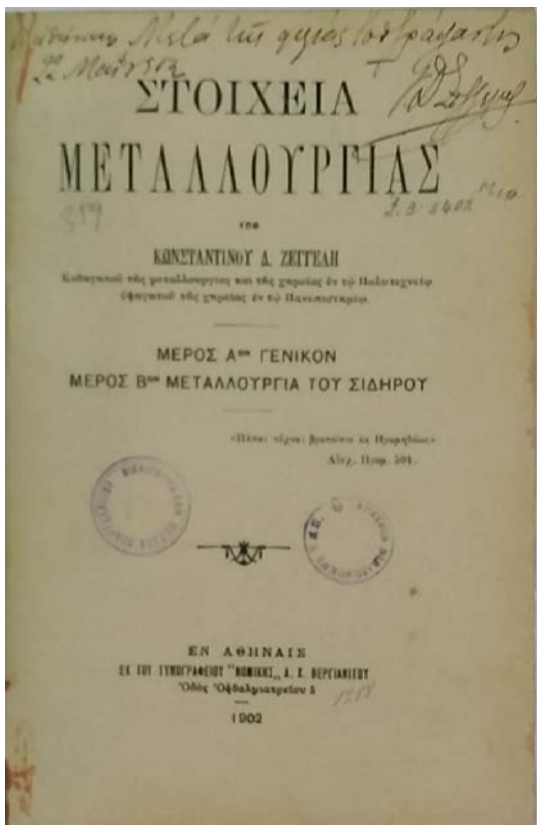
Ἐκδρομὴ στις στοές τῶν μεταλλείων Λαυρίου τῆς προτελευταίας τάξης τοῦ Πολυτεχνείου το 1897

Το 1887 ἡ Μεταλλουργία Σιδήρου εἰσάγεται στο Δ' ἔτος τοῦ νέου προγράμματος σπουδῶν τῆς Σχολῆς Μηχανουργῶν τοῦ Σχολείου τῶν Βιομηχάνων Τεχνῶν.

Τον Ιούλιο του 1897 διορίζεται καθηγητής της Μεταλλουργίας και της Γενικής Πειραματικής Χημείας ο Κωνσταντίνος Ζέγγελης στο Σχολείο των Βιομηχάνων Τεχνών, όπου και δίδαξε μέχρι τον Απρίλιο του 1905, οπότε και επαύθη μεταξύ άλλων καθηγητών λόγω έλλειψης πιστώσεων. Ο Ζέγγελης σπούδασε Φυσικές επιστήμες στο Εθνικό Πανεπιστήμιο, και ειδικεύθηκε στη Χημεία σε Πανεπιστήμια της Ευρώπης. Διετέλεσε πρύτανης του Πανεπιστημίου και, το 1926, κατά τη σύσταση της Ακαδημίας Αθηνών, διορίσθηκε ακαδημαϊκός. Διετέλεσε, επίσης, γερουσιαστής.



Κ. Ζέγγελης



Σύγγραμμα του μαθήματος «Στοιχεία Μεταλλουργίας» του Καθηγητή Ζέγγελη (1902). Το σύγγραμμα αποτελούνταν από δύο ενότητες: Γενικό και Μεταλλουργία Σιδήρου

Την ίδια περίοδο διορίζονται καθηγητές στο Σχολείο των Βιομηχάνων Τεχνών δύο ακόμη Μεταλλειολόγοι – Μεταλλουργοί, οι οποίοι διδάσκουν διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα.



Π. Πρωτοπαπαδάκης

Ο Πέτρος Πρωτοπαπαδάκης, ο οποίος σπούδασε Τεχνικές Επιστήμες και Μεταλλουργία στο Παρίσι (Ecole Nationale des Mines), διορίστηκε το 1889 καθηγητής των Λιμενικών και Υδραυλικών Έργων στη Σχολή των Βιομηχάνων Τεχνών, το οποίο και δίδαξε μέχρι το 1891. Στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού προγράμματος της Γαλλικής Σχολής Μεταλλειολόγων επισκέφθηκε, τον Μάιο του 1885, μεταλλεία και μεταλλουργεία της Ευρώπης απ' όπου συνέλεξε έναν αριθμό ορυκτών. Μάλιστα, το 1966 ιδρύθηκε στη γενέτειρά του, από τον Μ. Γλέζο, Γεωλογικό Μουσείο που φέρει το όνομά του.

Η παρουσία του Π. Πρωτοπαπαδάκη στο Ανώτατο Τεχνικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα της χώρας εκείνης της εποχής συνδέεται με τη μεταρρύθμιση του 1887, η οποία απέβλεπε στην ενίσχυση του κύρους των διδασκομένων τεχνικών μαθημάτων στη Σχολή και συνδυάστηκε με τη συγγραφή και τη διδασκαλία διδακτικών εγχειριδίων υψηλού επιπέδου. Μεταξύ αυτών είναι και βιβλία του ίδιου του Πρωτοπαπαδάκη. Ο τελευταίος διετέλεσε επίσης καθηγητής στη Στρατιωτική Σχολή Ευελπίδων, και στη Σχολή Ναυτικών Δοκίμων. Χρημάτισε μηχανικός του Δήμου Αθηναίων και διευθυντής των έργων της τομής του ισθμού της Κορίνθου.

Ο Π. Πρωτοπαπαδάκης συμμετείχε μαζί με τον Κορδέλλα στην κίνηση για την ίδρυση του Πολυτεχνικού Συλλόγου, του οποίου υπήρξε ο πρώτος Γενικός Γραμματέας.

Το 1902 εκλέχθηκε βουλευτής Παροναξίας. Με την ενασχόλησή του στην πολιτική, τον τόπο της καταγωγής του, τη Νάξο, αλλά και με τις σπουδές του στη Γαλλική Σχολή Μεταλλειολόγων συνδέεται και το πόνημά του «Μονογραφία περί Ναξίας σμύριδος και προτάσεις νόμων» το οποίο εκδόθηκε από το τυπογραφείο της «Εστίας» το 1903.

Χρημάτισε υπουργός των Οικονομικών το 1915 και πρόεδρος της Ελληνικής Κυβερνήσεως το 1921. Το 1922, σε ηλικία 63 ετών, εκτελέστηκε στο Γουδί ως ένας από τους πρωταίτιους της Μικρασιατικής Καταστροφής. Το 2010 μετά από επανεξέταση των στοιχείων αθώωθηκε με απόφαση του Αρείου Πάγου.

Ο Γεώργιος Μαλτζός σπούδασε Μεταλλειολογία στην Ανώτερη Εθνική Σχολή Μεταλλείων του Παρισιού. Το 1896 διορίστηκε καθηγητής της Ατμομηχανικής και Κινηματικής Μηχανικής στη Σχολή των Βιομηχάνων Τεχνών, και το 1899 ανέλαβε τη διδασκαλία της Μηχανολογίας. Διετέλεσε καθηγητής κατά διαστήματα με ενδιάμεσες παύσεις, ήτοι από το 1896 μέχρι το 1905, από το 1906 μέχρι το 1921, από το 1922 μέχρι το 1935 και από το 1936 μέχρι το 1938, οπότε και αποχώρησε οριστικά λόγω ορίου ηλικίας.

Κατά την περίοδο 1888-1890, στο πρόγραμμα σπουδών του Σχολείου Βιομηχάνων Τεχνών, η Ορυκτολογία εμφανίζεται ως μάθημα στο Β' έτος των Πολιτικών Μηχανικών και των Μηχανουργών, η Γεωλογία στο Γ' Έτος των Πολιτικών Μηχανικών και η Μεταλλουργία στο Δ' έτος των Μηχανουργών.



Κ. Μητσόπουλος

Το 1902 αναλαμβάνει τη Διεύθυνση του Σχολείου Βιομηχάνων Τεχνών ο Κ. Μητσόπουλος. Ο Κ. Μητσόπουλος συνέγραψε πλήθος επιστημονικών εργασιών αναφερομένων στη γεωλογία της Ελλάδος και εν γένει στην Ορυκτολογία και Γεωλογία. Εξέδιδε, επίσης, από το 1890 μέχρι το 1892, το περιοδικό «Προμηθεύς» για τη διάδοση των Φυσικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών. Από το 1889 έως το 1901 διετέλεσε Κοσμήτορας, Συγκλητικός και στη συνέχεια Πρύτανης του Εθνικού Πανεπιστημίου, ενώ από το 1902 έως το 1910 Διευθυντής του Σχολείου Βιομηχάνων Τεχνών. Κατά τη διάρκεια της θητείας του στο τελευταίο, έστρεψε περισσότερο το ενδιαφέρον του «προς την επιβολή ακαδημαϊκού πνεύματος». Ζήτησε άμεσα πιστώσεις για την προμήθεια επιστημονικών συγγραμμάτων «πρός πλουτισμόν» της Βιβλιοθήκης, προέβη στη σύσταση εργαστηρίου «δοκίμων αντοχής υλικών δομήσεως» και προώθησε την εκτύπωση στο λιθογραφείο του Πολυτεχνείου των συγγραμμάτων των καθηγητών. Καθιέρωσε, επίσης, τις επιστημονικές διαλέξεις.

Ο Μητσόπουλος, το 1902, αμέσως μετά την ανάληψη των καθηκόντων του, συνέταξε το Υπόμνημα περί Ιδρύσεως της Μετσοβίου Πολυτεχνικής Ακαδημίας, ένα κείμενο ύμνο των θετικών επιστημών και της τεχνικής. Στο υπόμνημα αυτό, επικαλούμενος τα παραδείγματα άλλων πολιτισμένων κρατών στα οποία ιδρύθηκαν ανώτερες επιστημονικές τεχνικές σχολές, θέτει το ερώτημα εάν η Ελλάδα έχει τεχνικούς επιστήμονες τέτοιας μόρφωσης και απαντά:

*«Στερείται τοιούτων ανδρών, εκτός ολίγιστων, εν ᾧ ἡ χώρα κατέστη ὑπὸ τῆς φύσεως πλουσία, δυναμένη νὰ συντελέσῃ πρὸς ἀνάπτυξιν τοιούτων. Μόνον δικηγόρους καὶ ἰατροὺς ἔχει πλῆθος, μαραινομένους ἐν τῇ δυστυχίᾳ καὶ ἐπιδιώκοντας, οὐχὶ σπανίως, ὅπως μὴ πεινάσωσι, καὶ τὸ ἐπάγγελμα τοῦ χωροφύλακος καὶ τελωνοφύλακος, ἀφ' οὗ ἐδαπάνησαν ἅπασαν τὴν μικρὰν αὐτῶν περιουσίαν πρὸς ἀπόκτησιν ἀκάρπου καὶ ἀχρήστου διπλώματος.»*

Και παρακάτω συνεχίζει:

*«Πρέπει ὅμως νὰ ἐξακολουθήσῃ ἐπ' ἄπειρον ἡ κατάστασις αὕτη; Πρέπει τοσοῦτον Ἑλληνικὸν πνεῦμα νὰ καταστρέφεται ἐν τῇ δυστυχίᾳ καὶ οὐδὲν ὡς*

*νά συντελή ἐπ'ἀγαθῷ τῆς πατρίδος; Φρονούμεν, ὄχι! Δύναται δὲ ἡ πολιτεία νά εὕρῃ τὸ φάρμακον, ιδρύουσα τὴν Μετσόβιον Πολυτεχνικὴν Ἀκαδημίαν, ἰσότιμον πρὸς τὸ Πανεπιστήμιον, ἐν ἧ νά ἐκπαιδεύωνται οἱ νέοι καὶ εἰς ἄλλας ἐπιστήμας πρακτικωτέρας καὶ πολλῶ ὠφελιμωτέρας, χωρὶς νά ὑποχρεῶται ἡ πολιτεία νά μισθοδοτῇ αὐτοῦς, εἰμὴ ὁσάκις λάβῃ τούτων ἀνάγκην.»*

Κατὰ τον εισηγητή, η Μετσόβιος Πολυτεχνική Ακαδημία θα περιελάμβανε μία γενική και οκτώ ειδικές σχολές, τετραετούς φοίτησης, συμπεριλαμβανομένης της Μεταλλειολογίας. Το σχέδιο του Μητσόπουλου δεν κατάφερε να συγκεντρώσει την αναγκαία συναίνεση ανάμεσα στους καθηγητές και ούτε καν πήρε ποτέ τη μορφή νομοσχεδίου.

Αξίζει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι την ίδια περίοδο (1902) εμφανίζεται για πρώτη φορά Μεταλλευτική Σχολή διετούς φοίτησης στην Εμπορική και Βιομηχανική Ακαδημία του Όθωνα Ρουσόπουλου. Η Βιομηχανική Ακαδημία ήταν ιδιωτική τεχνική σχολή, προϊόν μιας μερίδας εκσυγχρονιστών βιομηχάνων του Πειραιά, που συνέλαβε τη σημασία και την ανάγκη να δημιουργηθεί η ενδιάμεση βαθμίδα τεχνιτών/εργοδηγών. Ο διευθυντής του Πολυτεχνείου Κ. Μητσόπουλος επικρότησε την ίδρυση της Μεταλλευτικής Σχολής και, μάλιστα, δέχθηκε να διδάξει σε αυτήν το μάθημα της ειδικότητάς του. Έγραψε δε γι' αυτήν :

*«Ἡ μεταλλεία ἔχει μέλλον καὶ πλείστοι Ἕλληνες μηχανικοὶ θὰ διαπρέψωσι, χωρὶς νά εἴπῃ τις ὅτι πληθώρα μεταλλειολόγων ὑπάρχει. Διὰ τοῦτο πολλῶν ἐπαίνων ἄξιος εἶναι ὁ κ. Ὅθων Ρουσόπουλος, ὅστις οὐδεμιᾶς ἐφείσθη δαπάνης καὶ ἄνευ κυβερνητικῆς συνδρομῆς περιέλαβεν ἐν τῇ Ἀκαδημίᾳ αὐτοῦ καὶ Σχολήν, ἐν ἧ τὸ πρῶτον ἐν ἐλληνικῇ γλώσσῃ διδάσκονται μεταλλευτικὰ καὶ μεταλλουργικὰ μαθήματα.»*

Η Ακαδημία, το 1905 θα πετύχει να αναγνωρισθεί ως ισότιμη από αντίστοιχα ανώτερα τεχνικά ιδρύματα της Ιταλίας, και το Νοέμβριο του ίδιου έτους θα πετύχει να αναγνωρισθεί και από το Ελληνικό κράτος ως ίδρυμα ανώτερης τεχνικής εκπαίδευσης, ισότιμο με το Πολυτεχνείο. Η απόφαση αυτή θα ανακληθεί λίγες μέρες αργότερα λόγω των οξύτατων αντιδράσεων των φοιτητών και των καθηγητών του Πολυτεχνείου και της Φυσικομαθηματικής Σχολής του Πανεπιστημίου. Συγκεκριμένα, οι σπουδαστές του Πολυτεχνείου προχώρησαν σε απεργία 11 ημερών, κατά το διάστημα της οποίας στράφηκαν και εναντίον του διευθυντή τους επειδή δίδασκε στην Ακαδημία και είχε εκθειάσει τη Μεταλλευτική Σχολή της. Έντονη, επίσης, ήταν και η αντίδραση του Πολυτεχνικού Συλλόγου στο βασιλικό διάταγμα που καθιέρωνε την ισοτιμία της Ακαδημίας με το Πολυτεχνείο. Ο σύλλογος, σε ειδική συνεδρίαση των μελών του στις 23 Νοεμβρίου 1905, καταδίκασε την εν λόγω ενέργεια. Σε υπόμνημα που κατατέθηκε στο υπουργείο των

Εσωτερικών σημειώνεται ότι η Ακαδημία δεν πληρούσε τις προϋποθέσεις για να αναγνωρισθεί ως ανώτερο τεχνικό ίδρυμα από την άποψη του επιπέδου των σπουδών που παρείχε, ήταν αδιαβάθμητη από εκπαιδευτική άποψη, οι σπουδαστές της στην πλειοψηφία τους ήταν απόφοιτοι του Σχολαρχείου και, ως εκ τούτου, δεν είχαν τα τυπικά και ουσιαστικά προσόντα να παρακολουθήσουν ανώτερες σπουδές και, κυρίως, μια τέτοια ενέργεια θα υποβάθμιζε το κύρος του Πολυτεχνείου και θα έθιγε τα επαγγελματικά δικαιώματα των διπλωματούχων μηχανικών.



Ι. Αργυρόπουλος

Το Σεπτέμβριο του 1908, αναλαμβάνει τη διδασκαλία του μαθήματος της Μεταλλουργίας ο Ιωάννης Αργυρόπουλος, Μεταλλειολόγος με σπουδές στο Παρίσι. Ο Ι. Αργυρόπουλος, ο οποίος εργάστηκε μεταξύ άλλων στα μεταλλεία Λαυρίου, Σίφνου και Εύβοιας, διορίστηκε αρχικά το 1889 ως καθηγητής της Σιδηροδρομικής στο Σχολείο των Βιομηχάνων Τεχνών. Διετέλεσε, επίσης, για μεγάλο χρονικό διάστημα διευθυντής Σιδηροδρόμων στο υπουργείο Συγκοινωνίας, και υπουργός Συγκοινωνίας το 1916. Ο ρόλος του Ι. Αργυρόπουλου, στην αλλαγή του πνεύματος και στην εξέλιξη του Πολυτεχνείου σε ακαδημαϊκό ίδρυμα, μαζί με άλλους καθηγητές τεχνικών αλλά και θεωρητικών μαθημάτων, ήταν ιδιαίτερα σημαντικός.

Το 1910, μετά από το στρατιωτικό κίνημα στο Γουδί, ο Κ. Μητσόπουλος παύεται από τη θέση του, σύμφωνα με το νόμο ΓΨΛΓ' της 31<sup>ης</sup> Μαρτίου του 1910, «περί εκκαθαρίσεως των διοικητικών και οικονομικών υπαλλήλων» και, λίγους μήνες αργότερα, αντικαθίσταται από τον Θεόδωρο Σκούφο, ο οποίος αναλαμβάνει καθηγητής της Ορυκτολογίας και Γεωλογίας και διευθυντής του Εργαστηρίου Ορυκτολογίας – Πετρογραφίας - Γεωλογίας.

Ο Θ. Σκούφος σπούδασε φυσικές επιστήμες στο πανεπιστήμιο Αθηνών και ειδικεύθηκε στη Γεωλογία και Παλαιοντολογία στο Μόναχο. Την περίοδο 1917-1920 διώχθηκε από το Πολυτεχνείο ως αντιβενιζελικός. Στο Βιβλίο Πρακτικών του Συλλόγου Καθηγητών υπάρχει καταγεγραμμένη συζήτηση και σχετική απόφαση στην οποία αναφέρεται ότι το Υπουργείο δεν εγκρίνει την εκλογή του Σκούφου στην έδρα της Γεωλογίας. Ο Σκούφος φαίνεται ότι είχε απολυθεί και από το Πανεπιστήμιο, στο οποίο είχε διορισθεί το 1906



Θ. Σκούφος

καθηγητής Γεωλογίας και Παλαιοντολογίας και από το Πολυτεχνείο, δυνάμει του νόμου περί άρσεως της μονιμότητας των δημοσίων υπαλλήλων. Το 1920 επέστρεψε στο Πολυτεχνείο και το Σεπτέμβριο του 1922 διορίσθηκε διευθυντής του Πολυτεχνείου. Απολύθηκε, όμως, από τη θέση του το Δεκέμβριο του ίδιου έτους. Ο Θ. Σκούφος εξελέγη επίσης το 1910 και 1920 βουλευτής Κυκλάδων και διατέλεσε για μικρό διάστημα υπουργός Παιδείας και Γεωργίας.

Το 1912 ο Άγγελος Γκίνης, ως υποδιευθυντής τότε του Πολυτεχνείου, εξέδωσε φυλλάδιο με τίτλο: «Τα του Σχολείου των Βιομηχάνων Τεχνών». Στο φυλλάδιο ασκείται κριτική στην υφιστάμενη δομή του ιδρύματος, ενώ αξιολογείται ως ανεπαρκής για την ανάπτυξη των τεχνικών επιστημών στην Ελλάδα η ύπαρξη δυο μόνο ανωτάτων σχολών του Πολυτεχνείου.

Τον Οκτώβριο του 1913, σε νέο υπόμνημά του, το οποίο προσυπέγραφε και ο Σύλλογος των Καθηγητών, ο Γκίνης επανέφερε το αίτημα για την αναδιοργάνωση του Πολυτεχνείου. Το υπόμνημα, εκτός από τις σχολές Πολιτικών, Μηχανολόγων και Αρχιτεκτόνων, πρότεινε και Σχολές Χημικών, Μεταλλειολόγων και Δασολόγων, ενώ υπογράμμιζε και τα πλεονεκτήματα της συγκέντρωσης όλων αυτών των σχολών σ' ένα ενιαίο ίδρυμα κατά το Γερμανικό σύστημα. Ειδικά για τις σχολές Αρχιτεκτονικής, Χημικών και Μεταλλειολόγων, αναφέρεται στο σχετικό υπόμνημα:

*«Όντως αίσθητή είναι ή έλλειψις ειδικής Αρχιτεκτονικής Σχολής, εν τή κοιτίδι αυτή τής Αρχιτεκτονικής, ή δε μόρφωσις Χημικο-μηχανικών και Μεταλλειολόγων μηχανικών, εις ούς όφείλεται κατά τὸ πλείστον ή κολοσσιαία πρόοδος τής Γερμανικής βιομηχανίας, προώρισται και επί τής έλληνικής Κοινωνίας και Πολιτείας να έπιδράση πλουτοπαραγωγικῶς, εύεργετικώτατα».*

Το Νοέμβριο του 1914, το ίδρυμα μετονομάζεται σε Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, βάσει του νόμου 388 «περί οργανώσεως του εν Αθήναις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου».

Το πρώτο άρθρο του νόμου καθιέρωνε, εκτός από την αλλαγή του ονόματος σε Εθνικόν Μετσόβιον Πολυτεχνείον, και το νέο status του ιδρύματος, το οποίο πλέον χαρακτηριζόταν «ισότιμον με τα εν Αθήναις Πανεπιστήμια και ιεραρχικώς τίθεται αμέσως μετά τα Πανεπιστήμια ταύτα».

Ο νόμος 388 προέβλεπε την ίδρυση τεσσάρων ανωτάτων σχολών: των Πολιτικών Μηχανικών, των Μηχανολόγων, των Αρχιτεκτόνων και των Ηλεκτρολόγων - Τηλεγραφομηχανικών. Στο ανώτατο πλέον εκπαιδευτικό ίδρυμα προσαρτώνται σχολεία, με σχετικό διάταγμα βάσει του ίδιου νόμου: στην Ανωτάτη Σχολή των Πολιτικών Μηχανικών, Σχολείο Εργοδηγών και Σχολείο Γεωμετρών, στην Ανωτάτη Σχολή Ηλεκτρολόγων - Τηλεγραφομηχανικών, Σχολείο

Τηλεγραφητών και στην Ανωτάτη Σχολή Μηχανολόγων, Σχολείο Εργοδηγών Χημικής και Μεταλλευτικής Βιομηχανίας. Η διάρκεια των σπουδών οριζόταν για μεν τις Ανώτατες Σχολές στα τέσσερα χρόνια, για δε τα Προσηρτημένα Σχολεία, όπως επικράτησε να λέγονται, στα δύο χρόνια. Το 1916, με νέο εκτελεστικό διάταγμα, προβλεπόταν η λειτουργία μόνο των τριών πρώτων Προσηρτημένων Σχολείων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Τεχνική Επετηρίδα της Ελλάδος εμφανίζονται, το 1915, 23 Μεταλλειολόγοι, απόφοιτοι ξένων Πολυτεχνείων, ενώ το 1920 απασχολούνται σε μεταλλεία 19 Μεταλλειολόγοι Μηχανικοί.

Η σύγκρουση Βενιζέλου με τον Κωνσταντίνο, η αποχώρηση του Βενιζέλου, ο «Διχασμός», το κίνημα στη Θεσσαλονίκη τον Αύγουστο του 1916 και ο αποκλεισμός που επιβλήθηκε στη Ν. Ελλάδα το Νοέμβριο, επέδρασαν, όπως ήταν φυσικό, και στη λειτουργία του Πολυτεχνείου με αποτέλεσμα την εκ των πραγμάτων αναστολή της εφαρμογής του νόμου 388.

Στις 24 Οκτωβρίου του 1917 η Βουλή των Λαζάρων ψήφισε το νόμο 980, ο οποίος τροποποιούσε τον 388 σε ουσιώδη σημεία του. Συγκεκριμένα προέβλεπε: την αύξηση των ετών φοίτησης στη Σχολή των Πολιτικών Μηχανικών από 4 σε 5, τη μετατροπή της Ανωτάτης Σχολής Μηχανολόγων σε Ανωτάτη Σχολή Μηχανολόγων – Ηλεκτρολόγων, πενταετούς επίσης διάρκειας και την άμεση ίδρυση και λειτουργία τριών σχολών: Αρχιτεκτόνων, Χημικών Μηχανικών και Τοπογράφων Μηχανικών. Οι δύο πρώτες ήταν τετραετούς διάρκειας και η τρίτη τριετούς. Τροποποιήσεις επίσης προβλέπονταν στο καθεστώς της λειτουργίας των Προσηρτημένων Σχολείων. Συγκεκριμένα για τα Προσηρτημένα Σχολεία προβλεπόταν η ίδρυση Σχολείου Εργοδηγών Γεωμετρών υπαγόμενου στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, και Εργοδηγών Μηχανουργών στη Σχολή Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων. Η Σχολή των Χημικών Μηχανικών δεν ήταν δυνατόν να λειτουργήσει από το πρώτο έτος διότι έπρεπε προηγουμένως να ετοιμασθούν τα εργαστήριά της. Προκηρύχθηκαν, λοιπόν, γι' αυτήν εισαγωγικές εξετάσεις για το επόμενο σχολικό έτος, τον Σεπτέμβριο του 1918. Το 1919, με τα διατάγματα της 27<sup>ης</sup> Ιουνίου και της 7<sup>ης</sup> Αυγούστου, προβλεπόταν αντίστοιχα και η ίδρυση του Σχολείου Εργοδηγών Χημικής και Μεταλλευτικής Βιομηχανίας, υπαγόμενου στη Σχολή Χημικών Μηχανικών, το οποίο όμως δεν λειτούργησε ποτέ λόγω έλλειψης εργαστηρίων.

Οι εκδρομές στο Λαύριο εξακολουθούν για τους φοιτητές των νέων Σχολών.



Εκδρομή στις στοές της Καμάριζας του Λαυρίου (1919). Β' τάξη Μηχανολόγων – Ηλεκτρολόγων (πίσω) και Γ' τάξη Χημικών Μηχανικών (μπροστά)



Ι. Δοανίδης

Τον Ιανουάριο του 1918 διορίζεται ο Ιωάννης Δοανίδης, καθηγητής της Ορυκτολογίας, Γεωλογίας και Πετρογραφίας. Ο Δοανίδης ήταν Διδάκτωρ των Φυσικών επιστημών του Πανεπιστημίου Αθηνών με μετεκπαίδευση στη μεταλλευτική Ακαδημία του Freiberg. Από το 1918 έως το 1946 διεύθυνε το προσαρτημένο στην έδρα εργαστήριο. Διετέλεσε, επίσης, Διευθυντής της Ελληνικής Εταιρείας Μεταλλείων Λαυρίου. Το 1904 συνέγραψε βιβλίο με τίτλο «Τα Μεταλλεία» στην εισαγωγή του οποίου αναφέρει:

*«Όμιλούντες διά τὰ μεταλλεία, θὰ προσπαθήσωμεν νὰ τὰ παρουσιάσωμεν ὡς μίαν ὠραίαν γωνίαν τῆς Φύσεως, τῆς πάντοτε θαυμασίας καὶ πάντοτε ἀξίας τῆς ἀγάπης μας, ἀκόμη καὶ εἰς αὐτὰ τὰ ἄψυχα δημιουργήματά τῆς, ὅποια εἶναι τὰ ὄρυκτά καὶ τα πετρώματα. Ἐξ'ἄλλου πάλιν, πραγματευόμενοι τὸ ζήτημα ὑπὸ τὴν ἔποψιν τῆς χρησιμότητος καὶ τῆς ὠφελείας, θὰ φροντίσωμεν*

*νὰ παραστήσωμεν τὴν μεταλλευτικὴν βιομηχανίαν ὡς ἔχουσαν ὅλα τὰ γνωρίσματα τῶν ἄλλων βιομηχανιῶν, ὅλας τῶν τὰς ἀνάγκας καὶ ὅλους τῶν τοὺς κινδύνους. Καὶ θὰ θεωρήσωμεν εὐτύχημα, ἐὰν ἐπιτύχωμεν νὰ ἐξεγείρωμεν εἰς μερικοὺς ἀπὸ τοὺς ἀναγνώστας τὴν ἀγνήν πρὸς τὴν Φύσιν ἀγάπην, ἢ ἂν ἀποτρέψωμεν ἄλλους ἀπὸ ὄνειρα χιμαιρικά καὶ ἐπικίνδυνα. ... Εἶναι ἀληθῶς περίπλοκον τὸ ζήτημα τῶν μεταλλείων καὶ χρειάζεται πολλὰς προκαταρκτικὰς γνώσεις. Ἡ πράξις εἶναι ἀκόμη δυσκολοτέρα, ὃ δὲ καλὸς μεταλλευτὴς πρέπει νὰ εἶναι καὶ γεωλόγος καλὸς καὶ μηχανικὸς ἄριστος· ἡ ὀρυκτολογία, ἡ χημεία, ἡ μηχανολογία πρέπει νὰ εἶναι γνωστὰ εἰς αὐτὸ κατὰ βάθος· ἐπὶ πλέον πρέπει νὰ ἔχη ἀντίληψιν καὶ κρίσιν ὄχι τυχαίαν.»*

Τον Απρίλιο του 1918 διορίζεται ο Ηλίας Γούναρης στην έδρα των Μεταλλευτικών έργων, στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, αρχικά ως έκτακτος καθηγητής και από το 1930 ως τακτικός καθηγητής. Ο Γούναρης σπούδασε Πολιτικός Μηχανικός στο Πολυτεχνείο της Αθήνας και στη συνέχεια Μεταλλειολογία στη Λιέγη του Βελγίου. Στην αρχή της καριέρας του υπηρέτησε από το 1908-1910 ως Ορυκτολόγος του υπουργείου Οικονομικών και από το 1910-1917 ως Επιθεωρητής Μεταλλείων και Διευθυντής της υπηρεσίας Μεταλλείων του υπουργείου Εθνικής Οικονομίας.

Κατά τη διετία 1936 -1938 χρημάτισε και Κοσμήτορας της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών. Δίδαξε, επίσης, Μεταλλουργία και Μεταλλογνωσία στις υπόλοιπες Σχολές του Πολυτεχνείου.

Επεξεργάστηκε τους νόμους περί Μεταλλείων. Χρημάτισε, επίσης, Γενικός Διευθυντής της ΑΕ «Λατομεία Ψυχικού», Γενικός Γραμματέας του Συνδέσμου Ελλήνων Βιομηχάνων και Βιοτεχνών και της Ενώσεως Μεταλλευτικών και Μεταλλουργικών Επιχειρήσεων, Σύμβουλος της ΑΕ «Νέα Εταιρεία Διώρυγας Κορίνθου», καθώς και του Ελληνικού Πυριτιδοποιείου και Καλυκοποιείου. Από το 1930 έως το 1948 συνέγραψε 6 βιβλία σε θέματα Μεταλλευτικής και Μεταλλουργίας. Πολλές εργασίες του αφορούσαν σε στατιστικά στοιχεία της μεταλλευτικής-μεταλλουργικής δραστηριότητας της χώρας κατά το πρώτο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα (1910-1950).



Εκδρομή της Δ' και Ε' τάξεως Πολιτικών Μηχανικών στα Ανθρακωρυχεία Ωρωπού (Μάιος 1925). Στο κέντρο διακρίνεται ο Καθηγητής Γούναρης

Το θεσμικό καθεστώς σχετικά με τον οργανισμό του Πολυτεχνείου θα παραμείνει ουσιαστικά αμετάβλητο από το 1918 μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1920. Το 1928 ο Σύλλογος συνεδριάζει με αντικείμενο τη μεταρρύθμιση του θεσμικού πλαισίου λειτουργίας του Πολυτεχνείου, στόχος της οποίας είναι η διεύρυνση της διοικητικής αυτοτέλειας και η ενίσχυση του ακαδημαϊκού προφίλ του ιδρύματος. Οι αλλαγές αυτές προβάλλονταν ως οι προϋποθέσεις της ανάπτυξης των τεχνικών επιστημών στην Ελλάδα και της αποτελεσματικής συνεισφοράς του ιδρύματος στην τεχνολογική και στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας. Τα σημεία αιχμής της προτεινόμενης μεταρρύθμισης αφορούσαν, μεταξύ άλλων, και στη μετεξέλιξη της Σχολής Χημικών Μηχανικών σε Σχολή Μεταλλειολόγων Χημικών.

Το μεγαλύτερο μέρος των προτεινόμενων ρυθμίσεων θα γίνουν αποδεκτές από το Σύλλογο με ομοφωνία, συμπεριλαμβανόμενης και της μετεξέλιξης της Σχολής Χημικών Μηχανικών, και θα αποτυπωθούν στο νόμο 3940/1928, στον οποίο, όμως, δε τίγεται το θέμα της μετεξέλιξης της Σχολής Χημικών. Καμία αναφορά δεν υπάρχει σχετικά με το τι μεσολάβησε.

Έτσι, ενώ το ζήτημα της εκπαίδευσης Μεταλλειολόγων και Μεταλλουργών με την ίδρυση χωριστού τμήματος στο πλαίσιο της Σχολής Χημικών Μηχανικών επανέρχεται ξανά και ξανά, απόφαση για την ίδρυση χωριστού τμήματος δεν

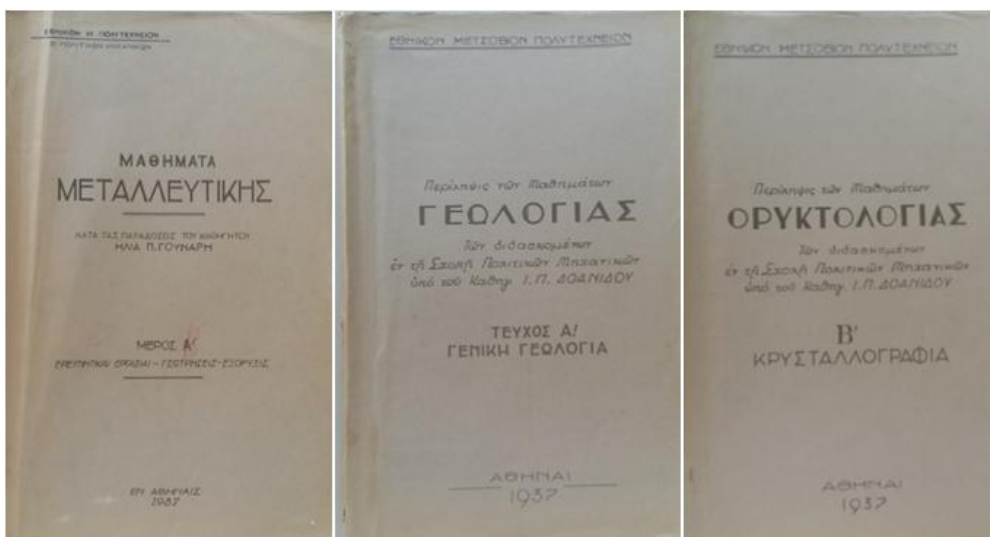
λαμβάνεται, με το σκεπτικό ότι ούτε οι δεδομένες δυνατότητες της Σχολής θα μπορούσαν να φέρουν εις πέρας έναν τέτοιο στόχο, ούτε επίσης η αγορά εργασίας θα μπορούσε να απορροφήσει τους μελλοντικούς διπλωματούχους της ειδικότητας.

Το 1939 λειτουργούν πλέον στο Πολυτεχνείο οι 5 Σχολές βάσει του νόμου 980/1917 και τρία τμήματα τετραετούς διάρκειας που ιδρύθηκαν σύμφωνα με το νόμο 4785/1930. Συγκεκριμένα, στη Σχολή Μηχανολόγων – Ηλεκτρολόγων, το Τμήμα Μηχανολόγων και το Τμήμα Μηχανικών Αεροπορίας, και στη Σχολή Χημικών Μηχανικών, το Τμήμα Μηχανικών Χημικού Πολέμου, το οποίο αργότερα μετονομάστηκε σε Τμήμα Στρατιωτικών Χημικών Μηχανικών.

Την περίοδο αυτό εμφανίζονται δύο έδρες σχετικές με το αντικείμενο της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών:

Η έδρα της Μεταλλουργίας και Μεταλλευτικής υπό τον Γούναρη, στην οποία υπάγονται τα μαθήματα:

- Μεταλλουργία και Μεταλλογνωσία μετ' Ασκήσεων, μάθημα το οποίο διδάσκεται στη Σχολή Μηχανολόγων – Ηλεκτρολόγων, στο Τμήμα Μηχανολόγων, στο Τμήμα Μηχανολόγων Αεροπορίας, στη Σχολή Χημικών Μηχανικών και στο Τμήμα Στρατιωτικών Χημικών Μηχανικών.
- Μεταλλευτική και Μεταλλογνωσία μετ' Ασκήσεων, μάθημα το οποίο διδάσκεται στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών.



Συγγράμματα Μεταλλευτικής, Γεωλογίας και Ορυκτολογίας από τους Καθηγητές Γούναρη και Δοανίδη (1937)

Η έδρα Ορυκτολογίας – Πετρογραφίας-Γεωλογίας υπό τον Δοανίδη στην οποία υπάγονται τα μαθήματα:

- Ορυκτολογία – Πετρογραφία - Γεωλογία, μάθημα το οποίο διδάσκεται στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, στη Σχολή Χημικών Μηχανικών, στο Τμήμα Στρατιωτικών Χημικών Μηχανικών και στη Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων.
- Στοιχεία Γεωμορφολογίας και Πετρογραφίας, μάθημα το οποίο διδάσκεται στη Σχολή Αρχιτεκτόνων.

Το 1943, επί πρυτανείας Κιτσίκη, επανέρχεται, μεταξύ άλλων, το θέμα της δημιουργίας Σχολής σχετικά με το αντικείμενο των Μεταλλειολόγων.

Στη σύγκλητο, στις 10/9/43, ο Κιτσίκης αναφέρει για πρώτη φορά επίσημα το σχέδιό του για μεταρρύθμιση του ΕΜΠ και παίρνει θέση για τη δημιουργία Σχολής ή Σχολών Μεταλλουργών Μηχανικών, σε συνεννόηση και με άλλους καθηγητές, ιδίως τον Γούναρη της μεταλλευτικής. Στη Σύγκλητο, στις 17/9/43 ο ίδιος διανέμει εισηγητική έκθεση του νομοσχεδίου όπου αναφέρεται η ανάγκη εκμετάλλευσης του ορυκτού πλούτου της χώρας σε πλαίσια κρατικά, αποκλείοντας τους «άσυνείδητους κερδοσκόπους ... και τὸν καθ' ὅλα σοβαρό ὄργανισμό, ὅπως ἡ Ἐθνικὴ τράπεζα», με «ἀπαραίτητον προϋπόθεσιν μιᾶς κατακορύφου ὀλοκληρωτικῆς ἐξελίξεως» για την ανάπτυξη της μεταλλουργίας και μιας σειράς κλάδων βαριάς βιομηχανίας.

Απαντά ο Θεοδωρίδης (Καθηγητής ΕΜΠ): «Συμφωνῶ καθ' ὅλα με τὸν κ. Πρύτανιν, τὴν ἔλλογον ἐκβιομηχάνισιν ἅς μοῦ ἐπιτραπεί νὰ ἐκφράσω κάποιαν ἀπορίαν ὡς πρὸς τὴν ἐξεύρεσιν τῶν καταλλήλων προσώπων διὰ τὰς προβλεπομένας νέας ἔδρας».

Ο Ζαχαρίας, Καθηγητής στην Έδρα Φυσικής Χημείας και Εφηρμοσμένης Ηλεκτροχημείας εκφράζει τη συμφωνία του για τη σχολή Χημικών Μεταλλειολόγων Μεταλλουργών, αλλά εκφράζει την αντίρρησή του στη συγκέντρωση των βιομηχανιών για λόγους «υγιεινής και ηθικής των εργατῶν».

Στην 69<sup>η</sup> ΓΣ της 4/12/43 γίνεται η παρουσίαση του νόμου 935 που αφορά τελικά στη δημιουργία δυο κατευθύνσεων σπουδῶν, Μεταλλουργού και Μεταλλειολόγου, στο 5<sup>ο</sup> ἔτος της Σχολῆς Χημικῶν Μηχανικῶν με δυνατότητα δημιουργίας ἀνάλογης ειδικότητας στους Μηχανολόγους. Συγκεκριμένα, ο νόμος 935/1943 προέβλεπε σχετικά με τη Σχολή Χημικῶν Μηχανικῶν τη διακλάδωσή της σε: Σχολή Χημικῶν Μεταλλειολόγων πενταετοῦς διάρκειας, Σχολή Χημικῶν Μεταλλουργῶν πενταετοῦς διάρκειας και Σχολή Χημικῶν Μηχανικῶν τετραετοῦς διάρκειας, ἐνῶ για τη Σχολή Μηχανολόγων – Ηλεκτρολόγων προβλεπῶταν δυνητικᾶ, μετὰ ἀπὸ ἀπόφαση της Συγκλήτου, ἡ ἰδρυση Σχολῆς Μηχανολόγων Μεταλλειολόγων και Σχολῆς Μηχανολόγων Μεταλλουργῶν.

Ο Δοανίδης θεωρεί εσφαλμένη την αποφοίτηση Μεταλλειολόγων και Μεταλλουργών ύστερα από ετήσια ειδίκευση και ζητά δημιουργία αυτοτελούς σχολής.

Η συζήτηση σχετικά με τη μεταρρύθμιση καλύπτει όλη την περίοδο από το Σεπτέμβριο του 1943 μέχρι και το καλοκαίρι του 1944. Διεξήχθη σε όλα τα όργανα του ΕΜΠ, τη Σύγκλητο, το Σύλλογο των Τακτικών Καθηγητών και τη Συνέλευση της ολομέλειας των Καθηγητών του ιδρύματος και αποτυπώθηκε σε 600 περίπου σελίδες δακτυλογραφημένων πρακτικών.

Το Μάιο του 1944 συνεδριάζει, επίσης, στο Πολυτεχνείο Επιτροπή του Τεχνικού Επιμελητηρίου υπό την προεδρία του Πρύτανη και την παρουσία των κοσμητόρων των Σχολών Πολιτικών Μηχανικών, Αρχιτεκτόνων και Χημικών Μηχανικών, η οποία τονίζει την αναγκαιότητα δημιουργίας αυτοτελούς Σχολής Μεταλλειολόγων-Μεταλλουργών. Το Τεχνικό Επιμελητήριο στο υπόμνημά του αναφέρει:

*«Η Έπιτροπή του Τ.Ε.Ε. κρίνει όμως ότι είναι αδύνατον να καταρτισθούν Μεταλλειολόγοι Μηχανικοί διά τής προσθήκης ενός έτους σπουδών εις την Σχολήν τών Χημικών Μηχανικών, το μέν διότι ο όγκος τών έπιπροσθέτως απαιτουμένων γνώσεων είναι πάρα πολύ έκτεταμένος, το δε διότι δεν είναι δυνατόν εντός ενός έτους ό σπουδαστής τής Χημείας ν'άποκτήση μεταλλειολογικήν συνείδησιν, άνταποκρινόμενην εις τον είδικόν αυτού προορισμόν».*

Στη Σύγκλητο της 1/10/45 ανακοινώνεται η ίδρυση, με νέο νόμο, της Σχολής Μεταλλειολόγων.

Μετά την υποβολή της σχετικής πρότασης της Συγκλήτου του ΕΜΠ προς το αρμόδιο Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων αναφορικά με την ίδρυση νέας Σχολής, κατέστη σαφές ότι η επίσπευση της αποδοχής της εν λόγω πρότασης και η δημοσίευση του σχετικού Νόμου είχαν βαρύνουσα σημασία, δεδομένου ότι από τον Οκτώβριο 1945 που άρχισαν τα μαθήματα, σημειώθηκε αδυναμία εκτέλεσης των εργαστηριακών ασκήσεων για όλους τους εισαχθέντες.

Τελικά, στις 28 Φεβρουαρίου 1946, δημοσιεύτηκε στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως ο Αναγκαστικός Νόμος υπ' αριθμ. 1021 σύμφωνα με τον οποίο η Σχολή Χημικών Μηχανικών υποδιαιρείται στο Τμήμα Χημικών Μηχανικών, στο Τμήμα Μεταλλειολόγων Μηχανικών και στο Τμήμα Μεταλλουργών Μηχανικών, τα οποία χορηγούν αντίστοιχα διπλώματα κατόπιν πενταετούς φοιτήσεως.

Το 1952 (Ν. 2028/1952) τα Τμήματα Μεταλλειολόγων Μηχανικών και Μεταλλουργών Μηχανικών ενοποιούνται σε ένα τμήμα πενταετούς φοίτησης που χορηγεί ενιαίο δίπλωμα και το 1975 (Π.Δ. 516/1975) η Ανωτάτη Σχολή Χημικών

Μηχανικών του ΕΜΠ διαχωρίζεται σε δυο Σχολές, ήτοι την Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μηχανικών και την Ανωτάτη Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών.

Στη συνέχεια παρατίθεται ολόκληρο το κείμενο του Καθηγητή Ι. Οικονομόπουλου με τίτλο: Αναμνήσεις από την ίδρυση μιας σχολής στο Ε.Μ. Πολυτεχνείο» που περιγράφει το χρονικό της ίδρυσης της Σχολής όπως το έζησε ο ίδιος τότε ως φοιτητής.

*Στις 28 Οκτωβρίου 1940 η Ελλάδα δέχτηκε απρόκλητη επίθεση από τη φασιστική τότε Ιταλία.*

*Ο ελληνικός λαός έδειξε απέναντι στην επιδρομή αυτή αδάμαστο αγωνιστικό φρόνημα. Οι επιτυχίες του Ελληνικού στρατού προκάλεσαν τον παγκόσμιο θαυμασμό και ανάγκασαν τη Γερμανική ηγεσία να επέμβει στρατιωτικά. Έτσι στις 27 Απριλίου 1941, ύστερα από τρεις εβδομάδες σκληρών μαχών, τα πρώτα τμήματα του Γερμανικού στρατού εισήλθαν στην Αθήνα.*

*Από τον Απρίλιο 1941 έως τον Οκτώβριο 1944 η Ελλάδα υπέστη την κατοχή των δυνάμεων του Άξονα με ανυπολόγιστες απώλειες σε ανθρώπινες ζωές και σχεδόν ολοσχερή καταστροφή της οπωσδήποτε ανεπαρκούς οικονομικής υποδομής της. Παράλληλα όμως αναπτύχθηκαν, σχεδόν ευθύς μετά την έναρξη της κατοχής, μαζικά κινήματα εθνικής αντίστασης, ενώ Ελληνικές ένοπλες δυνάμεις της Μέσης Ανατολής συνέχιζαν τον αγώνα στο πλευρό των συμμάχων υπό την ηγεσία των εξόριστων Ελληνικών Κυβερνήσεων.*

*Στα χρόνια του πολέμου και της κατοχής το όλο εκπαιδευτικό σύστημα της χώρας είχε δραματικά ατονήσει. Έπαυσε να λειτουργεί ομαλά και σε πολλές περιοχές η λειτουργία διεκόπη.*

*Η σχηματισθείσα μετά τη διάσκεψη του Λιβάνου τον Μάιο του 1944 Κυβέρνηση εθνικής ενότητας επέστρεψε στην Αθήνα στις 18.10.1944 μετά την απελευθέρωση της χώρας, δεδομένου ότι οι Γερμανοί είχαν αποχωρήσει από την Αθήνα στις 12.10.1944 μετά από 3,5 περίπου έτη κατοχής.*

*Είναι προφανές ότι με τις επικρατήσασες εν γένει συνθήκες κατά το έτος 1944 δεν ήταν δυνατόν να διεξαχθούν εξετάσεις στα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα. Πράγματι, κατά το εν λόγω έτος δεν διεξήχθησαν εισαγωγικές εξετάσεις στο ΕΜΠ και συνεπώς οι μαθητές που είχαν αποφοιτήσει του, εξατάξιου τότε, γυμνασίου παρέμειναν σε αναμονή.*

*Μετά την απελευθέρωση η ανασυγκρότηση απετέλεσε τον πρωταρχικό στόχο της χώρας προκειμένου να δημιουργηθεί η απαραίτητη υποδομή και να επιτευχθεί η οικονομική ανάπτυξη των πλουτοπαραγωγικών δυνατοτήτων. Τα διάφορα προτεινόμενα σχέδια, τα οποία ετόνιζαν και τη σημασία της αξιοποίησης του*

ορυκτού πλούτου της χώρας, προδίκαζαν τη δεσπόζουσα θέση των μηχανικών κατά τις επόμενες δεκαετίες.

Οι σε αναμονή απόφοιτοι Γυμνασίου – υποψήφιοι προβληματίζονταν αναφορικά με την ειδικότητα που έπρεπε να επιλέξουν και προσπαθούσαν να κατατοπισθούν, προκειμένου να πάρουν την τελική τους απόφαση.

Κατά το επόμενο έτος, το 1945, διεξήχθησαν κανονικά οι εισαγωγικές εξετάσεις στο ΕΜΠ με περισσότερους, όπως ήταν επόμενο, υποψήφιους. Στη Σχολή Χημικών Μηχανικών προκλήθηκε σοβαρό πρόβλημα δεδομένου ότι στα εργαστήρια, κυρίως της Αναλυτικής Χημείας, δεν υπήρχαν ανάλογες θέσεις προς άσκηση των κατά διαφόρους τρόπους εισαχθέντων σπουδαστών. Ανάλογο πρόβλημα αντιμετώπιζε και η Σχολή Αρχιτεκτόνων, σε μικρότερο όμως βαθμό.

Το γεγονός αυτό επετάχυνε την ίδρυση Σχολής στο ΕΜΠ προς εκπαίδευση μηχανικών που θα ανελάμβαναν την έρευνα, εκμετάλλευση και εν γένει αξιοποίηση του ορυκτού πλούτου της χώρας, ιδέα που είχε ήδη διαμορφωθεί ακόμη και πριν την απελευθέρωση και είχε προβληθεί σε διάφορες μελέτες και άρθρα σε περιοδικά (Τεχνικά Χρονικά, Βιομηχανική Επιθεώρησης, Ανταίος κ.λπ.), από διαπρεπείς επιστήμονες.

Μετά την υποβολή της σχετικής πρότασης της Συγκλήτου του ΕΜΠ προς το αρμόδιο Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων αναφορικά με την ίδρυση νέας Σχολής, κατέστη σαφές ότι η επίσπευση της αποδοχής την εν λόγω πρότασης και η δημοσίευση του σχετικού Νόμου είχαν βαρύνουσα σημασία δεδομένου ότι από τον Οκτώβριο 1945, οπότε άρχισαν τα μαθήματα, σημειώθηκε αδυναμία εκτέλεσης των εργαστηριακών ασκήσεων, για όλους τους εισαχθέντες.

Επιπροσθέτως, η καθυστέρηση καθορισμού προγράμματος μαθημάτων προσαρμοσμένου στο αντικείμενο της έρευνας, εκμετάλλευσης και εν γένει αξιοποίησης του ορυκτού πλούτου θα είχε βλαπτικές συνέπειες αναφορικά με την αλληλουχία της εκπαίδευσης.

Υπ'αυτές τις συνθήκες οι ενδιαφερόμενοι σπουδαστές, περίπου είκοσι, αποφάσισαν να δραστηριοποιηθούν. Επιστράτευσαν συγγενείς και φίλους που είχαν κάποια πρόσβαση στα αρμόδια Κυβερνητικά όργανα προκειμένου να επισπευθεί η σχετική διαδικασία και να αποφευχθεί η εμπλοκή της στα συνήθη γραφειοκρατικά γρανάζια.

Οι σπουδαστές σχημάτισαν «ομάδες κρούσης» και σχεδόν καθημερινά βρίσκονταν στην οδό Ευαγγελιστριάς όπου εστεγάζετο τότε το Υπουργείο Παιδείας.

Στην προσπάθειά τους αυτή είχαν την αμέριστη συμπαράσταση της Διοίκησης του ΕΜΠ και ειδικότερα των Λεάνδρου Νικολαΐδη, Σταύρου Κατράκη και Αντώνη Δεληγιάννη που διετέλεσαν καθηγητές του Ιδρύματος.

Περί τα τέλη Νοεμβρίου 1945 πήγαμε στο Υπουργείο Παιδείας και ζητήσαμε ακρόαση από τον Υπουργό, Γεώργιο Αθανασιάδη-Νόβα. Ο Υπουργός κατήγετο από μεγάλη Ηπειρωτική οικογένεια, είχε όμως γεννηθεί στη Ναύπακτο, όπου και εξελέγετο βουλευτής Αιτωλοακαρνανίας. Ήταν πνευματικός άνθρωπος, συγγραφέας και ποιητής. Προς μεγάλη μας έκπληξη, μας δέχτηκε αμέσως, γνώριζε το θέμα, αναγνώριζε την αξία του ορυκτού πλούτου της χώρας και πίστευε στη σπουδαιότητα της αξιοποίησής του. Εξηγήσαμε το επείγον του θέματος και υποσχέθηκε να κάνει ό,τι ήταν δυνατό.

Πριν από τα Χριστούγεννα μας δέχτηκε και πάλι. Είχε μια σχεδόν πατρική συμπεριφορά. Μας καθησύχασε ότι όλα θα τακτοποιηθούν σύντομα. Ευχηθήκαμε καλές γιορτές, και τον «απειλήσαμε» ότι θα τον ενοχλούσαμε και πάλι. Όποτε θέλετε, μας είπε.

Μετά το νέο έτος ενοχλήσαμε τη γραμματέα του –η οποία μας είχε μάθει για καλά– και μας πληροφόρησε ότι δεν είχε κάτι νεώτερο.

Περί το τέλος Ιανουαρίου ή αρχές Φεβρουαρίου ήμασταν πάλι εκεί. Αυτή τη φορά ήταν πιο θετικός. Κάποιος του είπε «το θέμα, κ. Υπουργέ, τραινάρει». Ναι, παιδί μου –απάντησε– τραινάρει αλλά πλησιάζει στο τέρμα του.

Πράγματι, στις 28 Φεβρουαρίου 1946, επί Κυβερνήσεως Θ. Σοφούλη και Υπουργού Παιδείας Γ. Αθανασιάδη-Νόβα, δημοσιεύτηκε στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (Τεύχος Πρώτον, Αρ. Φύλλου 75) ο Αναγκαστικός Νόμος υπ' αριθμ. 1021 δια του οποίου «Η εις του ΕΜΠ λειτουργούσα Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μηχανικών υποδιαιρείται εις το Τμήμα Χημικών Μηχανικών, χορηγούν δίπλωμα Χημικού Μηχανικού κατόπιν πενταετούς φοιτήσεως, το Τμήμα Μεταλλειολόγων Μηχανικών, χορηγούν δίπλωμα Μεταλλειολόγου μηχανικού κατόπιν πενταετούς φοιτήσεως και εις το Τμήμα Μεταλλουργών Μηχανικών, χορηγούν δίπλωμα Μεταλλουργού Μηχανικού κατόπιν πενταετούς φοιτήσεως».

Παράλληλα προστέθηκαν προς διδασκαλία νέα μαθήματα προσιδιάζοντα στο αντικείμενο των ιδρυθέντων τμημάτων, όπως Εκμετάλλευσις μεταλλείων, Γενική μεταλλουργία, Μεταλλουργία του σιδήρου, Βιομηχανικά δομικά κατασκευαί, Αναλύσεις μεταλλευμάτων, Στοιχεία γεωδαισίας και τοπογραφίας μεταλλείων, Κοιτασματολογία και άλλα.

Στις αρχές Μαρτίου πήγαμε στο Υπουργείο να ευχαριστήσουμε τον Υπουργό. Η γραμματεύς μας υποδέχτηκε στον προθάλαμο, μας ευχήθηκε καλή σταδιοδρομία και μας πληροφόρησε ότι ο Υπουργός είχε πάει στην ιδιαίτερα του πατρίδα.

Ήταν επόμενο, στις 31 Μαρτίου 1946 ο Ελληνικός λαός πήγε στις κάλπεις.

Πρέπει να σημειωθεί ότι δια του εν λόγω Νόμου η φοίτηση στο τμήμα Χημικών Μηχανικών έγινε πενταετής, δοθέντος ότι στην ιδρυθείσα με το Νόμο 980 του 1917 Σχολή Χημικών η φοίτηση προβλεπόνταν τετραετής.

Αργότερα δια του Νόμου 2028/1952 τα ιδρυθέντα δια του Α.Ν. 1021/1946 Τμήματα Μεταλλειολόγων Μηχανικών και Μεταλλουργών Μηχανικών συγχωνεύτηκαν από του ακαδημαϊκού έτους 1951 – 1952 εις ένα τμήμα «όπερ χορηγεί δίπλωμα μηχανικού Μεταλλείων – Μεταλλουργού κατόπιν πενταετούς φοιτήσεως».

Τέλος, δια του προεδρικού διατάγματος υπ' αριθμ. 516/1975, από το Ακαδημαϊκό έτος 1975-76 η Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ διαχωρίσθηκε σε δυο Σχολές, ήτοι την Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μηχανικών και την Ανωτάτη Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών.

Έτσι ολοκληρώθηκε η πραγματοποίηση μιας ιδέας που είχε αρχίσει να προβάλλεται από τις αρχές της δεκαετίας του 1940.

Η αποφοίτηση σπουδαστών καθυστέρησε, δεδομένου ότι το φθινόπωρο του 1948 ήρθαν οι αναστολές λόγω σπουδών, με συνέπεια να αποφοιτήσουν κατά τα έτη 1950, 1951, 1952 και 1953 δυο, δέκα, τέσσερεις και δεκατρείς σπουδαστές αντιστοίχως. Στη συνέχεια ο κανονικός ρυθμός εισαγομένων – αποφοιτούντων αποκαταστάθηκε.

Η συμβολή των διπλωματούχων μηχανικών της Σχολής στην εν γένει αξιοποίηση του ορυκτού πλούτου της χώρας αλλά και στη μελέτη – κατασκευή υπογείων κυρίως έργων είναι καλά γνωστή και δεν πρόκειται να αναπτυχθεί εκ μέρους ημών, αφού άλλωστε τούτο δεν συνάδει δεοντολογικά. Απλώς θα σημειώσουμε ότι οι απόφοιτοι επιβεβαίωσαν και επιβεβαιώνουν στο έπακρο την ορθότητα της ίδρυσης της Σχολής τους.

## **Βιβλιογραφία**

- Αντωνίου Γ., Οι Έλληνες μηχανικοί: Θεσμοί και ιδέες 1900-1940, Βιβλιόραμα, 2006.
- Ασημακόπουλος Μ., Οι γενικές συνελεύσεις των καθηγητών του ΕΜΠ, 1941-1955, 170 χρόνια Πολυτεχνείο οι μηχανικοί και η τεχνολογία στην Ελλάδα, Α' Τόμος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2012.
- Δερμάτης Γ.Ν., Ο ρόλος των Ελλήνων Μηχανικών στο Βιομηχανικό Λαύρειο της Μεταλλείας και της Μεταλλουργίας – η σχέση με το ΕΜΠ, 170 χρόνια Πολυτεχνείο οι μηχανικοί και η τεχνολογία στην Ελλάδα, Β' Τόμος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2012.
- Δοανίδης Ι., Τα Μεταλλεία, Εκδόσεις του Συλλόγου προς Διάδοσιν Ωφελίμων Βιβλίων, Βασιλική Τυπογραφία, Αθήνα 1904
- Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Το Πολυτεχνείο Ευγνωμονούν, Ευεργέτες και δωρητές του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου 1837-2000, Εκδόσεις ΕΜΠ, 2007.

- Καλαφάτη Ε., Η αναδιοργάνωση της Σχολής Αρχιτεκτόνων την περίοδο 1940-1944: Προς «δημιουργία μάλλον καλλιτεχνών αρχιτεκτόνων και ουχί αρχιτεκτόνων-μηχανικών, 170 χρόνια Πολυτεχνείο οι μηχανικοί και η τεχνολογία στην Ελλάδα, Α' Τόμος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2012.
- Μπίρης Κ., Ιστορία του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου 1836-1916, Εκδόσεις ΕΜΠ, 1957.
- Οικονομόπουλος Ι.Ν., Αναμνήσεις από την ίδρυση μιας σχολής στο Ε.Μ. Πολυτεχνείο, 170 χρόνια Πολυτεχνείο οι μηχανικοί και η τεχνολογία στην Ελλάδα, Α' Τόμος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2012.
- Σταματάκη Σ., Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών 60 χρόνια προσφοράς & δημιουργίας, Πρακτικά διημερίδας εορτασμού 60 χρόνων Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, Αθήνα, 4-5 Δεκεμβρίου 2007.
- Τεχνικό Επιμελητήριο της Ελλάδος, Η εκατονταετηρίς του Εθν. Μ. Πολυτεχνείου 1837-1937, Τεχνικά Χρονικά, αριθμ. 181, Ιούλιος 1939.
- Τουμπακάρης Κ.Ι., Η οικογένεια Πρωτοπαπαδάκη και το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Η γέννηση μιας παράδοσης), 170 χρόνια Πολυτεχνείο οι μηχανικοί και η τεχνολογία στην Ελλάδα, Α' Τόμος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2012.

### **«Ξεσκονίζοντας» τα Πρακτικά...**

*Κωνσταντίνος Τσακαλάκης,*

*Καθηγητής Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ*

Τα παλιά πρακτικά της ενιαίας Σχολής Χημικών Μηχανικών κρύβουν πολύτιμα στοιχεία για την ιστορία της, τα οποία έρχονται στο φως μόνο μέσα από συστηματική μελέτη. Ανατρέχοντας στα πρακτικά των παλαιότερων ετών αποδεικνύεται ότι πολλά από τα σημερινά ζητήματα έχουν ρίζες βαθιές μέσα στο χρόνο. Αποκαλύπτεται, ταυτόχρονα, ο τρόπος υπέρβασης των προβλημάτων αυτών. Η συστηματική μελέτη, επομένως, των παλιών πρακτικών μέσα από την ψύχραιμη ματιά των ανθρώπων της επόμενης γενιάς, απαλλαγμένη από υποκειμενικές θεωρήσεις, δεν προσφέρει απλά μια κλεφτή ματιά στην ιστορία. Αποτελεί μια πολύτιμη πηγή βοήθειας στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για το σήμερα και το αύριο της Σχολής.

### **Η διαμόρφωση της φυσιογνωμίας της Σχολής**

Η Σχολή ιδρύθηκε ως ανεξάρτητο (αυτοτελές) Τμήμα Μεταλλειολόγων - Μεταλλουργών το 1975, αλλά για 30 χρόνια περίπου (1946-1975), από την ίδρυσή του ως Τμήμα Μεταλλειολόγων και Τμήμα Μεταλλουργών της Σχολής Χημικών Μηχανικών (1946), τα τρία πρώτα χρόνια σπουδών ήταν κοινά και για τα δύο Τμήματα (Γενικά μαθήματα, Αναλυτική Χημεία κ.λπ.).

Θεωρείται, όμως, ότι «στίγμα» στο Τμήμα Μηχ. Μεταλλείων-Μεταλλουργών, άρχισε να δίνεται με την εκλογή (1944) του Μεταλλειολόγου του Πανεπιστημίου της Λιέγης, Υφηγητή Ε.Μ.Π., Λ. Νικολαΐδη, η οποία προηγήθηκε της επίσημης δημιουργίας των Τμημάτων Μεταλλειολόγων και Μεταλλουργών με τον Α.Ν. 1021/1946 και συνεχίστηκε κατόπιν με τις εκλογές ως καθηγητών της Σχολής Χημικών Μηχανικών των αείμνηστων Γ. Βορεάδη (1948, Κοιτασματολογία και Εφηρμοσμένη Γεωλογία), Σ. Κατράκη (1949, Εκμετάλλευση Μεταλλείων), Λ. Μούσουλου (1955, Μεταλλευτική και κατόπιν, το 1962, Μεταλλουργία) και Κ. Κονοφάγου (1963, Μεταλλογνωσία).

Οι καθηγητές αυτοί εκλέγονταν συνήθως σε σχετικά μεγάλη ηλικία, με αποδεδειγμένα μεγάλη επαγγελματική εμπειρία:

Λ. Νικολαΐδης: 45 ετών

Γ. Βορεάδης: 58 ετών

Σ. Κατράκης: 47 ετών

Λ. Μούσουλος: 45 ετών

Ι. Παπασταματίου: 56 ετών

Κ. Κονοφάγος: 51 ετών

Κ. Ζάχος: 54 ετών

Α. Φραγκίσκος: 50 ετών,

ενώ σε σχετικά νεότερη ηλικία (42 ετών) εκλέχθηκε το 1968 ο αείμνηστος Καθηγητής Ι. Οικονομόπουλος.

Για σύγκριση αναφέρεται ότι οι Χημικοί Μηχανικοί Γ. Παρισάκης και Θ. Σκουλικίδης είχαν εκλεγεί καθηγητές σε ηλικίες 29 και 35 ετών αντίστοιχα και ο καθηγητής Γ. Βέης (που δίδασκε Γεωδαισία και τοπογραφία μεταλλείων και στους Μεταλλειολόγους) σε ηλικία 30 ετών.

Το Τμήμα Μηχ. Μεταλλείων-Μετ/γών βρισκόταν μεταξύ «σφύρας και άκμονος» της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών και της Σχολής Χημικών Μηχανικών, η οποία, όμως, λόγω μεγαλύτερης συγγένειας με τις διεργασίες, πρέπει να αναγνωριστεί ότι το «φιλοξένησε» θερμά για περίπου 30 χρόνια.

Ακόμη, όμως, και χωροταξικά μπορεί να πιστοποιηθεί η διαπίστωση αυτή. Το Εργαστήριο Ορυκτολογίας – Πετρογραφίας - Γεωλογίας (αρχικά Ι. Δοανίδης, Μ. Μητσόπουλος και κατόπιν Σ. Αυγουστίδης) ήταν εγκατεστημένο στο ισόγειο και υπόγειο του Κτιρίου Γκίνη, δίπλα στο Εργαστήριο Γεωτεχνικής. Προφανώς, αυτό ήταν απόρροια της παρουσίας στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, καταρχήν του Η. Γούναρη (1918 και 1930, καθηγητή στα Μεταλλευτικά έργα και τη Μεταλλευτική και Μεταλλογνωσία) και των γεωλόγων Δοανίδη (1918), Μητσόπουλου (1939, 1948).

Η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ήθελε για τους δικούς της λόγους να έχει βαρύνουσα *άποψη* για τα αντικείμενα Γεωλογίας και Τεχνικής Γεωλογίας, καθώς και για τα μεταλλευτικά έργα. Ακόμη, όμως, και στα χρόνια των δικών μας σπουδών, σχεδόν 30 χρόνια από την επίσημη ίδρυση του Τμήματος, υπήρχε ένας ανταγωνισμός μεταξύ των Τμημάτων (φανερός ή καλυμμένος). Σε ερωτήσεις που υπέβαλαν σπουδαστές του Τμήματος Μεταλλειολόγων σε Χημικό Μηχανικό καθηγητή της Σχολής για τις διαφορές μεταξύ των δύο τμημάτων, η απάντηση που πήραν ήταν, με ύφος λίγο «υπεροπτικό», «...εσείς οι Μεταλλειολόγοι είστε κάτι σαν Γεωλόγοι», εννοώντας του Πανεπιστημίου Αθήνας, προφανώς λόγω της σχέσης που είχε αναπτυχθεί μεταξύ Πανεπιστημίου Αθήνας (Φυσιογνωστικό Τμήμα) και Τμήματος Μεταλλειολόγων του Ε.Μ.Π., τα οποία «μοιράζονταν» καθηγητές (Μ. Μητσόπουλος, ταυτόχρονα καθηγητής σε Πανεπιστήμιο Αθήνας και Ε.Μ. Πολυτεχνείου). Επίσης, το Τμήμα Μεταλλειολόγων Ε.Μ.Π. *τροφοδοτούνταν* με διδακτικό προσωπικό (καθηγητές, επιμελητές, βοηθούς) για τα γεωλογικά και κοιτασματολογικά μαθήματα από απόφοιτους Φυσικών επιστημών (π.χ. φυσιογνώστες ή φυσικούς) του Πανεπιστημίου Αθήνας, όπως βέβαια συνέβαινε και με το Τμήμα Χημικών Μηχανικών, του οποίου οι πρώτοι καθηγητές ήταν κατά κύριο λόγο πτυχιούχοι Χημικοί του Πανεπιστημίου Αθήνας. Αυτό το γεγονός είχε

δημιουργήσει μια σύγχυση όσον αφορά στις διαφορές που υπήρχαν μεταξύ γεωλογικών επιστημών και της μεταλλευτικής – μεταλλουργίας που ήταν καθαρά εφαρμοσμένες επιστήμες.

Επίσης, γίνεται αναφορά (Πρακτικά 1966-67), ότι η Μεταλλογνωσία, η οποία «ανήκει» στους Μηχανολόγους, πρέπει να ενσωματωθεί στο μελλοντικά νεοιδρυθσόμενο ανεξάρτητο Τμήμα Μεταλλειολόγων.

Όμως, το Τμήμα πάντοτε προσπαθούσε να επιβάλλει την παρουσία του και την αναγκαιότητα ύπαρξής του μέσα στους κόλπους του Πολυτεχνείου, μέσω των δύο ευδιάκριτων γνωστικών του αντικειμένων, στις «ενδιαφερόμενες» σχολές (Μεταλλειολόγοι Μηχανικοί/Πολιτικοί Μηχανικοί και Μεταλλουργοί Μηχανικοί/Χημικοί Μηχανικοί).

Κατά το ακαδημαϊκό έτος 1964-65, μετά από πολλές συζητήσεις και προσπάθειες, λαμβάνεται τελικά απόφαση από το Σύλλογο καθηγητών της Σχολής Χημικών Μηχανικών για ανεξαρτητοποίηση του Τμήματος Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών και δημιουργία νέας αυτοτελούς Σχολής, με ενσωμάτωση σε αυτή 13 νέων εδρών, οι οποίες και αναφέρονται αναλυτικά στην απόφαση. Τελικά, η απόφαση αυτή, προφανώς και λόγω «παρεμβολής» της περιόδου της δικτατορίας, υλοποιείται 10 χρόνια μετά, το 1975 με το Π.Δ. 516 της 8/13 Αυγ. 1975 (ΦΕΚ Α' 170), γεγονός που δεν μπορεί να είναι ανεξάρτητο της θέσης (υπουργός Βιομηχανίας) που κατείχε τότε ο αείμνηστος Κ. Κονοφάγος στη μεταπολιτευτική κυβέρνηση της Νέας Δημοκρατίας.

Όπως προαναφέρθηκε, όλοι οι καθηγητές του Τμήματος είχαν προηγούμενη σημαντική επαγγελματική εμπειρία στη μεταλλευτική και μεταλλουργική βιομηχανία.

Το Τμήμα Μεταλλειολόγων διέφερε από το αντίστοιχο Τμήμα Χημικών Μηχανικών στο ότι, παρά τη σημαντική έλλειψη διδακτικού προσωπικού, είχε πάντοτε διδάσκοντες καθηγητές οι οποίοι πριν την εκλογή τους είχαν σημαντική επαγγελματική εμπειρία και προσφορά στη Μεταλλευτική Βιομηχανία [Μεταλλεία, Μεταλλουργία], (Σ. Κατράκης, Λ. Μούσουλος, Λ. Νικολαΐδης, Γ. Βορεάδης και κατόπιν Κ. Κονοφάγος, Ι. Παπασταματίου, Κ. Ζάχος, Ι. Οικονομόπουλος, Α. Φραγκίσκος), δηλ. είχαν το πλεονέκτημα αυτά που δίδασκαν να τα έχουν αντιμετωπίσει ως προβλήματα πριν.

Οι πρώτοι μηχανικοί καθηγητές του Τμήματος, είχαν τεχνική εκπαίδευση την οποία είχαν αποκτήσει κυρίως στο εξωτερικό (Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία), έγιναν καθηγητές οι περισσότεροι ως υφηγητές Ε.Μ.Π. σε ώριμη ηλικία και όχι αμέσως μετά την απόκτηση του διδακτορικού τους.

Είχαν καταβάλει σημαντική προσπάθεια στον επαγγελματικό στίβο για να καθιερωθούν και να αναγνωριστούν.

Ήταν πολυγραφότατοι, ακόμη και πριν την εκλογή τους (π.χ. Μούσουλος, Κονοφάγος, Φραγκίσκος) ιδιαίτερος, σε επιστημονικά / εκπαιδευτικά συγγράμματα και είχαν μεγάλη ευχέρεια μεταπήδησης στα φαινομενικά διαφορετικά αντικείμενα της μεταλλευτικής βιομηχανίας (μεταλλευτική-μεταλλουργία, εμπλουτισμός μεταλλευμάτων), οι δε γεωλόγοι είχαν πολύ μεγάλη πείρα σε εργασία πεδίου και μεγάλο δημοσιευμένο έργο στη διάρκεια της επαγγελματικής τους (πριν την ακαδημαϊκή) σταδιοδρομίας<sup>1</sup>.

Γνωρίζοντας από «πρώτο χέρι» τις ιδιαιτερότητες και την επικινδυνότητα της άσκησης της μεταλλευτικής-μεταλλουργικής δραστηριότητας φρόντισαν από πολύ νωρίς να «επιβάλλουν» την αναγκαιότητα πρακτικής επιμόρφωσης των σπουδαστών ώστε να γνωρίσουν από κοντά το μελλοντικό επαγγελματικό τους περιβάλλον και πρότειναν και καθιέρωσαν από τη δεκαετία του 1950 ως υποχρεωτικές «Μεγάλες ασκήσεις Μεταλλευτικής», «Μεγάλες ασκήσεις Εκμετάλλευσης Μεταλλείων», διάρκειας τουλάχιστον ενός μηνός (Σ. Κατράκης) και επίσης «Μεγάλες ασκήσεις Κοιτασματολογίας και Εφηρμοσμένης Γεωλογίας» διάρκειας τουλάχιστον 15 ημερών (Γ. Βορεάδης), για τις οποίες έπρεπε να συντάσσονται εκθέσεις οι οποίες και βαθμολογούνταν όπως και σήμερα.

Υπήρχε και τότε (δεκαετία του 1960), όπως και σήμερα, ανταλλαγή απόψεων για το αν οι σπουδαστές του Β΄ έτους που επιθυμούσαν, μπορούσαν να κάνουν προαιρετικά πρακτική άσκηση στα μεταλλεία, παίρνοντας όμως θέσεις από τους σπουδαστές του Δ΄ έτους ή αν οι τεταρτοετείς είχαν προτεραιότητα. Και τότε οι υπεύθυνοι καθηγητές των Μεγάλων Ασκήσεων (π.χ. Κατράκης, Μούσουλος), παρά το γεγονός ότι είχαν *ιδιαίτερες επαφές* με τις μεταλλευτικές εταιρείες (π.χ. Α.Ε.Ε.Χ.Π.Λ., ΛΑΡΚΟ), αντιμετώπιζαν «οξύ» πρόβλημα εξασφάλισης επαρκών θέσεων άσκησης για όλους.

Από τις αρχές της δεκαετίας του '60 και ακόμη νωρίτερα γίνονταν «νύξεις» από τον καθηγητή Μούσουλο περί του θέματος δημιουργίας αυτοτελούς Τμήματος Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών, ώστε να ξεφύγει από το «σφικτό εναγκαλισμό» που ένοιωθαν μέσα τη Σχολή Χημικών Μηχανικών και να μπορέσουν να οργανώσουν ανεξάρτητα τα μαθήματά τους, τις ώρες διδασκαλίας, το περιεχόμενο των μαθημάτων, να εξαλείψουν τις επικαλύψεις που υπήρχαν μεταξύ των μαθημάτων που δίδασκαν οι ίδιοι και οι καθηγητές του Τμήματος Χημικών Μηχανικών και οι οποίες δημιουργούσαν μικρές «τριβές» όταν ερχόταν η ώρα να κάνουν τις αναγκαίες τροποποιήσεις στα προγράμματα σπουδών. Αν

<sup>1</sup> Στο τέλος του κειμένου παρατίθεται η συγγραφική δραστηριότητα των παραπάνω.

κάποιος ρίξει μια γρήγορη ματιά στους Οδηγούς Σπουδών του Ε.Μ.Π. (1951 και 1967) που περιέχουν και τα διδασκόμενα μαθήματα, μπορεί εύκολα να διαπιστώσει τις αναπόφευκτες επικαλύψεις.

Το 1968 αναγορεύτηκαν ως διδάκτορες μηχανικοί Ε.Μ.Π. οι Μεταλλειολόγοι Μηχανικοί Χ. Τσουτρέλης (είχε εξεταστεί το 1967), Ι. Οικονομόπουλος, Δ. Τσαϊλάς, Κ. Μάστορης, Γ. Γεωργιάδης και Α. Μπαρούνης.

Στα δύο Τμήματα (Χημικοί Μηχανικοί, Μεταλλειολόγοι – Μεταλλουργοί Μηχανικοί) της Ανωτάτης Σχολής Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., η διδασκαλία ήταν στην πλειονότητα των μαθημάτων κοινή, η δε διαφοροποίηση μεταξύ των δύο τμημάτων γίνονταν ιδιαίτερος στα μεγαλύτερα έτη σπουδών όπου διδάσκονταν τα ειδικά τεχνολογικά μαθήματα κάθε ειδικότητας, αυτά δηλαδή που χαρακτήριζαν τα δύο διαφορετικά απονεμόμενα διπλώματα. Κατά κανόνα, ιδιαίτερος στην αρχική περίοδο συνύπαρξης, στο Τμήμα Χημικών Μηχανικών υπήρχαν περισσότεροι καθηγητές από το Τμήμα Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών. Μόνο στα τέλη της δεκαετίας του 1960 είχε εξισορροπηθεί η κατάσταση και ο αριθμός των καθηγητών (Μεταλλευτικής, Μεταλλουργίας, Μεταλλογνωσίας και Γεωλογίας) ήταν ίσως μεγαλύτερος. Πιο συγκεκριμένα, οι Κατράκης, Μούσουλους, Παπασταματίου, Κονοφάγος, Ζάχος έναντι των Δεληγιάνη, Ν. Οικονομόπουλου, Σκουλικίδη και Παρισάκη. Υπήρχαν επίσης καθηγητές (Θ. Κουγιουμζέλης, Π. Κριεζής, Ν. Κουμούτσος, Α. Καλογεράς) οι οποίοι δεν ήταν Χημικοί και δίδασκαν σχεδόν «ισομερώς» και στα δύο Τμήματα. Διεξάγονταν και εκπαιδευτικές εκδρομές σε περιοχές κοινού ενδιαφέροντος (χημικές βιομηχανίες, μεταλλευτικές περιοχές Ερμιόνης, Κασσάνδρας Χαλκιδικής, Σερίφου, Μήλου, Σαντορίνης, ΔΕΗ, ΛΙΠΤΟΛ, Σουσάκι, Ισθμό Κορίνθου, σε περιοχές με γεωλογικό ενδιαφέρον κ.ά.), οι οποίες είχαν μεγάλη ανταπόκριση μεταξύ των σπουδαστών, τις επιζητούσαν και τις αντιμετώπιζαν και ως μια δραστηριότητα αναψυχής και λειτουργούσαν ως «εκτόνωση» στο πολύ βαρύ πρόγραμμα από πλευράς ωρών διδασκαλίας και εργαστηριακών ασκήσεων, το οποίο κυμαινόταν από 42 έως και 50 ώρες την εβδομάδα των έξι εργάσιμων ημερών.

Παρά το γεγονός ότι κάποιοι καθηγητές διαμαρτύρονταν για το όχι τόσο υψηλό επίπεδο και τις επιδόσεις στα μαθήματα των σπουδαστών της Σχολής Χημικών Μηχανικών (σε σχέση π.χ. με τη Σχολή Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων), όταν γινόταν σύγκριση με το επίπεδο των σπουδαστών που έρχονταν από το «εξωτερικό» και ζητούσαν τη μεταγραφή τους στη Σχολή, διαπίστωναν και σχολίαζαν «δηκτικά» το πολύ χαμηλό επίπεδο των τελευταίων, το οποίο δεν είχε καμία σύγκριση με αυτό των δικών τους σπουδαστών οι οποίοι είχαν εισαχθεί μέσω των πολύ αυστηρών εισαγωγικών εξετάσεων της εποχής. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιωνόταν και όταν υποχρεώνονταν να αναγνωρίσουν την ισοτιμία

διπλωμάτων Ελλήνων που είχαν σπουδάσει στην «αλλοδαπή» και ζητούσαν να τους επιτραπεί να δώσουν εξετάσεις για την απόκτηση άδειας άσκησης επαγγέλματος για εγγραφή στο Τεχνικό Επιμελητήριο. Υπήρξαν περιπτώσεις κατά τις οποίες γνωστές Σχολές του εξωτερικού (π.χ. Camborne School of Mines) δεν αναγνωρίζονταν ως ισότιμες με τις αντίστοιχες της Σχολής Χημικών Μηχανικών και χαρακτηρίζονταν ως Σχολές μέσης τεχνικής στάθμης, πολύ υποδεέστερες των Τμημάτων Χημικών και Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών Μηχανικών. Οι εισηγήσεις για την αναγνώριση («χαρακτηρισμό») του επιπέδου τους γίνονταν με βάση τη λεπτομερή εξέταση των πιστοποιητικών που προσκόμιζε ο ενδιαφερόμενος (μαθήματα που είχε παρακολουθήσει και στα οποία είχε εξεταστεί, τον Οδηγό Σπουδών τους, τη διάρκεια των σπουδών, το περιεχόμενο των μαθημάτων κ.λπ.) και την προσωπική άποψη των καθηγητών που τα αξιολογούσαν και εισηγούνταν για την αναγνώριση ή μη. Κατά κύριο λόγο, μόνο οι Σχολές οι οποίες χορηγούσαν δίπλωμα ειδικότητας επιπέδου Master αναγνωρίζονταν ως ισότιμες. Θεωρούσαν, δηλαδή, ότι οι πενταετείς σπουδές της Σχολής Χημικών Μηχανικών εξασφάλιζαν δίπλωμα επιπέδου Master. Σε μερικές, μάλιστα περιπτώσεις, λόγω μεγάλης εξειδίκευσης, η αναγνώριση των σχολών και των διπλωμάτων από το εξωτερικό γινόταν μόνο για περιορισμένο και ειδικό γνωστικό αντικείμενο (π.χ. Μηχανικός Φυσικομεταλλουργός, Μηχανικός Μεταλλογνώστης, Σιδηρομεταλλουργός, Μηχανικός Κλωστουφαντουργίας, Μηχανικός Τεχνολογίας Σακχάρους κ.λπ.), γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα περιορισμούς στη δυνατότητα άσκησης του επαγγέλματος στην Ελλάδα.

Μέσα στα πρακτικά διαπιστώνεται μια προσπάθεια ενιαιοποίησης και καθορισμού των προϋποθέσεων αναγνώρισης συναφών Σχολών της «αλλοδαπής» και, κατ' επέκταση, του διπλώματος που απονέμουν. Αποφασίζεται η συνεργασία ξεχωριστά των καθηγητών των δύο ειδικοτήτων (Μεταλλειολόγοι – Μεταλλουργοί και Χημικοί Μηχανικοί) μεταξύ τους και κατόπιν να γίνει προσπάθεια να συγκλίνουν οι τυχόν διαφορετικές απόψεις. Από τα πρακτικά, όμως, διαπιστώνεται ότι πριν ακόμη ξεκινήσουν να «δουλεύουν», υπάρχουν διαφορετικές απόψεις. Οι *γαλλικής κουλτούρας* και σπουδών καθηγητές του Τμήματος Μεταλλειολόγων (Σ. Κατράκης, Λ. Μούσουλος, Κ. Κονοφάγος, Ι. Παπασταματίου) εκφράζουν σχεδόν τελείως διαφορετικές απόψεις από τους καθηγητές του Τμήματος Χημικών Μηχανικών που κατά βάση έχουν ισχυρότερους δεσμούς με τη γερμανική σχολή (Α. Δεληγιάννης, Γ. Παρισάκης, Θ. Σκουλικίδης).

Υπήρξαν επανειλημμένες διαμαρτυρίες μεταξύ των καθηγητών της Σχολής για το χαμηλό ύψος των χορηγούμενων από τη Σύγκλητο πιστώσεων στη Σχολή (για όργανα και αναλώσιμα), η οποία δεν λάμβανε υπόψη την ιδιαιτερότητα και τις μεγάλες ανάγκες της καθαρά «εργαστηριακής» Σχολής, ενώ κάποιες άλλες,

ιδιαίτερως οι παλιές (Πολιτικοί Μηχανικοί και Μηχανολόγοι - Ηλεκτρολόγοι Μηχανικοί), θεωρούσαν ότι είχαν «ιδιαίτερη μεταχείριση» και μπορούσαν μέσω της ιδιαίτερης εκπροσώπησής τους (Πρύτανης, Προπρύτανης, Αντιπρύτανης) στη Σύγκλητο να πετυχαίνουν πάντοτε αυτά που επεδίωκαν.

Πρέπει να αναγνωριστεί ότι το Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών, παρά τη μικρή από πλευράς αριθμού καθηγητών εκπροσώπησή του στο Σύλλογο Καθηγητών της Σχολής Χημικών Μηχανικών, ιδιαίτερως στα πρώτα χρόνια λειτουργίας του, είχε μια σχετικώς «δίκαιη» αντιμετώπιση όσον αφορά στις χορηγούμενες πιστώσεις για εκπαιδευτικές εκδρομές για τις οποίες έπαιρνε πάνω από το 50-60% του αντίστοιχου πενιχρού προϋπολογισμού, αναγνωρίζοντας την αναγκαιότητα επιμόρφωσης των σπουδαστών του στο πεδίο άσκησης της μεταλλευτικής - μεταλλουργικής δραστηριότητας.

Ίδιου ύφους διαμαρτυρίες εκφράζονταν και για τον αριθμό των θέσεων βοηθητικού προσωπικού (έμμισθοι και άμισθοι επιμελητές, βοηθοί και παρασκευαστές) που κατανέμονταν στις Σχολές και τελικώς στελέχωναν τις διάφορες έδρες του Ε.Μ.Π., για την επίσημη έγκριση-ίδρυση εργαστηρίων των, όπως επίσης και για τη μεγάλη στενότητα χώρων που βίωναν μέχρι την εποχή που κτίστηκαν τα νέα Κτίρια, τα οποία στέγασαν από το 1958 τις δραστηριότητες της Σχολής.

Επίσης, ήπιες διαμαρτυρίες εκφράζονταν από τους καθηγητές του Τμήματος Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών και για τη μη προώθηση από τη Σύγκλητο προς το Υπουργείο εισηγήσεων για κατάτμηση παλαιών εκτεταμένων (στο αντικείμενο) εδρών και δημιουργία νέων απαραίτητων που θα «*συμβάλλουν στον εκσυγχρονισμό του Τμήματος*» σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα.

### **Εσωτερικές μεταγραφές εντός της Σχολής Χημικών Μηχανικών – Κινητικότητα - Ζήτηση για απόκτηση 2<sup>ου</sup> πτυχίου**

Αμέσως μετά την αρχική δημιουργία των τμημάτων *Χημικών Μεταλλειολόγων* και *Χημικών Μεταλλουργών* (1943), μεγάλη ζήτηση επιδεικνύουν απόφοιτοι Χημικοί Μηχανικοί τετραετούς φοίτησης για τα Τμήματα Χημικών Μεταλλειολόγων και Χημικών Μεταλλουργών που ήταν πενταετούς φοίτησης με στόχο την απόκτηση και 2<sup>ου</sup> πτυχίου, παρά το γεγονός ότι, με το τότε ισχύον νομικό καθεστώς, απαιτούνταν δύο επιπλέον χρόνια φοίτησης. Είναι εντυπωσιακό το γεγονός ότι 47 απόφοιτοι Χημικοί Μηχανικοί τετραετούς φοίτησης έκαναν αίτηση το 1944 για απόκτηση αυτού των Μεταλλειολόγων.

Εκείνη την πρώτη περίοδο (1946 και 1947), διακεκριμένοι μηχανικοί (Κ. Κονοφάγος και Κ. Ζάχος) απόφοιτοι ξένων Σχολών, μετέπειτα καθηγητές της Σχολής με ήδη αναγνωρισμένο έργο στο μεταλλευτικό χώρο, ζήτησαν ο μεν

Κονοφάγος την εγγραφή του στη Σχολή Χημικών Μηχανικών για λήψη του πτυχίου και εξασφάλιση της δυνατότητας υποστήριξης διδακτορικής διατριβής που εκπονούσε ήδη με τον Λ. Νικολαΐδη (την παρουσίασε και την υποστήριξε 11 χρόνια μετά, δηλ. το 1957) και ο Ζάχος την άδεια να εξεταστεί για απόκτηση άδειας εξάσκησης επαγγέλματος Μεταλλειολόγου Μηχανικού.

Πολλοί γνωστοί συνάδελφοι Μεταλλειολόγοι (π.χ. Α. Σταματάτος, Λ. Παρασκευαΐδης, Κ. Παπαθανασίου, Ε. Πενταράκης), οι οποίοι κατόπιν σταδιοδρόμησαν πολύ επιτυχημένα και διακρίθηκαν στο μεταλλευτικό χώρο, είχαν εισαχθεί στο Τμήμα Χημικών Μηχανικών και ζήτησαν και πήραν (τη δεκαετία του '50) μεταγραφή για το τμήμα Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών, ίσως λόγω της άνθησης της μεταλλευτικής δραστηριότητας την περίοδο που σπούδαζαν, η οποία ορθά πίστευαν ότι θα τους εξασφάλιζε ευκολότερη επαγγελματικά αποκατάσταση.

Η *κινητικότητα* μεταξύ των δύο τμημάτων ήταν μεγάλη, δηλ. κατά τον ίδιο τρόπο οι Μεταλλειολόγοι μπορούσαν να μεταγραφούν στην επόμενη τάξη του Τμήματος Χημικών Μηχανικών, αφού βέβαια προηγουμένως περνούσαν όλα τα μαθήματα του έτους στο οποίο είχαν φοιτήσει. Όμως, «ο καθ. Κατράκης, ο αρμόδιος επί των μεταλλευτικών μαθημάτων Καθηγητής, συντάσσεται με την απόφαση του Συλλόγου Καθηγητών της Σχολής περί μη επιτρεπτών των μεταγραφών από Μεταλλειολόγους-Μεταλλουργούς σε Χημικούς Μηχ. Διότι η Ελλάδα έχει απόλυτον ανάγκην Μεταλλειολόγων», οπότε αρκετές αιτήσεις εκείνη την περίοδο απορρίφθηκαν, ενώ μερικά χρόνια αργότερα εγκρίνονταν πάλι...

Πολλοί γνωστοί επιστήμονες (Σ. Βραχνός, Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π., απόφοιτος 1931 και επιμελητής της Σχολής και Ν. Μανωλέσσος, Φυσικομαθηματικός και επιμελητής στην έδρα Μ. Μητσόπουλου) ζήτησαν την εγγραφή τους στα Τμήματα Μεταλλειολόγων, Μεταλλουργών) για την απόκτηση του αντίστοιχου πτυχίου.

Επίσης, πολλοί απόφοιτοι Χημικοί Μηχανικοί Ε.Μ.Π., π.χ. Π. Ζερίτης, μετέπειτα βιομήχανος της Χαρτοποιίας Θράκης «Diana», Α. Μεταξάς, μετέπειτα Επιθεωρητής Μεταλλείων, Π. Παντελόπουλος, Επιμελητής Ε.Μ.Π., Κ. Δεμίρης, Επιμελητής Ε.Μ.Π. και κατόπιν καθηγητής Πολιτικών μηχανικών ΑΠΘ, όπως επίσης και ο Α. Αθανασιάδης-Μποδοσάκης (Χημικός Μηχανικός University of Yale, βιομήχανος), κατατάχθηκαν στο Τμήμα Μηχανικών Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών και πήραν 2<sup>ο</sup> πτυχίο.

Για τον ίδιο λόγο επίσης, απόφοιτοι του Φυσιογνωστικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Αθήνας (Μ. Δερμιτζάκης και Γ. Φερεντίνος), μετέπειτα καθηγητές στο ΕΚΠΑ και στο Πανεπιστήμιο Πάτρας, αντίστοιχα, ζητούν την εγγραφή τους στο Τμήμα Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών για απόκτηση και του πτυχίου αυτού.

Επίσης, είναι περίεργο και χωρίς εξήγηση στα πρακτικά το γεγονός της μαζικής εγγραφής το 1948 των πτυχιούχων του Πανεπιστημίου Αθήνας Καθηγητών της Σχολής Χημικών Μηχανικών για απόκτηση και του διπλώματος του Χημικού Μηχανικού. Προφανώς, επειδή δεν ήταν μηχανικοί, αλλά απόφοιτοι Σχολών Φυσικών Επιστημών (Χημικοί κυρίως) του Πανεπιστημίου με μεταπτυχιακές σπουδές, είχαν *αντληφθεί* νωρίτερα αυτό που συνέβη σχεδόν 20 χρόνια αργότερα με την παρέμβαση του Συλλόγου Διπλωματούχων Χημικών Μηχανικών, οι οποίοι με αφορμή κάποια εκλογή καθηγητή μη μηχανικού σε έδρα «Τεχνολογικής κατεύθυνσης» έστειλαν στα αρμόδια Υπουργεία (της δικτατορίας) και στη Σύγκλητο επιστολή ζητώντας τους να παρέμβουν «ώστε να μη συμβαίνουν αυτά και να εκλέγονται **πάντοτε μηχανικοί** ως καθηγητές τεχνολογικών μαθημάτων στο Ε.Μ.Π.», υποδεικνύοντας με την ευκαιρία τις απόψεις τους όσον αφορά στο περιεχόμενο των διαφόρων μαθημάτων και στο αντικείμενο των εδρών, αναγκάζοντας τελικά τους καθηγητές της Σχολής να διαμαρτυρηθούν, αλλά και τον τότε Πρύτανη (Ε. Κοκκινόπουλο) να αποστείλει «*αυστηρή*» επιστολή στο Σύλλογο Χημικών Μηχανικών για *εξωθεσμικές παρεμβάσεις στο έργο τους*.

Σχεδόν 50 χρόνια πριν είχαν ξεκινήσει δειλά στη Σχολή συζητήσεις (κατόπιν σκέψεων του τότε πρύτανη) για το ενδεχόμενο διάσπασης του διπλώματος σε πτυχίο (διάρκειας 4 ή 4,5 χρόνων) και δίπλωμα στη συνέχεια μετά το πτυχίο (με ακόμη μισό ή ένα χρόνο) δηλ. συνολικά 5 χρόνια για την απόκτηση τελικά της άδειας άσκησης του επαγγέλματος. Κάποιοι καθηγητές, όμως, διαφωνούσαν ριζικά με αυτό, επειδή κατά τη γνώμη τους αυτό από μόνο του θα αποτελούσε υποβάθμιση της στάθμης των σπουδών στο Ε.Μ. Πολυτεχνείο.

Επίσης, ο Καθηγητής Μούσουλος είχε την άποψη ότι η διπλωματική εργασία θα μπορούσε και θα έπρεπε να καταργηθεί για τους Μεταλλειολόγους – Μεταλλουργούς και να αντικατασταθεί από συστηματική και οργανωμένη πρακτική εξάσκηση στη βιομηχανία και τις μεταλλευτικές εταιρείες, η οποία θα εξασφάλιζε περισσότερα επαγγελματικά εφόδια στους απόφοιτους του Τμήματος.

### **Φοιτητική ζωή στη Σχολή Χημικών Μηχανικών σύμφωνα με τα πρακτικά και τις αυτοβιογραφίες**

Μεγάλο ενδιαφέρον είχε τότε η φοιτητική ζωή στο Πολυτεχνείο, όπως αυτή εμφανίζεται μέσα από δύο αυτοβιογραφικές πηγές, ενός Μεταλλειολόγου και ενός Χημικού Μηχανικού, οι οποίοι είχαν εισαχθεί στο Πολυτεχνείο αμέσως μετά την κατοχή, των οποίων οι διηγήσεις και οι περιγραφές οδηγούν στα ίδια συμπεράσματα. Τα θέματα που σχολιάζονται στις αυτοβιογραφίες τους αφορούσαν, όπως συμβαίνει πάντοτε στους νεοεισερχόμενους σπουδαστές του Πολυτεχνείου, καταρχάς σε θετικές κρίσεις για το εντυπωσιακό για εκείνη την

εποχή μνημειακό κτιριακό σύμπλεγμα του Πολυτεχνείου. Η ποιότητα της διδασκαλίας των διαφόρων διδασκόντων, η συμπεριφορά απέναντί τους, η ποιότητα ή η παντελής απουσία συγγραμμάτων και οι ιδιαιτερότητες που ως άνθρωποι είχαν, ακόμη και ο τρόπος, η γλώσσα και ορολογία που χρησιμοποιούσαν ή υψώνονταν, αποτελούσε αντικείμενο σχολιασμού. Σε μια από τις αυτοβιογραφικές διηγήσεις μνημονεύεται το όνομα αείμνηστου καθηγητή του Τμήματός μας, ο οποίος κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών ασκήσεων της Αναλυτικής Χημείας «...το οποίο, κατά τις διηγήσεις του συγγραφέα, παρουσίαζε κάποιο ενδιαφέρον και είχε και τη σχετική πλάκα. Για παράδειγμα ο ... (μετέπειτα καθηγητής της Σχολής Μεταλλειολόγων-Μεταλλουργών), είχε ανακαλύψει πως φυσώντας με όλη τη δύναμη των πνευμόνων του και με τη βοήθεια λαστιχένιου σωλήνα, μέσα από το δίκτυο του γκαζιού, έσβηνε ταυτοχρόνως όλους τους λύχνους Μπούνσεν (Bunsen), πράγμα που το έκανε συχνά...» και προφανώς δημιουργούσε τη σχετική αναταραχή στη διεξαγωγή των ασκήσεων. Ο συγγραφέας διηγείται, ότι «..είχαμε επίσης διαπιστώσει πως το κλείσιμο των συρταριών με βρόντο, εκνεύριζε στο έπακρον τον επιμελητή και δεν παραλείπαμε να το κάνουμε, ενώ μέσα στον ορυμαγδό των αλλεπάλληλων παταγωδών κλεισιμάτων, ο επιμελητής ωρυόταν από το τραπέζι του, Σιγά τα σουρτάρια!». Επίσης, σε άλλη αυτοβιογραφία γίνεται αναφορά «...στα καλά γράμματα, τις λεπτομερείς και πλήρεις σημειώσεις...» που κρατούσε άλλος μετέπειτα καθηγητής του Τμήματος Μεταλλειολόγων-Μεταλλουργών και σχολιάζονταν θετικά από τον τότε καθηγητή του μαθήματος, ο οποίος τον έφερνε ως παράδειγμα στους υπόλοιπους.

Άλλο χαρακτηριστικό και αστείο περιστατικό που αναφέρει ο ένας από αυτούς στην αυτοβιογραφία του, είναι το εξής:

«Ενδιαφέρουσες επίσης ήταν οι παραδόσεις του καθηγητή της Γεωλογίας και Ορυκτολογίας. Ο Μάξιμος Μητσόπουλος, γιος και εγγονός καθηγητών Πανεπιστημίου, ήταν μεγαλοπρεπής στην εμφάνιση και γλαφυρός στη διδασκαλία. Συνηθισμένος να παραδίδει σε κατάμεστα αμφιθέατρα, δεν εγκατέλειπε τον κάπως πανηγυρικό τρόπο παράδοσης, ακόμα κι όταν είχε απέναντί του τους εικοσιπέντε σπουδαστές της τάξης μας. Στην πρώτη του παράδοση άρχισε ως εξής:

*"Θαλής ο Μιλήσιος, Αναξιμένης ο Κνίδιος και Ξενοφάνης ο Κολοφώνιος... Ησυχίαν παρακαλώ!"*

Αυτό το τελευταίο ήταν απαραίτητο γιατί στην αίθουσα είχε αρχίσει μια υπόκωφη μουρμούρα, που στο "Κολοφώνιος" κατάληξε σε ιαχή. Είδε πως το πηγαίναμε για καζούρα και άρχισε τις απειλές

*«Κύριοι, σας παρακαλώ! Ομιλώ από καθέδρας. Εάν συνεχίσετε θα λάβω τα μέτρα μου. Είμαι αποφασισμένος να κάνω μάθημα με πέντε ακροατάς, με δύο, με έναν...»*

*«Με κανέναν»,* μουρμούρισε αρκετά ευδιάκριτα το ακροατήριο.

Τελικά αποδείχτηκε καλός δάσκαλος και συμπαθητικός άνθρωπος. Και την «φιλοκαζούρα» μας ανέχθηκε και ενδιαφέρον μάθημα μας έκανε και σε γεωλογικές εκδρομές μας πήγε. Στο τέλος καθιερώθηκε με την πρώτη ευκαιρία να φωνάζουμε από κάτω :*«Να πάμε!»* εννοώντας να πάμε εκδρομή στο Λαύριο, στο Σουσαάκι, στο Στρατώνι της Χαλκιδικής, στη Μήλο, στη Σαντορίνη ή όπου τέλος πάντων υπήρχαν τα ορυκτά ή τα πετρώματα, που ανέφερε στο μάθημά του. Μια φορά όμως μιλώντας για τον κρυόλιθο μας είπε:

*«Τοιούτον ωραίον δείγμα ορυκτού, κύριοι, ευρίσκεται εις Γροιλανδίαν!»*

*«Να πάμεεε!»* αντιβούηξε η αίθουσα με μια φωνή.»

### **Τα σημάδια του Εμφυλίου στη σπουδαστική και προσωπική ζωή**

Αμέσως μετά την απελευθέρωση, οι έφηβοι της κατοχικής περιόδου, οι οποίοι μέσα από τα προβλήματα που βίωσαν την περίοδο της κατοχής σφυρηλάτησαν το χαρακτήρα τους αλλά και διαμόρφωσαν την πολιτική τους τοποθέτηση, βρέθηκαν να είναι φοιτητές του Πολυτεχνείου. Όμως, στα πρώτα χρόνια της σπουδαστικής τους ζωής βρήκαν στο δρόμο τους τον Εμφύλιο (1946-1949). Πολλοί από αυτούς στρατεύτηκαν υποχρεωτικά και βρέθηκαν να συμμετέχουν σε εμφύλια πολεμική σύρραξη χωρίς να το περιμένουν, οπότε οι σπουδές για πάρα πολλούς διακόπηκαν υποχρεωτικά για μια τριετία. Κατόπιν επανήλθαν στο Πολυτεχνείο και ζητούσαν μαζικά την επανεγγραφή τους στα Τμήματα της Σχολής που είχαν ξεκινήσει να φοιτούν. Οι αιτήσεις επανεγγραφής και συνέχισης των σπουδών τους γίνονταν αποδεκτές με βάση και σχετικό νόμο που είχε ψηφιστεί. Τα ονόματά τους καταγράφονται στα πρακτικά του Συλλόγου καθηγητών της Σχολής Χημικών Μηχανικών. Ήταν γνωστοί συνάδελφοι Μεταλλειολόγοι Μηχανικοί που στελέχωσαν κατόπιν τις ιδιωτικές μεταλλευτικές επιχειρήσεις, το δημόσιο τομέα αλλά και τα πανεπιστημιακά ιδρύματα.

Στα πρακτικά της Σχολής αναφέρεται περίπτωση σπουδαστή που στρατεύτηκε τότε και κατά την έγκριση της επανεγγραφής του μνημονεύεται ότι κατά διάρκεια των πολεμικών επιχειρήσεων *«απώλεσε τον έτερον των ποδών του...»*. Η περίπτωση αυτή, εκτός της τραγικότητάς της, είναι ιδιαίτερη, επειδή 67 χρόνια μετά το 2016, εντελώς τυχαία η σχολή απέκτησε με δωρεά από την οικογένειά του την εξαιρετική συλλογή βιβλίων (ελληνικά και ξενόγλωσσα) του συναδέλφου, ο οποίος μετά τη λήψη του διπλώματος του Μεταλλειολόγου Μηχανικού Ε.Μ.Π. συνέχισε (προφανώς με υπόδειξη του τότε καθηγητή Μεταλλουργίας Ε.Μ.Π. Λ.

Νικολαΐδη) τις σπουδές του και έλαβε και το δίπλωμα Μεταλλουργού του Πολυτεχνείου της Λιέγης. Η κατάσταση αυτού του υλικού, η τάξη, η μεθοδικότητα των σημειώσεων αλλά και ο τέλειος γραφικός του χαρακτήρας, φανερώνουν το πολύ καλό επίπεδο των σπουδών εκείνων των χρόνων στο Πολυτεχνείο αλλά και την ιδιαίτερη προσωπικότητα του συναδέλφου.

Σε αντιδιαστολή, στα πρακτικά υπάρχει και το παράδειγμα σπουδαστή Χημικού Μηχανικού, γόνου γνωστής οικογένειας μεγαλοβιομηχάνων της εποχής, ο οποίος την *επίμαχη* περίοδο γνωστοποίησε στη Σχολή Χημικών Μηχανικών ότι *αποχωρεί* για να πάει να συνεχίσει τις σπουδές του στο εξωτερικό, και η θέση του που κενώθηκε καλύφθηκε από σπουδαστή Μεταλλειολόγο που είχε υποβάλει αίτηση μεταγραφής. Μόλις, όμως, έληξαν οι επικίνδυνες συνθήκες (1949) επανήλθε και ζήτησε την επανεγγραφή του στη Σχολή, η οποία έγινε δεκτή «...*υπό τον όρον ότι δεν υφίσταται άλλο κώλυμα...*».

Επίσης, καταγράφεται η περίπτωση σπουδάστριας πολιτικοποιημένης (σύμφωνα με μια από τις παραπάνω αυτοβιογραφικές αναφορές), η οποία κάποια στιγμή διέκοψε τις σπουδές της και «*χάθηκε για μια τετραετία από το Πολυτεχνείο...*», οπότε, όταν «*πέρασε η μπόρα*» και ησύχασαν τα πράγματα, ζήτησε την επανεγγραφή της στη Σχολή. Όμως, για προφανείς και εύκολα εξηγήσιμους λόγους, η εγγραφή της δε μπορεί να εγκριθεί και να πραγματοποιηθεί μέχρι «*η αιτούσα να προσκομίσει πιστοποιητικό κοινωνικών φρονημάτων*», το οποίο πλέον είναι απαραίτητο για έγκριση τέτοιων αιτήσεων<sup>2</sup>.

Τέτοια προβλήματα, ξένα προς τη σημερινή κατάσταση σπουδών αλλά και τα καθημερινά προβλήματα, βίωσαν οι σπουδαστές και των δύο τμημάτων της Σχολής Χημικών Μηχανικών, αμέσως μετά την περίοδο της κατοχής και κατά τη διάρκεια του εμφύλιου.

<sup>2</sup> Το όνομα της τότε σπουδάστριας, η οποία δεν απέκτησε ποτέ το συγκεκριμένο, αλλά πολύ αργότερα διαφορετικό δίπλωμα μηχανικού, ταυτοποιήθηκε και επιβεβαιώθηκε τυχαία 65 χρόνια μετά από τη στιγμή που ζήτησε την επανεγγραφή της.

## **Επιλογή των Τμημάτων Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών – Διαπιστώσεις για τις συνθήκες σπουδών - Καθοδήγηση από τους καθηγητές του Τμήματος**

Μεγάλη σημασία για την επιλογή των σπουδαστών οι οποίοι επέλεγαν να σπουδάσουν Μεταλλειολόγοι μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του '60 είχε, εκτός του τρόπου εισαγωγής στα Α.Ε.Ι. (εισαγωγικές εξετάσεις διαφορετικές για κάθε Σχολή του Ε.Μ.Π. και του Πανεπιστημίου Αθήνας), η καταγωγή τους από μεταλλευτικές περιοχές όπου ασκούσαν η δραστηριότητα. Επίσης, η οικογενειακή παράδοση «έπαιζε» σημαντικότατο ρόλο στην επιλογή τους να επιλέξουν το συγκεκριμένο επάγγελμα. Πολλά παραδείγματα επιτυχημένων κατόπιν Μεταλλειολόγων είχαν αποκτήσει ίδια γνώση από την οικογένειά τους (γονέας, κυρίως πατέρας, εργαζόμενος στην εταιρεία) αλλά και από το κοινωνικό τους περιβάλλον, η οποία είχε καθοριστική σημασία στην επιλογή τους. Οι επαφές στην κλειστή κοινωνία που μεγάλωσαν, ο θαυμασμός, η εκτίμηση και η κοινωνική θέση που έχαιραν τότε οι Μεταλλειολόγοι, θεωρείται ότι τους επηρέασαν σημαντικά. Είναι γνωστοί πολλοί Μεταλλειολόγοι οι οποίοι κατάγονταν από περιοχές με σημαντική μεταλλευτική δραστηριότητα (Νάξος, Στρατώνι Χαλκιδικής, Σαντορίνη, Μήλος, Εύβοια, ευρύτερη περιοχή Φωκίδας, Βοιωτίας και Φθιώτιδας, Δυτική Μακεδονία/Κοζάνη κ.λπ.). Δεν πρέπει επίσης να παραγνωριστεί το γεγονός ότι η ελληνική κοινωνία είχε μόλις βγει από τη δύσκολη περίοδο του 2<sup>ου</sup> παγκόσμιου πολέμου και του εμφυλίου και έκανε προσπάθειες να εισέλθει στη φάση της ανάπτυξης μέσω της εκμετάλλευσης των πλουτοπαραγωγικών της πηγών και έψαχνε να βρει πεδίο απασχόλησης για όσους νέους είχαν πνευματικές δυνατότητες ικανές να συμβάλλουν στην αναγέννηση της χώρας. Η ειδικότητα, λοιπόν, του Μεταλλειολόγου θεωρήθηκε ότι αποτελούσε μια πολύ επιτυχημένη επαγγελματική διεξοδο.

Οι Μεταλλειολόγοι, βέβαια, που αποφοιτούσαν από το Ε.Μ. Πολυτεχνείο, σχεδόν ποτέ δεν απασχολούνταν στις μεταλλευτικές περιοχές του τόπου καταγωγής τους. Οι μεταλλευτικές εταιρείες συνήθως τους προσλάμβαναν και τους απασχολούσαν σε άλλες μεταλλευτικές εγκαταστάσεις που είχαν σε λειτουργία, προφανώς για να αποφεύγονται τα ενδεχόμενα προβλήματα που θα δημιουργούνταν λόγω εντοπιότητας (π.χ. Μεταλλειολόγος καταγόμενος από το Στρατώνι απασχολούνταν στη Λάρυμνα), επειδή η ίδια εταιρεία είχε στην κατοχή της και σε λειτουργία δύο ή περισσότερες θυγατρικές (π.χ. Α.Ε.Ε.Χ.Π.Α. και ΛΑΡΚΟ).

Οι σπουδαστές, μετά την εισαγωγή τους στα τμήματα Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών, κατά τη διάρκεια των σπουδών τους είχαν τη συνεχή ενθάρρυνση, καθοδήγηση και μεταφορά εμπειριών από τους τότε διδάσκοντές τους οι οποίοι είχαν προηγούμενη σημαντική επαγγελματική δραστηριότητα στο μεταλλευτικό χώρο αλλά και γνώση των συνθηκών και των απαιτήσεων του συγκεκριμένου επαγγέλματος. Υπήρχαν καθηγητές οι οποίοι, έχοντας συναίσθηση

του σημαντικού ρόλου που καλούνταν να παίξει ο Μεταλλειολόγος Μηχανικός ως ηγέτης και υπεύθυνος μικρής κοινωνικής ομάδας σε απομακρυσμένες περιοχές, τους έλεγαν με απλοϊκό μεν αλλά τελείως ρεαλιστικό τρόπο «...Ρε σεις ακόμη και τη μαμμή μπορεί να χρειαστεί να κάμετε εκεί που θα δουλέψετε», θέλοντας να τονίσουν τις ευθύνες που είναι πιθανόν να κληθούν να αναλάβουν. Αυτό, μαζί με την υποχρεωτική πρακτική εξάσκηση στα μεταλλεία εκείνης της εποχής, είχε ως αποτέλεσμα μόνο συνειδητοποιημένοι μηχανικοί να ασκήσουν το επάγγελμα αλλά και να διακριθούν κατόπιν στο χώρο τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της δραστηριότητας, αλλά και της κοινωνικής τους προσφοράς, αποτελεί η «δράση» του αείμνηστου καθηγητή Κονοφάγου κατά την κατοχή στο Λαύριο.

Αξιολογώντας και αξιοποιώντας φωτογραφικό υλικό αλλά και διηγήσεις μηχανικών (σπουδαστών του τέλους της δεκαετίας του '50 - αρχών της δεκαετίας του '60), που περιήλθαν στη διάθεσή μας σήμερα, οφείλουμε να επισημάνουμε και να μνημονεύσουμε το πολύ καλό επίπεδο σπουδών, παίρνοντας υπόψη το μικρό αριθμό του διδακτικού προσωπικού, αλλά και τη συνειδητοποιημένη στάση των τότε σπουδαστών οι οποίοι, παρά το πολύ φορτωμένο, όπως προαναφέρθηκε, πρόγραμμα παρακολούθησης μαθημάτων και εργαστηριακής άσκησης, είχαν συνεχή παρουσία στους χώρους του ιδρύματος. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνεται, τόσο από τις φωτογραφίες μέσα στα εργαστήρια κατά τη διάρκεια των ασκήσεων όσο και από φωτογραφίες μεγάλων ομάδων (πιθανόν και ολόκληρων τάξεων) στον περίβολο του Πολυτεχνείου και ιδιαίτερα στα μνημειακού χαρακτήρα κτίρια του συγκροτήματος (π.χ. σκάλα κτιρίου Αβέρωφ), στα οποία επέλεξαν να φωτογραφηθούν κατά τη διάρκεια του διαλείμματος μεταξύ των μαθημάτων.

### **Στελέχωση του τμήματος Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών - Ανανέωση του προσωπικού - Διδακτορικές διατριβές**

Από τους οδηγούς σπουδών 1965 και 1967 από τους οποίους προέκυψε η παρακάτω κατάσταση προσωπικού διαπιστώνεται ότι η ανανέωση του διδακτικού προσωπικού του ΕΜΠ, μετά τη συνταξιοδότηση των πρώτων καθηγητών του Τμήματος, γίνεται κυρίως με απόφοιτους του οι οποίοι κατά κύριο λόγο είχαν προσληφθεί καταρχάς ως επιμελητές (έμμισθοι ή άμισθοι), ως βοηθοί (έμμισθοι ή άμισθοι) ή ακόμη και ως παρασκευαστές στα διάφορα εργαστήρια και κατόπιν πολλοί από αυτούς, αφού εκπονήσουν διδακτορική διατριβή στο ΕΜΠ και πολλές φορές (όχι όμως πάντοτε) υφηγεσία, εκλέγονται σε θέσεις καθηγητών (έκτακτοι μόνιμοι και έκτακτοι επί θητεία) και εξελίσσονται. Επίσης, πολλοί επιμελητές και βοηθοί του ΕΜΠ αλλά και του Τμήματος Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών της δεκαετίας του '60 (Κ. Δεμίρης, Γ. Μαχαίρας, Γ. Καλλέργης) εκλέγονται και

σταδιοδρομούν μετέπειτα στη δεκαετία του '70 ως καθηγητές περιφερειακών ΑΕΙ ιδιαίτερα των παλιότερων (ΑΠΘ και Πανεπιστήμιο Πάτρας) και κάποιοι πολύ αργότερα στο Πολυτεχνείο Κρήτης (Δ. Μονόπωλης). Επίσης, μεγάλο ποσοστό εξ' αυτών των επιμελητών και βοηθών της δεκαετίας του '60 παρέμειναν στο ΕΜΠ, εκπόνησαν διδακτορικές διατριβές και εξελίχθηκαν μετά την εφαρμογή του Νόμου Πλαίσιο 1268/82 στις διάφορες εκπαιδευτικές βαθμίδες και συνταξιοδοτήθηκαν ως καθηγητές από το Ε.Μ.Π. Λίγοι από αυτούς τους καθηγητές είχαν προπτυχιακές αλλά και μεταπτυχιακές σπουδές (Master και διδακτορικό ή υφηγεσία) στο εξωτερικό. Σε έδρες Μαθηματικών, Φυσικής κ.λπ. βρίσκουμε απόφοιτους του ΕΚΠΑ, οι οποίοι, όμως, μπορεί να είχαν αποκτήσει πριν και πτυχίο μηχανικού.

Η πρώτη διδακτορική διατριβή που αποκτήθηκε από απόφοιτο της πρώτης «φουρνιάς» του Τμήματος Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών ήταν αυτή του αείμνηστου Α.Ζ. Φραγκίσκου και εκπονήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Leeds (1956) και κατόπιν ακολούθησε αυτή του αείμνηστου Κ. Κονοφάγου (1957) στο ΕΜΠ. Οι διδακτορικές διατριβές που εκπονήθηκαν υπό την επίβλεψη των πρώτων καθηγητών του Τμήματος και ολοκληρώθηκαν μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 1960 ήταν 7 (Κ. Δεμίρης, Χ. Τσουτρέλης, Ι. Οικονομόπουλος, Δ. Τσαϊλάς, Κ. Μάστορης, Γ. Γεωργιάδης και Α. Μπαρούνης). Η υποστήριξή τους γινόταν ενώπιον των καθηγητών της τότε Σχολής Χημικών Μηχανικών και τους απονέμονταν ο τίτλος του διδάκτορος Μηχανικού Ε.Μ.Π. Από τη αρχές της δεκαετίας του '60 γίνονταν συζητήσεις για την απάλειψη της βαθμολόγησης της διδακτορικής διατριβής και την απονομή απλώς του τίτλου του διδάκτορος Ε.Μ.Π. Προφανώς, με αφορμή τη διδακτορική διατριβή Κ. Κονοφάγου που είχε μόλις υποστηριχθεί, ο οποίος πρέπει να είχε επισυνάψει και ξενόγλωσση περίληψη, οι υποψήφιοι ήταν υποχρεωμένοι να επισυνάπτουν εκτεταμένη περίληψη σε μια ξένη γλώσσα (αγγλική, γαλλική ή γερμανική), ώστε να είναι δυνατή η διάχυση των γενικών αποτελεσμάτων της έρευνας στην παγκόσμια επιστημονική κοινότητα.

### **Περίοδος της δικτατορίας**

Το 1968 (δικτατορία) ο Σύλλογος Καθηγητών της Σχολής Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. αντιμετώπισε ένα πρόβλημα που αφορούσε στην υποχρέωση εκλογής νέου κοσμήτορα, μετά την απάλειψη από το σώμα του Συλλόγου Καθηγητών («χωρίς αιτιολογία») του ονόματος του καθηγητή Σ. Κατράκη, ο οποίος όμως είχε εκλεγεί λίγο νωρίτερα, σε ηλικία 67 ετών, κοσμήτορας της Σχολής, για τη διετία 1968-1970. Υποχρεώθηκε λοιπόν σε εκλογή νέου Κοσμήτορα.

Την περίοδο της δικτατορίας είναι εντυπωσιακό ότι σχεδόν όλοι οι καθηγητές της Σχολής πήραν το λόγο και εξέφρασαν την έκπληξη και τη λύπη τους για την απόλυση από τη δικτατορία του πρόσφατα εκλεγμένου Μεταλλειολόγου Καθηγητή

Κ. Ζάχου, εξέφρασαν δε τη συμπάθειά τους προς το πρόσωπό του και τόνισαν την ελπίδα ότι η Κυβέρνηση θα «επανεξετάσει» το θέμα, γιατί κανένας από τους συναδέλφους του δεν είχε διαπιστώσει τίποτε από όσα τον κατηγορούσαν και η εκλογή του είχε γίνει με τελείως αξιοκρατικό τρόπο. Γίνονται επίσης συζητήσεις για τα αίτια στα οποία οφείλεται η «αναταραχή» στα Γαλλικά Πανεπιστήμια (Μάης 1968) και συζητούν για την επίσκεψη του τότε Υπουργού Παιδείας (της δικτατορίας) στη Σύγκλητο, ο οποίος τους εξέφρασε τη λύπη του γιατί κανείς στο ΕΜΠ δεν παραιτήθηκε ή έστω δεν διαμαρτυρήθηκε για «*τις απεργίες των σπουδαστών της Αρχιτεκτονικής*» με την εκδήλωση του πραξικοπήματος του 1967.

Επίσης, την ίδια περίοδο ο Σύλλογος καθηγητών «τόλμησε» και αρνήθηκε να συναινέσει στο αίτημα για αλλαγή του μαθήματος εκπόνησης διπλωματικής εργασίας σε *αξιωματικούς* που ήταν σπουδαστές της Σχολής και ζήτησαν αυτή την αλλαγή.

### **Σχέσεις μεταξύ των καθηγητών του Τμήματος**

Διαπιστώνεται ότι μεταξύ των καθηγητών του Τμήματος Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών, ιδιαίτερα των παλαιότερων, υπήρχαν μικροί αλλά εμφανείς μικροανταγωνισμοί και τριβές, προσπάθειες επιβολής απόψεων και διαφοροποιήσεις μέσα στις συνεδριάσεις του συλλόγου καθηγητών της Σχολής, οι οποίες συνήθως εκφράζονταν μέσω των διαφορετικών απόψεων αντιμετώπισης των προβλημάτων του Τμήματος. Αυτά τα προβλήματα αφορούσαν σε θέματα εδρών και χώρων, σε σπουδαστικά θέματα, σε θέματα μαθημάτων, σε θέματα υποψήφιων διδασκτόρων και έγκρισης των διατριβών τους, σε θέματα του επιστημονικού / βοηθητικού προσωπικού που θα στελέχωναν τις διάφορες έδρες κλπ. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η καθυστέρηση (επί τετραετία) έγκρισης και ανάθεσης διδασκαλίας σε προτεινόμενο από καθηγητή Γεωλογίας, Υφηγητή Ε.Μ.Π. και διακεκριμένο Γεωλόγο της εποχής για ανάληψη διδασκαλίας μέρους μαθήματος. Αλλά, ακόμη και όταν τελικά εγκρίθηκε η ανάθεση, δεν του έδιναν ώρες διδασκαλίας ούτε τον προσκαλούσαν να το διδάξει. Οι προτάσεις κάποιων από τους αρχαιότερους καθηγητές εγκρίνονταν εύκολα και χωρίς ιδιαίτερη ανταλλαγή απόψεων, ενώ άλλων οι προτάσεις συνήθως εγκρίνονταν πάντοτε υπό κάποιο όρο π.χ. «...*να μην παρακλυθεί η εκπαιδευτική διαδικασία*», ανεξάρτητα αν το θέμα ήταν προφανές ότι αφορούσε στη βελτίωσή της...»

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΣΧΟΛΗΣ Ε.Μ.Π.

(Πηγή: ΟΔΗΓΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΜΠ 1967)

#### **ΟΜΟΤΙΜΟΙ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ** (Μεταλλειολόγοι και Γεωλόγοι)

ΓΟΥΝΑΡΗΣ ΗΛΙΑΣ (Πολιτικός Μηχανικός και Μεταλλειολόγος – Université École Spéciale des arts et manufactures et des mines de Liège)

ΜΗΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΜΑΞΙΜΟΣ (Ορυκτολόγος-Πετρογράφος-Γεωλόγος, Δρ. Μονάχου, Πτυχιούχος Φυσικών Επιστημών – ΕΚΠΑ)

#### **ΤΑΚΤΙΚΟΙ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ**

ΚΑΤΡΑΚΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ (Μεταλλειολόγος – École Nationale Supérieure des Mines de St-Etienne, Υψηγής Ε.Μ.Π.), Έδρα Εκμετάλλευσης Μεταλλείων

ΜΟΥΣΟΥΛΟΣ ΛΟΥΚΑΣ (Μεταλλειολόγος – École Nationale Supérieure des Mines de St-Etienne, Υψηγής Ε.Μ.Π.), Έδρα Μεταλλουργίας

#### **ΕΚΤΑΚΤΟΙ ΜΟΝΙΜΟΙ**

ΖΑΧΟΣ ΚΥΡΙΑΚΟΥΛΗΣ (Δρ. Berlin, Μεταλλειολόγος Berlin, Φυσικός Πανεπιστημίου Αθήνας), Έδρα Μεταλλευτικής

ΚΟΝΟΦΑΓΟΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ (Δρ. Ε.Μ.Π., Διπλωματούχος Μηχανικός – École Centrale Paris), Έδρα Μεταλλογνωσίας

ΠΑΠΑΣΤΑΜΑΤΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ (Δρ. Φυσικομαθηματικής, Πτυχιούχος Φυσικομαθηματικής ΕΚΠΑ), Έδρα Κοιτασματολογίας και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας

#### **ΕΠΙΜΕΛΗΤΕΣ**

ΘΕΟΔΩΡΑΤΟΣ ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ (Μεταλλειολόγος Ε.Μ.Π.), Έδρα Κοιτασματολογίας και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας

ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (Πτυχιούχος Φυσιογνωσίας και Γεωγραφίας), Έδρα Ορυκτολογίας-Πετρογραφίας-Γεωλογίας – ΕΚΠΑ

ΚΑΚΛΑΜΑΝΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ (Μεταλλειολόγος Ε.Μ.Π.), Έδρα Μεταλλογνωσίας

ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Πτυχιούχος Φυσιογνωσίας και Γεωγραφίας), Έδρα Ορυκτολογίας-Πετρογραφίας-Γεωλογίας

ΝΙΚΟΣΙΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ (Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π., Δρ. Μηχ. Ε.Μ.Π.), Έδρα Μεταλλουργίας

ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ (Υψηγής Ε.Μ.Π., Dr. Basel Switzerland, Πτυχιούχος Φυσιογνωσίας και Γεωγραφίας), Έδρα Ορυκτολογίας-Πετρογραφίας-Γεωλογίας – ΕΚΠΑ

ΠΑΠΑΜΙΧΑΗΛ ΣΠΥΡΙΔΩΝ-ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ (Πτυχιούχος Φυσικός ΕΚΠΑ), Έδρα Μεταλλογνωσίας  
ΣΑΠΟΥΝΑΚΗ ΜΙΝΑ (Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.), Έδρα Μεταλλογνωσίας  
ΣΤΑΜΟΥΛΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Μεταλλειολόγος Ε.Μ.Π.), Έδρα Μεταλλουργίας  
ΤΣΟΥΤΡΕΛΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ (Μεταλλειολόγος – Royal School of Mines (R.S.M.) Imperial College), Έδρα Μεταλλευτικής  
ΤΣΟΦΛΙΑΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ (Πτυχιούχος Φυσιογνωσίας και Γεωγραφίας), Έδρα Ορυκτολογίας-Πετρογραφίας-Γεωλογίας  
ΦΡΑΓΚΙΣΚΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ (Μεταλλειολόγος Ε.Μ.Π., Dr. Leeds University), Έδρα Εκμετάλλευσης Μεταλλείων

### **ΒΟΗΘΟΙ**

ΑΛΕΞΟΥΛΗ ΚΑΛΛΙΟΠΗ-ΑΛΙΚΗ (Πτυχιούχος Φυσιογνωσίας και Γεωγραφίας), Έδρα Ορυκτολογίας-Πετρογραφίας-Γεωλογίας  
ΑΛΜΠΑΝΤΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ (Πτυχιούχος Φυσιογνωσίας Πανεπιστημίου Τορίνο), Έδρα Κοιτασματολογίας και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας  
ΒΑΖΑΡΛΗΣ ΗΛΙΑΣ (Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π., Δρ. Ε.Μ.Π.), Έδρα Μεταλλουργίας  
ΓΚΑΡΑΓΚΟΥΝΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (Δρ. WUERZBURG), Έδρα Κοιτασματολογίας και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας  
ΝΕΟΥ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ (Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.), Έδρα Μεταλλουργίας  
ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛ. (Πτυχιούχος Γεωλόγος ERLANGEN NUERNBERG), Έδρα Κοιτασματολογίας και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας

### **ΕΚΤΑΚΤΟΙ ΑΜΙΣΘΟΙ ΕΠΙΜΕΛΗΤΕΣ**

ΑΠΟΣΤΟΛΙΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ (Μεταλλειολόγος Ε.Μ.Π.), Έδρα Εκμετάλλευσης Μεταλλείων  
ΔΕΜΙΡΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π. και Μεταλλειολόγος Ε.Μ.Π., Δρ. Ε.Μ.Π.), Έδρα Κοιτασματολογίας και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας  
ΚΑΝΕΛΛΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Μεταλλειολόγος Ε.Μ.Π.), Έδρα Εκμετάλλευσης Μεταλλείων  
ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ (Πτυχιούχος Φυσιογνωσίας και Γεωγραφίας Ε.Κ.Π.Α.), Έδρα Ορυκτολογίας-Πετρογραφίας-Γεωλογίας  
ΜΑΧΑΙΡΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Μεταλλειολόγος Ε.Μ.Π.), Έδρα Εκμετάλλευσης Μεταλλείων  
ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ (Πτυχιούχος Φυσιογνωσίας και Γεωγραφίας Ε.Κ.Π.Α.), Έδρα Κοιτασματολογίας και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας  
ΟΙΚΟΝΟΜΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ (Μεταλλειολόγος Ε.Μ.Π.) Έδρα Εκμετάλλευσης Μεταλλείων  
ΠΑΝΤΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ (Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π., Μεταλλειολόγος

Ε.Μ.Π.), Έδρα Θεμελιώσεων Θολωτών και Ξύλινων Γεφυρών Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ (Πτυχιούχος Φυσιογνωσίας και Γεωγραφίας Ε.Κ.Π.Α.),

Έδρα Κοιτασματολογίας και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας

ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΑ (Πτυχιούχος Φυσιογνωσίας και Γεωγραφίας

Ε.Κ.Π.Α.), Έδρα Εκμετάλλευσης Μεταλλείων

ΠΑΠΑΧΕΛΑΣ ΕΥΓΕΝΙΟΣ (Μεταλλειολόγος Ε.Μ.Π.), Έδρα Εκμετάλλευσης Μεταλλείων

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

### ΣΥΓΓΡΑΜΜΑΤΑ

#### **Συγγράμματα Η. Γούναρη**

1. Μεταλλογνωσία και μεταλλοτεχνία: μαθήματα τεχνικής μεταλλουργίας / Ηλία Π. Γούναρη, Εν Αθήναις: Πυρσός, 1930, σελ. 336
2. Γενική Μεταλλουργία και Μεταλλουργία Σιδήρου, Λιθόγραφος έκδοσις Ε.Μ.Π. 1930, σελ. 300.
3. Μαθήματα Μεταλλευτικής, Μέρος Α' «Ερευνητικάί εργασίαι-Γεωτρήσεις-Εξόρυξις», Λιθόγραφος έκδοσις Ε.Μ.Π. 1937, σελ. 92
4. Μαθήματα Μεταλλευτικής, Μέρος Α' «Ερευνητικάί εργασίαι-Γεωτρήσεις-Εξόρυξις», (συνέχεια), Λιθόγραφος έκδοσις Ε.Μ.Π. 1937, σελ. 147
5. Μαθήματα Μεταλλευτικής, Μέρος Β' «Μέθοδοι υποστηρίξεως-μεταφοραί» (Λιθόγραφος έκδοσις Ε.Μ.Π. 1937, σελ. 219
6. Μεταλλογραφία Μεταλλογνωσία και Μεταλλοτεχνία, / Ηλία Π. Γούναρη, Έκδοσις Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, 1948.

#### **Συγγράμματα Λ. Νικολαΐδη**

1. Γενική Μεταλλουργία / Λ.Π. Νικολαΐδου, Αθήναι : Εθνικόν Μετσόβιον Πολυτεχνείον, 1947.
2. Βιομηχανική Φυσική/ Λ.Π. Νικολαΐδου, Αθήναι : Εθνικόν Μετσόβιον Πολυτεχνείον, 1947

#### **Συγγράμματα Λ. Μούσουλου**

1. Εξόρυξις των πετρωμάτων / Λ. Μουσούλου.
  - Τ.1. Εκρηκτικάί ύλαι, όρυξις των διατρημάτων
  - Τ.2. Εξοπλισμός εκσκαφής, φορτώσεως, αποκομίσεως, τεχνική της εξορύξεως
2. Μέθοδοι εκμεταλλεύσεως των μεταλλευτικών κοιτασμάτων, Λ. Μουσούλου, Αθήνα, 1962
3. Εξαγωγική Μεταλλουργία.
  - Τόμος Ι. Θεωρητικάί και τεχνολογικάί βάσεις,
  - Τόμος ΙΙ. Μεταλλουργία του σιδήρου, ΕΜΠ, Αθήναι 1968.
4. Μεταλλουργία του νικελίου, ΕΜΠ, Αθήναι 1973.
5. Μεταλλουργία αλουμινίου-μαγνησίου, ΕΜΠ, Αθήναι 1976.

6. Μεταλλουργία μαγγανίου, βισμούθιου, μολυβδαινίου, βολφραμίου, κασσίτερου, αντιμονίου, ΕΜΠ, Αθήνα 1976.
7. Μεταλλουργία του χαλκού, ΕΜΠ, Αθήνα 1976.
8. Μεταλλουργία μολύβδου-ψευδαργύρου-καδμίου, ΕΜΠ, Αθήνα 1976.

### **Συγγράμματα Κ. Κονοφάγου**

1. Μεταλλογνωσία: τα κράματα (προ της εκλογής Κ. Κονοφάγου)  
Κατράκης, Σταύρος Δ., & Κων. Κονοφάγος, Επιμ. Ε.Μ. Πολυτεχνείου  
Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 1962
2. Μεταλλογνωσία
  - τ. 1. Τα μέταλλα
  - τ. 2. Τα κράματα
  - τ. 3. Τα βιομηχανικά κράματα.
3. Μεταλλογνωσία / Κωνσταντίνου Κονοφάγου τ. ΙΙΙ, . Τα βιομηχανικά κράματα

### **Συγγράμματα Ι. Οικονομόπουλου**

1. Εκμετάλλευση μεταλλείων-Μεταφορά-Ανέλκυσις, Οικονομόπουλος, Ι. Ν., Ε.Μ. Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1985.
2. Ο Αερισμός των Μεταλλείων, Οικονομόπουλος Ι. Ν., ΕΜΠ, (1η έκδοση) Αθήνα, 1991, Επανέκδοση 2002, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ.
3. Εκμετάλλευση Μεταλλείων Ι-Προσπέλαση και φωτισμός των μεταλλείων, Οικονομόπουλος Ι. Ν., Ε.Μ. Πολυτεχνείο, Αθήνα 2002.

### **Συγγράμματα Α. Φραγκίσκου**

1. Εμπλουτισμός μεταλλευμάτων, Α.Ζ. Φραγκίσκου, Ε.Μ. Πολυτεχνείο, 1969 (πριν την εκλογή του ως καθηγητής 1978)
2. Εμπλουτισμός μεταλλευμάτων, Α.Ζ. Φραγκίσκου, Ε.Μ. Πολυτεχνείο, 1975 (πριν την εκλογή του ως καθηγητής 1978)
3. Εμπλουτισμός μεταλλευμάτων και Βιομηχανικών Ορυκτών, Α.Ζ. Φραγκίσκου & Σ.Δ. Κατράκη, Έκδοση Τ.Ε.Ε, 1979 (αμέσως μετά το διορισμό του ως έκτακτος καθηγητής Ε.Μ.Π.)
4. Η μελέτη του εμπλουτισμού των μεταλλευμάτων και βιομηχανικών ορυκτών, Α.Ζ. Φραγκίσκου, Ε.Μ. Πολυτεχνείο, 1990
5. Εμπλουτισμός Μεταλλευμάτων και Βιομηχανικών Ορυκτών (Ορυκτουργία), Α.Ζ. Φραγκίσκου, Ε.Μ. Πολυτεχνείο, 1995
6. Μελέτη και κατασκευή εργοστασίου εμπλουτισμού μεταλλευμάτων και βιομηχανικών ορυκτών (Σχεδιασμός εργοστασίου), Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ. Πολυτεχνείου, 2001 (Σχεδιασμός εργοστασίου)



## **Οι Καθηγητές της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών**

*Μαρία Μενεγάκη,*

*Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ*

Πολλοί είναι οι καθηγητές που δίδαξαν στη Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, αφήνοντας ο κάθε ένας από αυτούς το δικό του στίγμα όχι μόνο στη Σχολή αλλά και στη χώρα γενικότερα. Στην παρούσα ενότητα παρατίθενται συνοπτικά βιογραφικά στοιχεία για τους αποβιώσαντες καθηγητές, με στόχο να φωτίσουν το έργο τους και να αναδείξουν τη συνεισφορά τους. Η σειρά παράθεσης των βιογραφικών στοιχείων είναι χρονολογική, με βάση το έτος ένταξής τους στη Σχολή με την ιδιότητα του μέλους ΔΕΠ. Η ανισομετρία στα βιογραφικά στοιχεία που παρατίθενται, σε καμία περίπτωση δεν αντανακλά ανισομετρία έργου· απηχεί τις δυσκολίες στην εξεύρεση στοιχείων. Φιλοδοξούμε, σε μια επόμενη έκδοση, να παρουσιάσουμε μια πληρέστερη αποτίμηση του έργου τους. Τέλος, θα ήταν παράλειψη να μην να ευχαριστήσουμε τους συγγενείς των καθηγητών για την παραχώρηση πληροφοριακού υλικού.

### **Λέανδρος Νικολαΐδης**

Ο Λ. Νικολαΐδης έλαβε το 1915 δίπλωμα Φυσικών Επιστημών της Ροβερτείου Σχολής, στην οποία εργάσθηκε για μικρό διάστημα ως επιμελητής. Από το 1917 έως το 1920 εργάσθηκε στις μεταλλουργικές εγκαταστάσεις της Βάλιας στην Μ. Ασία. Στο διάστημα αυτό συνέχισε με εκπαιδευτική άδεια τις σπουδές του στο Πανεπιστήμιο της Λιέγης, στη Σχολή Ecole Speciale des Artes et Manufactures et des Mines, από όπου πήρε το δίπλωμα του, με μεγάλη διάκριση, το 1921.

Από το 1922 έως το 1923 μελέτησε σε Γερμανία, Αυστρία και Τρανσυλβανία μεταλλουργικές εγκαταστάσεις χαλκού, μολύβδου, αργιλίου και λευκολίθου. Από το 1923 έως το 1931 διετέλεσε μηχανικός στα μεταλλεία Κασσάνδρας, διευθυντής των μεταλλείων Μαντουδίου, Λίμνης και Δαφνοποτάμου, καθώς και των μεταλλείων Βάβδου. Το 1931 διορίσθηκε στην Εταιρεία Foundation Co ως μηχανικός για την επίβλεψη των χυτηρίων και των λατομείων. Από το 1933 ήταν τεχνικός σύμβουλος της General Refractories Ltd, η οποία διέθετε μεταλλεία χρωμίτη και λευκολίθου, ενώ από το 1937 έως το 1941 ήταν διευθυντής του εργοστασίου γλυκερίνης.

Στη συνέχεια διορίσθηκε στο Πολυτεχνείο ως επιμελητής στην έδρα της Ειδικής Μεταλλουργίας και το 1944 εκλέχθηκε υφηγητής στο Πολυτεχνείο στην περιοχή «Πυρομεταλλουργία» της εν λόγω έδρας.

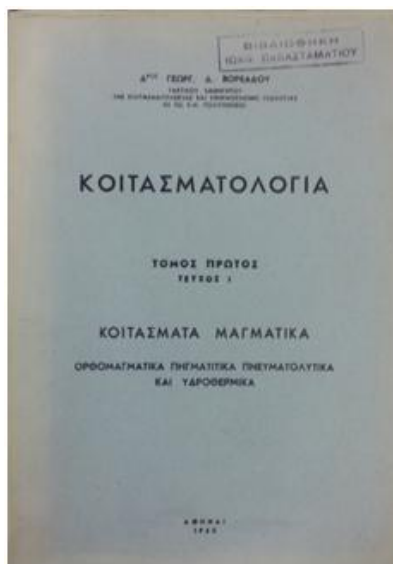
## Γεώργιος Βορεάδης (1889-1967)



Γ. Βορεάδης

Γεννήθηκε στη Σινώπη του Ευξείνου Πόντου το 1889. Υπήρξε πτυχιούχος των Φυσικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αθηνών. Το 1920 ολοκλήρωσε τη διδακτορική του διατριβή με τίτλο: «Αι βασικά και υπερβασικά εκρήξεις των διαπλάσεων του Υμηττού», και του απενεμήθη ο αντίστοιχος τίτλος Διδάκτορος από τη Φυσικομαθηματική Σχολή του Πανεπιστημίου Αθηνών. Το 1915 διορίσθηκε βοηθός και στη συνέχεια επιμελητής του Εργαστηρίου Ορυκτολογίας και Πετρολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, όπου και παρέμεινε μέχρι το 1925.

Το 1931 διορίσθηκε επιμελητής στην Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή της Αθήνας. Το 1937 διορίσθηκε υφηγητής Γεωλογίας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών και το 1945 στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Το 1948 διορίσθηκε καθηγητής της εκτάκτου Έδρας της Κοιτασματολογίας και της Εφηρμοσμένης Γεωλογίας στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, όπου και παρέμεινε ως τακτικός καθηγητής μέχρι τη συνταξιοδότησή του. Το διάστημα 1949-1960 διετέλεσε επίσης τακτικός καθηγητής της «επί μισθίω» ή «επί επιδόματι» Έδρας της Ορυκτολογίας και Γεωλογίας στην Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή της Αθήνας.



Συγγράμματα του Καθηγητή Βορεάδη

Το σύγγραμμά του «Στοιχεία Γεωλογίας – Ορυκτολογίας» διδασκόταν επί σειρά ετών στην Δ' τάξη των εξατάξιων Γυμνασίων.

Επιπλέον, ήταν Πρόεδρος του ΔΣ του Ινστιτούτου Γεωλογίας και Ερευνών υπεδάφους και ιδρυτής και Πρόεδρος της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας (1950-58). Έγραψε πολλά έργα της ειδικότητάς του, τα κυριότερα από τα οποία είναι: «Τα μεταλλικά ύδατα της Ελλάδος από γεωλογικής σκοπιάς» (1957), «Κοιτασματολογία» (1960) και «Αι εμφανίσεις κοιτασμάτων κασλίνου εις την περιοχόν Κοντάρου Τριών Πηγαδιών Μήλου» (1943, βραβείο Ακαδημίας Αθηνών).

### **Σταύρος Κατράκης (1901-1988)**



Σ. Κατράκης

Γεννήθηκε στον Πειραιά το 1901. Μετά τις γυμνασιακές του σπουδές φοίτησε στη Φυσικομαθηματική Σχολή του Πανεπιστημίου της Αθήνας, την οποία εγκατέλειψε το 1919 για να σπουδάσει στην Γαλλία μέχρι το 1926.

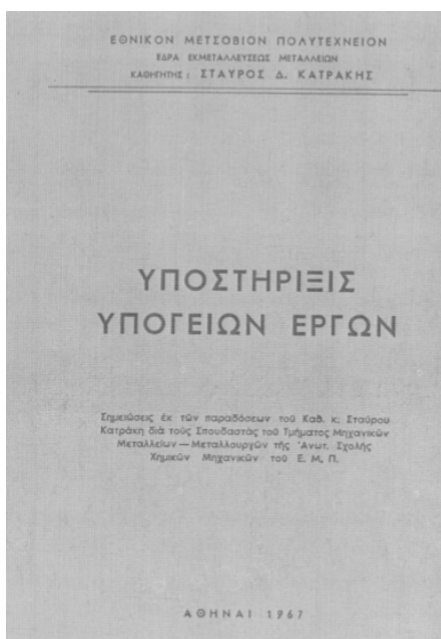
Εκεί αποκτά τους τίτλους του Πτυχιούχου (Licence es Science) του Πανεπιστημίου της Σορβόνης και του Διπλωματούχου Μηχανικού Μεταλλείων – Μεταλλουργού της Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne.

Ο Σταύρος Κατράκης, ως φοιτητής της "Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne", με τη στολή της Σχολής (ο μόνος Μηχανικός Μεταλλείων που πήρε το δίπλωμά του με το σπαθί του, όπως ανέφερε χαριτολογώντας ο φοιτητής του και καθηγητής της Σχολής ΜΜΜ Γ. Σταμπολτζής σε εκδήλωση της Επιστημονικής Εταιρίας Τεχνολόγων Ορυκτού Πλούτου προς τιμήν του-Αθήνα 1987).



Το 1927 γύρισε στην Ελλάδα και εργάστηκε επί 10ετία σε διάφορα μεταλλεία της χώρας. Το 1938 προσλαμβάνεται στο υπουργείο Εθνικής Οικονομίας, όπου γίνεται Διευθυντής των Σμυριδωρυχείων της Νάξου και Επιθεωρητής Μεταλλείων (1938-1956).

Το 1949 διορίζεται καθηγητής της Έδρας Εκμεταλλεύσεως Μεταλλείων του Ε.Μ. Πολυτεχνείου και καθηγητής της Σχολής Εθνικής Αμύνης.



### Συγγράμματα του Καθηγητή Κατράκη

Διετέλεσε πραγματογνώμων της Επιτροπής της Ελληνικής Κυβερνήσεως στον εδρεύοντα στο Παρίσι Οργανισμό Ευρωπαϊκής Οικονομικής Συνεργασίας (ΟΕΟΣ – Σχέδιο Μάρσαλ) (1948-1950), Πρόεδρος του Πειθαρχικού Συμβουλίου του ΤΕΕ, πρόεδρος ή μέλος Συμβουλίων και Επιτροπών Οργανισμών Δημοσίου Δικαίου, Ιδρυμάτων, Επιστημονικών Εταιρειών, Δικαστηρίου Μεταλλείων κ.λπ., Επίτιμος Πρόεδρος της Ελληνικής Εταιρείας Ερευνών και Εφευρέσεων, Πρόεδρος της Συντονιστικής Επιτροπής Προβολής της Ελληνικής Οικονομίας (ΣΕΠΕΟ), συνεργάτης της Διεθνούς Εγκυκλοπαίδειας κ.λπ.

Δημοσίευσε ελληνικά ή ξενόγλωσσα συγγράμματα, μελέτες και άρθρα σχετικά με τον ορυκτό πλούτο. Έδωσε πολλές διαλέξεις στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. Ανέπτυξε στο Ραδιόφωνο και στην Τηλεόραση μεταλλευτικά και μεταλλουργικά θέματα.

Τιμήθηκε με το «Χρυσούν Μετάλλιον Δημιουργικής Δράσεως» του Ινστιτούτου Αξιοποιήσεως των Πλουτοπαραγωγικών Πηγών της Ελλάδος. Του απονεμήθηκαν τα ακόλουθα παράσημα:

Χρυσούς Σταυρός Γεωργίου Α

Ταξιάρχης του Φοίνικος

Ιππότης της Λεγεώνας της Τιμής (του απονεμήθηκε από τον Πρόεδρο της Γαλλικής Δημοκρατίας Στρατηγό Ντε Γκωλ).

### **Λουκάς Μούσουλος (1910-1993)**



Λ. Μούσουλος

Ο Λουκάς Μούσουλος γεννήθηκε το 1910 στην Κοινότητα Καραβά Κυρήνειας της Κύπρου. Το 1927 αποφοίτησε πρώτος από το Παγκύπριο Γυμνάσιο Λευκωσίας. Το 1928 πήγε στη Γαλλία για ανώτερες σπουδές στο Πανεπιστήμιο της Τουλούζης. Το 1930 πέτυχε σε διαγωνισμό και γράφτηκε στην Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, απ' όπου αποφοίτησε το 1933 πρώτος μεταξύ ξένων και δεύτερος στη γενική σειρά επιτυχίας. Το 1934 παρακολούθησε μεταπτυχιακά μαθήματα στην ίδια Σχολή.

Το 1948 διορίστηκε επιμελητής στην Έδρα Μεταλλογνωσίας και Μεταλλευτικής του Ε.Μ. Πολυτεχνείου και το ίδιο έτος του απονεμήθηκε ο ακαδημαϊκός τίτλος του υφηγητή του Ιδρύματος. Το 1955 εκλέχθηκε καθηγητής του ΕΜΠ στην Έδρα της Μεταλλευτικής και το 1962 στην Έδρα της Μεταλλουργίας.

Το 1975 εκλέχθηκε Κοσμήτορας της νεοσυσταθείσης τότε Ανωτάτης Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών του Ιδρύματος και παρέμεινε στη θέση αυτή έως την αποχώρησή του, λόγω ηλικίας, το 1977.

Το 1976 εκλέχθηκε Τακτικό Μέλος της Ακαδημίας Αθηνών στην Τάξη των Θετικών Επιστημών, στην περιοχή των Εφαρμοσμένων Θετικών Επιστημών (Μεταλλευτική, Γεωλογία), και το 1985 εκλέχθηκε Πρόεδρος της Ακαδημίας Αθηνών για ένα έτος.

Η επαγγελματική του σταδιοδρομία υπήρξε πλούσια και πολυσχιδής. Από το 1933 έως το 1954 εργάσθηκε στο Τμήμα Μελετών και Βελτιώσεων της Γαλλικής Μεταλλευτικής Εταιρείας Mines de la Loire, όπου και διακρίθηκε, στην Ανώνυμη Ελληνική Εταιρεία Χημικών Προϊόντων και Λιπασμάτων (ΑΕΕΧΠ & Λ), η οποία ανέπτυξε μεταλλευτική δραστηριότητα τόσο στην Κύπρο όσο και στα μεταλλεία Κασσάνδρας, συμβάλλοντας τα μέγιστα στην εξέλιξή τους, καθώς και στην Αμερικάνικη Εταιρεία Mediterranean Mines Inc.

Το 1963 ανέλαβε ως Σύμβουλος και Γενικός Διευθυντής τη σύσταση, οργάνωση και ανάπτυξη της ΛΑΡΚΟ - ΑΝΩΝΥΜΗΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΛΑΡΥΜΝΗΣ. Θυγατρικής της ΑΕΕΧΠ & Λ. Η Εταιρεία αυτή ιδρύθηκε για την αξιοποίηση των νικελιούχων λατεριτικών μεταλλευμάτων της Λάρυμνας, πράγμα που έγινε σύμφωνα με τις πρωτοποριακές μεταλλουργικές μεθόδους (LM, M-Lar) που ανέπτυξε και εφάρμοσε στην πράξη ο ίδιος. Οι ανωτέρω μέθοδοι του Λ. Μούσουλου έχουν καταστεί αντικείμενο σειράς δημοσιεύσεων σε έγκυρα περιοδικά και παρουσιάσεων σε διεθνή συνέδρια. Το όνομά του έγινε γνωστό και σεβαστό ανά την υφήλιο. Το μεταλλουργικό συγκρότημα της Λάρυμνας οφείλει την ύπαρξή του στις μεθόδους Μούσουλου και είναι από τις ελάχιστες περιπτώσεις ελληνικής βιομηχανίας η οποία στηρίζεται σε ελληνική μέθοδο και, ως ένα βαθμό, και τεχνολογία.

Με την ιδιότητα του Γενικού Διευθυντή του Μεταλλευτικού Κλάδου της ΑΕΕΧΠ & Λ, η οποία ύστερα από σύμβαση με το Δημόσιο είχε αναλάβει την αξιοποίηση της λιγνιτοφόρου λεκάνης της Πτολεμαΐδας, είχε άμεση και ενεργό συμμετοχή στα πρώτα στάδια του έργου, γνωστού για την εθνική του σημασία.

Ακόμα, συνέβαλε στην εδραίωση και ανάπτυξη της Ελληνικής Μεταλλευτικής Εταιρείας της Κύπρου. Ως ηθική αμοιβή για τη συμβολή του αυτή, η Διοίκηση της Εταιρείας έδωσε το όνομά του (MOUSOULOS ORE BODY) σε αξιόλογο κοιτάσμα χαλκούχου σιδηροπυρίτη που ανακαλύφθηκε με βάση τις μελέτες του.

Έγραψε βιβλία που απουσίαζαν από την ελληνική βιβλιογραφία τόσο σε θέματα Μεταλλευτικής, όσο και Μεταλλουργίας. Με τα συγγράμματά του, στο χώρο της Μεταλλουργίας, 7 συνολικά, κάλυψε όλο το γνωστικό αντικείμενο της εξαγωγικής μεταλλουργίας. Πρωτοποριακό, μάλιστα, θεωρήθηκε το σύγγραμμά του: «Εξαγωγική Μεταλλουργία Ι - Θεωρητικά και Τεχνολογικά Βάσεις», ακόμη και στη διεθνή βιβλιογραφία. Παράλληλα συνέχισε και την επιστημονική έρευνα και έγραψε πλειάδα άρθρων και επιστημονικών ανακοινώσεων σε ελληνικά και ξένα έγκριτα περιοδικά της αλλοδαπής.

Η επιστημονική και επαγγελματική του δραστηριότητα δεν σταμάτησε με την αποχώρησή του από το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο το 1977. Από το 1978 έως το 1991 υπήρξε Πρόεδρος του Διοικητικού Συμβουλίου της δημόσιας επιχείρησης ΓΕΜΕΕ - Γενικής Εταιρείας Μεταλλευτικών Ερευνών και Εκμεταλλεύσεων, Πρόεδρος και Διευθύνων Σύμβουλος της Εταιρείας ΜΑΒΕ - ΜΕΤΑΛΛΕΙΑ ΑΜΙΑΝΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ, Αντιπρόεδρος και Διευθύνων Σύμβουλος της Εταιρείας ΜΕΤΒΑ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΑΙΓΑΙΟΥ και Σύμβουλος στο Διοικητικό Συμβούλιο της ΕΤΒΑ.

Ένα χρόνο πριν τον θάνατό του (29 Οκτωβρίου 1993), το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο τον τίμησε εκδίδοντας ειδικό επιστημονικό τόμο αφιερωμένο σ' αυτόν.

Μετά τον θάνατό του, η Ακαδημία Αθηνών θέσπισε επίσης βραβείο στο όνομά του με αντικείμενο τις μεταλλευτικές και μεταλλουργικές διεργασίες.

### **Κωνσταντίνος Κονοφάγος (1912-1989)**



Κ. Κονοφάγος

Γεννήθηκε στην Πρέβεζα το 1912. Αποφοίτησε από το Γυμνάσιο Πρέβεζας το 1929 και παρακολούθησε δύο τάξεις Ειδικών Μαθηματικών στο Lycée Louise Grand του Παρισιού κατά τα έτη 1930-1932.

Σπούδασε ως μηχανικός στην École Centrale Des Arts et Manufactures του Παρισιού τα έτη 1932-1936 και επέστρεψε στην Ελλάδα, όπου εργάστηκε ως Μεταλλουργός Μηχανικός στις εγκαταστάσεις της Γαλλικής Εταιρείας Μεταλλείων Λαυρίου (Compagnie Française des Mines du Laurium – CFLM).

Στον Ελληνοϊταλικό πόλεμο (1940-1941) υπηρέτησε ως έφεδρος αξιωματικός, μηχανικός πυροβόλων.

Μια χαρακτηριστική ιστορία που αφορά στον Κ. Κονοφάγο είναι η παρακάτω:

Όταν το 1941 ξεκίνησε η Ιταλογερμανική κατοχή, η εξάπλωση του λιμού στα αστικά διαμερίσματα της χώρας ήταν άμεση. Η ίδια άσχημη κατάσταση επικρατούσε τότε και στο Λαύριο, όταν μέσα σε έντεκα μήνες πέθαναν από έναν τρομερό λιμό οι 752 από τους 5000 κατοίκους του. Ο Κονοφάγος, αναζητώντας λύση επιβίωσης από την πείνα, άρχισε να παράγει, με κάθε μυστικότητα και με τη συναίνεση του Γενικού Διευθυντή της CFLM, Maurice Bremer, καθαρό άργυρο, ο οποίος πουλιόταν στη μαύρη αγορά προς 10 λίρες το κιλό. Ήταν η πρώτη φορά που μετά από 2.000 χρόνια στο Λαύριο παρήχθη ξανά, όχι δοκιμαστικά, αλλά με συνεχή βιομηχανικό τρόπο, καθαρός μεταλλικός άργυρος. Τα πλακίδια του αργύρου, τα οποία δεν έφεραν καμία απολύτως ένδειξη προέλευσης επάνω τους, μεταφέρονταν στην ελβετική πρεσβεία, που φιλοξενούσε το διεθνές Ερυθρό Σταυρό. Εκεί, τα αγόραζε μαυραγορίτης κοσμηματοπώλης και με τα χρήματα αυτά ο Ερυθρός Σταυρός μπορούσε να τροφοδοτήσει το εργοστάσιο, νόμιμα πλέον με όλα τα αναγκαία τρόφιμα. Η μέθοδος παραγωγής αργύρου που εφαρμόστηκε, επινοήθηκε από τον ίδιο τον Κονοφάγο, καθώς δεν υπήρχαν τα κλασικά μεταλλουργικά μέσα, και εφαρμόστηκε μόνιμα από το 1949 μέχρι και το 1977, όταν και έκλεισαν οριστικά τα μεταλλεία.



Ο Κ. Κονοφάγος, το 1945, στην κάμινο W.J. παραγωγής σκληρού αργυρούχου μολύβδου

Το 1956 ανακηρύχθηκε Διδάκτωρ της Ανωτάτης Σχολής Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π. Υπήρξε επιμελητής στην Έδρα Μεταλλογνωσίας του Ε.Μ.Π. από το 1961 έως το 1963, οπότε και εκλέχθηκε έκτακτος μόνιμος καθηγητής στην ίδια έδρα. Το 1969 διορίστηκε τακτικός καθηγητής Μεταλλογνωσίας του Ε.Μ.Π. και το 1970 εκλέχθηκε αναπληρωτής συγκλητικός του ίδιου Ιδρύματος. Κατά τη θητεία του στο Ε.Μ.Π. συνέβαλε τα μέγιστα για την ανάπτυξη της επιστήμης της μεταλλουργίας, με πλούσιο συγγραφικό έργο. Το Σεπτέμβριο του 1973 ορίσθηκε πρύτανης του Ε.Μ.Π. από τον τότε Υπουργό Παιδείας, αφού συγκέντρωσε σε ψηφοφορία 24 από τις 26 ψήφους των παρόντων τακτικών καθηγητών. Κατά τα γεγονότα της εξέγερσης του Νοεμβρίου 1973, προστάτεψε το κύρος του Ιδρύματος, το πανεπιστημιακό άσυλο, υπερασπίσθηκε τους φοιτητές και αρνήθηκε την είσοδο στο Ε.Μ.Π. των οργάνων της δικτατορίας. Για τη στάση του, ως πρύτανη, στην εξέγερση του Πολυτεχνείου, συνελήφθη στις 18/11/1973 και κρατήθηκε στην Ε.Σ.Α. μέχρι τις 20/11/1973, οπότε απολύθηκε λόγω αντιδράσεων από το εξωτερικό.

Στις εκλογές του 1974 πολιτεύτηκε στην Εκλογική περιφέρεια Πρέβεζας και εκλέχθηκε πρώτος βουλευτής. Διετέλεσε Υπουργός Βιομηχανίας στην κυβέρνηση Κ. Καραμανλή. Ως Υπουργός ίδρυσε την Δημόσια Επιχείρηση Πετρελαίου (ΔΕΠ) και τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

Ο Κωνσταντίνος Η. Κονοφάγος συνέγραψε και δημοσίευσε πληθώρα εργασιών σχετικών με το αντικείμενο της επιστήμης του.

Πέραν των επιστημονικών συγγραμμάτων του, δημοσίευσε ποιητικές συλλογές και λογοτεχνικά κείμενα με το φιλολογικό ψευδώνυμο Κωνσταντίνος Λότρης.

Πέθανε στην Αθήνα το 1989 και τάφηκε, κατά την επιθυμία του, στο κοιμητήριο του Αγίου Γεωργίου στον Θορικό του Λαυρίου, εκεί όπου, επίσης τάφηκε το 1942 ο πρώτος εργάτης που πέθανε από πείνα στις εγκαταστάσεις της Γαλλικής Εταιρείας Μεταλλείων Λαυρίου.

### Ιωάννης Παπασταματίου (1906-1976)



Ι. Παπασταματίου

Ο Ι. Παπασταματίου γεννήθηκε το 1906 στην Κύμη της Εύβοιας, όπου και τελείωσε το Γυμνάσιο με το βαθμό «Άριστα», σε ηλικία 17 χρόνων.

Στα χρόνια μεταξύ 1923-1927 φοίτησε στο Πανεπιστήμιο της Αθήνας, στο Φυσικό Τμήμα απ' όπου πήρε το πτυχίο του, με το βαθμό «Άριστα». Τριτοετής φοιτητής ακόμη τράβηξε την προσοχή του Καθηγητή Κ. Κτενά, Διευθυντή τότε του Ορυκτολογικού και Πετρολογικού Εργαστηρίου και Μουσείου του Πανεπιστημίου που τον προσέλαβε ως βοηθό (1925). Το 1928 ο Ι. Παπασταματίου διορίστηκε επιμελητής του ίδιου

Εργαστηρίου και Μουσείου.

Από την εποχή αυτή αρχίζει το επιστημονικό του έργο, και προτού ακόμη υποβάλει τη διδακτορική του διατριβή, βραβεύεται από την Ακαδημία Αθηνών για τις γεωλογικές του μελέτες (1930). Το 1931 πήρε το διδακτορικό του δίπλωμα, ενώ το 1937 εκλέχτηκε υφηγητής Ορυκτολογίας και Πετρολογίας. Το έτος 1938 πήρε υποτροφία διάρκειας 2 ετών, ύστερα από εισήγηση της Φυσικομαθηματικής Σχολής και απόφαση της Συγκλήτου, οπότε και έφυγε για το Παρίσι.

Πολλά και διάφορα ήταν τα πεδία της έρευνας που ενδιέφεραν τον Παπασταματίου. Από το ξεκίνημα της πανεπιστημιακής του σταδιοδρομίας, επιδόθηκε στη μελέτη ηφαιστειών. Το ηφαίστειο της Σαντορίνης το παρακολούθησε σ' όλες τις περιόδους εκρήξεών του, από το 1939 έως το 1949, πολλές φορές με κίνδυνο της ζωής του. Ακόμα υπάρχει το καμμένο σακκάκι του από την έκρηξη του 1949, αναφέρει ο Μπορνόβας (1986).

Στη διάρκεια της Ιταλογερμανικής Κατοχής συνελήφθη και φυλακίστηκε επί δυόμισι μήνες για την πατριωτική του δράση.

Το 1949, όντας υφηγητής, κλήθηκε από την Πολιτεία να βοηθήσει στην έρευνα του ορυκτού πλούτου της Χώρας, στο πλαίσιο του «Προγράμματος Ανασυγκροτήσεως», ως μέλος της Συντονιστικής Επιτροπής Γεωλογικών και Γεωφυσικών Ερευνών (Σ.Ε.Γ.Γ.Ε.). Η Σ.Ε.Γ.Γ.Ε. αποτέλεσε το πρώτο κύτταρο του μετέπειτα Ινστιτούτου Γεωλογίας και Ερευνών του Υπεδάφους (ΙΓΕΥ) το οποίο ιδρύθηκε το 1951. Στο Γεωλογικό Ινστιτούτο, ο Παπασταματίου εργάστηκε ως το 1964, ενώ από το 1954 ήταν, συγχρόνως, και Αναπληρωτής Γενικός Διευθυντής. Στα 13 χρόνια της παραμονής του στο Ινστιτούτο, εκτός από τις γεωλογικές χαρτογραφήσεις συνέβαλε σημαντικά στη διάθρωση και ανάπτυξη του Ιδρύματος στις διάφορες δραστηριότητές του, όπως οι μελέτες διαφόρων γεωτεκτονικών ζωνών της χώρας, τα σεισμικά φαινόμενα, η μελέτη της λιγνιτοφόρου λεκάνης της

Πτολεμαΐδας, της βωξιτοφόρου περιοχής Παρνασσού - Γκιώνας, της μαγγανιοφόρου περιοχής Δράμας, κ.ά. Ο εξοπλισμός των εργαστηρίων του ΙΓΕΥ σε ό,τι αφορά την ορυκτολογική ή παλαιοντολογική έρευνα, οφείλεται σχεδόν εξ' ολοκλήρου στην φροντίδα και την πείρα του.

Το 1957 μετέβη στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, όπου παρακολούθησε νέες μεθόδους για την μελέτη θειούχων μεταλλευμάτων, καθώς και για την έρευνα πετρελαίων και την εφαρμογή της φωτογεωλογίας στη σύνταξη γεωλογικών χαρτών.

Το έτος 1962, ο Παπασταματίου εκλέχθηκε έκτακτος καθηγητής της Έδρας της Κοιτασματολογίας και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας του Ε.Μ.Π. ενώ το 1969 εκλέχθηκε παμψηφεί τακτικός καθηγητής της ίδιας έδρας. Παρ' όλα τα διαβήματα του Συλλόγου των καθηγητών του Ε.Μ.Π, η εκλογή του δεν επικυρώθηκε από το δικτατορικό καθεστώς το οποίο τον καταδίδωξε για τη συνδικαλιστική του δράση. Μετά την πτώση του καθεστώτος, ο Παπασταματίου αποκαταστάθηκε αναδρομικά.

Το 1974 προσκλήθηκε από τη Γερμανική Γεωλογική Εταιρεία για να μετάσχει στην ετήσια σύνοδό της στη Βόννη, όπου του απονεμήθηκε το μετάλλιο Leopold von Buch σε εκτίμηση της προσφοράς του σε ό,τι αφορά στην γεωλογία της Ελλάδας και των βωξιτών.

Στο συνέδριο Γεωθερμίας - Θερμών υδάτων - Ηφαιστειολογίας της Μεσογείου που οργανώθηκε στην Αθήνα το 1976, ο Παπασταματίου εκλέχθηκε Πρόεδρος της Επιτροπής Ηφαιστειολογίας.

Τα τελευταία χρόνια της ζωής του διετέλεσε επίσης σύμβουλος του υπουργείου Συντονισμού.

### **Κυριακούλης Ζάχος (1912-1997)**



**Κ. Ζάχος**

Ο Κ. Ζάχος γεννήθηκε το 1912 στον Αλμυρό Βόλου. Το 1935 αποφοίτησε από το Φυσικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Αθηνών. Στη συνέχεια φοίτησε στη Σχολή Μεταλλειολόγων του Πολυτεχνείου του Βερολίνου, από το οποίο έλαβε το δίπλωμα του Μεταλλειολόγου Μηχανικού το 1938. Στην ίδια Σχολή συνέχισε με την εκπόνηση της διδακτορικής διατριβής του με θέμα τη γεωφυσική έρευνα του Βαυαρικού Δρυμού. Το 1940 έλαβε τον τίτλο του Διδάκτορα Μεταλλειολόγου Μηχανικού, με εξειδίκευση στη Γεωφυσική. Ο Ζάχος αμέσως μετά υπηρέτησε στο Στρατό κυρίως σε μονάδες του Μηχανικού, όπου συνέχισε και μετά τη λήξη της κατοχής να προσφέρει τις γνώσεις

του στην ανακατασκευή των γεφυρών και, γενικά, στην αποκατάσταση του οδικού δικτύου.

Το 1942 ανέλαβε Γενικός Διευθυντής της Γεωλογικής Υπηρεσίας της Ελλάδος (Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας) και διευθυντής του Γεωφυσικού τμήματός της.

Το έτος 1952 καταλαμβάνει τη θέση του Γενικού Διευθυντή του Ινστιτούτου Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους (ΙΓΕΥ).

Υπήρξε ένα από τα 74 Ιδρυτικά μέλη της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας το 1951 και της Ευρωπαϊκής Επιστημονικής Εταιρείας Οικονομικής Γεωλογίας το 1953. Πλούσια υπήρξε και η ερευνητική του δραστηριότητα, την οποία αποτύπωσε σε διάφορες επιστημονικές δημοσιεύσεις, όπως ο «Ορυκτός πλούτος της Δωδεκανήσου» (1947), «Γεωμαγνητική έρευνα στην Ν. Σέριφο» (1950), «Τα χρωμικά κοιτάσματα της περιοχής Κοζάνης» (1953), «Οι μαγνησίται Βάβδου Χαλκιδικής» (1956) κ.ά.

Το 1966 εκλέγεται τακτικός καθηγητής στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο στην Έδρα της Μεταλλευτικής της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών. Το δικτατορικό καθεστώς τον απομάκρυνε το 1968 από το Πολυτεχνείο και από το ΙΓΕΥ, για να επανέλθει πιο δραστήριος το 1974 αμέσως μετά τη μεταπολίτευση. Στη Σχολή παρέμεινε μέχρι το 1980, οπότε και αποχώρησε λόγω ορίου ηλικίας.

Από το 1977 έως το 1979 διετέλεσε Κοσμήτορας της Σχολής.



Ο Κ. Ζάχος μαζί με τον πρωθυπουργό Κ. Καραμανλή και τον υπουργό Κ. Κονοφάγο στις εγκαταστάσεις του Πρίνου (1975)

Ο Κ. Ζάχος, μετά τη μεταπολίτευση πρωτοστάτησε στην ίδρυση της Δημόσιας Επιχείρησης Πετρελαίου το 1975, της οποίας διετέλεσε Διευθύνων Σύμβουλος και Γενικός Τεχνικός Διευθυντής μέχρι το Νοέμβριο του 1981.

### **Στυλιανός Σάββας Αυγουστίδης (1931-2001)**



Σ. Αυγουστίδης

Ο Σ. Αυγουστίδης γεννήθηκε το 1931. Αποφοίτησε το 1953 από το Πανεπιστήμιο του Durham της Αγγλίας και πήρε το διδακτορικό του το 1956 από το Πανεπιστήμιο του Αμβούργου της Γερμανίας με τίτλο: «Περί βλαστήσεως ορυκτών στο γρανίτη, βασάλτη και μεταμορφωμένα πετρώματα».

Επί 10 έτη εργάστηκε στο υπουργείο Ορυχείων της Αιθιοπικής Κυβέρνησης, οργάνωσε τη Σχολή Γεωλόγων και εξερεύνησε μερικές από τις πιο δύσκολες περιοχές της γης, όπως η Ντανακίλι - Ντεπρέσιον, στα σύνορα του Σουδάν καθώς και το φαράγγι του Κυανού Νείλου.



Επίδειξη από τον Σ. Αυγουστίδη στη Σχολή Γεωλόγων Υπαίθρου στη Αντίς Αμπέμπα της Αιθιοπίας το 1957

Το 1968 εξελέγη καθηγητής του Μετσόβιου Πολυτεχνείου, όπου εργάστηκε ως το 1984, ασχολούμενος με θέματα Γεωλογίας.

Έχει εκδόσει περισσότερες από 70 ανακοινώσεις σε διεθνή περιοδικά και 9 μονογραφίες που αναφέρονται στην υφή και στη μικροδομή των πετρωμάτων και μεταλλευμάτων.

Υπήρξε σύμβουλος στη Διεθνή Ομοσπονδία για τη Γένεση Μεταλλευμάτων, εκπροσωπώντας την Αφρική, καθώς επίσης, και Πρόεδρος της Γεωλογικής Εταιρείας της Ελλάδος, Αντιπρόεδρος της Γεωλογικής Υπηρεσίας της Ελλάδος και Πρόεδρος της ΙΚΣΟΜΠΑ (Διεθνής Επιτροπή για τη μελέτη Βωξίτου, Αλουμίνας και Αλουμινίου).

Το 1979 εξελέγη μέλος της Ακαδημίας Επιστημών και Τεχνών της Νέας Υόρκης.

Διεύθυνε τον εκδοτικό οίκο «Θεόφραστος» και έχει εκδόσει πάνω από 30 διετείς τόμους, με τη συνεργασία περισσότερων των 800 επιστημόνων από όλο τον κόσμο. Το συγγραφικό του έργο δημοσιεύθηκε από πολλούς διεθνείς επιστημονικούς εκδοτικούς οίκους και μεταφράστηκε, μεταξύ άλλων, και στα κινέζικα.

Ο Σ. Αυγουστίδης, κατά τις ομολογίες των ειδικών, έφερε επανάσταση με το έργο του στην επιστήμη της Γεωλογίας. Εισήγαγε τη μέθοδο της συγκριτικής ανατομίας των υφών των πετρωμάτων, με την οποία μπορεί κάποιος να παρακολουθήσει την εξέλιξη των πετρωμάτων και τις υφές τους, καθώς και τη γένεση των μεταλλευμάτων.

Το 1993 εξελέγη επίτιμο μέλος της Ακαδημίας Φυσικών Επιστημών της Ρωσίας, διάκριση η οποία δίνεται σε λίγους, ως αναγνώριση της προσφοράς τους στη διεθνή επιστήμη. Το Γεωλογικό Πανεπιστήμιο του Πεκίνου τον αναγόρευσε επίτιμο καθηγητή.

Το 1997, σε εκδήλωση που πραγματοποιήθηκε προς τιμήν του στο Δήμο Ζωγράφου, του απονεμήθηκε κατ' εξουσιοδότηση του Πανεπιστημίου του Cambridge ο τίτλος του «Μέλους της Τάξης της Διεθνούς Συναδελφικότητας» του I.B.C.

### **Ιωάννης Οικονομόπουλος (1926-2014)**



Ι. Οικονομόπουλος

Ο Ι. Οικονομόπουλος γεννήθηκε το 1926 στη Λαμία. Το 1945 εισήχθη στην Ανωτάτη Σχολή Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ και αποφοίτησε το 1951 από το Τμήμα Μεταλλειολόγων Μηχανικών. Τα έτη 1952-1953 πραγματοποίησε μετεκπαίδευση σε μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις (ανθρακωρυχείων και μεταλλικών μεταλλείων), και σε θέματα ασφαλείας υπογείων έργων (U.S Bureau of Mines) στις ΗΠΑ. Το 1956 αναγορεύθηκε Διδάκτωρ του ΕΜΠ.

Το 1959 έγινε επιμελητής στην Έδρα της Εκμεταλλεύσεως Μεταλλείων στο ΕΜΠ. Από το 1960 έως το 1966 συνέχισε τις μεταπτυχιακές σπουδές του στη Γαλλία. Το 1969 διορίσθηκε έκτακτος, με τριετή θητεία, καθηγητής και το 1972 τακτικός καθηγητής στην Έδρα Εκμεταλλεύσεως Μεταλλείων μέχρι και το 1994, οπότε αποχώρησε λόγω ηλικίας. Από το Σεπτέμβριο του 1983 έως τον Ιούλιο του 1984 δίδαξε, ως επισκέπτης καθηγητής, διάφορα μεταλλευτικά μαθήματα. Δίδαξε ακόμη σε πολλά σεμινάρια στην Ελλάδα και το εξωτερικό.

Παράλληλα, από το 1951 άρχισε να εργάζεται για τη Δ.Ε.Η., αρχικά ως Σύμβουλος και στη συνέχεια ως Διευθυντής του Λιγνιτωρυχείου Αλιβερίου και Γενικός Διευθυντής της Διεύθυνσης Λιγνιτωρυχείων. Στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων του στη ΔΕΗ, μελέτησε και επόπτευσε την κατασκευή πλειάδας υπογείων προσπελάσεων και έργων εκμετάλλευσης, μεταφοράς εξορυσσόμενων προϊόντων (σηράγγων, στοών, φρεάτων, κεκλιμένων, κ.λπ.), καθώς και ανάπτυξης επιφανειακών ορυχείων. Στη Δ.Ε.Η. παρέμεινε έως το 1974.

Παρακολούθησε και μελέτησε την όρυξη σηράγγων προσπελάσεως, κεκλιμένων και στοών, την υποστήριξη των υπογείων εκσκαφών και την κατασκευή φραγμάτων προστασίας έναντι εισροής υδάτων κ.ά. σε ανθρακωρυχεία της Πεννσυλβάνια, καθώς και τις μεθόδους υπόγειας εκμετάλλευσης και το μηχανικό εξοπλισμό σε μεταλλεία σιδήρου στην πολιτεία Μινεσότα των ΗΠΑ.

Ασχολήθηκε με θέματα μεταλλευτικής τεχνολογίας και ασφαλείας σε μεταλλεία και υπόγεια έργα στο U.S. Bureau of Mines καθώς, επίσης, και σε αρκετά Γαλλικά ανθρακωρυχεία και μεταλλεία.

Από το 1974 έως και το 2002 διετέλεσε τεχνικός σύμβουλος πολλών ιδιωτικών και δημοσίων φορέων, όπως: ΒΙΟΛΙΓΝΙΤ ΑΜΕΤΒΕ, ΛΙΓΝΙΤΩΡΥΧΕΙΑ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ Α.Ε., Εθνική Τράπεζα Επενδύσεων Βιομηχανικής Ανάπτυξης (ΕΤΕΒΑ), Εθνική Τράπεζα της Ελλάδος (ΕΤΕ), ΕΤΚΑ Α.Ε. (Εταιρεία Τεχνικών Κατασκευών), ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΒΩΞΙΤΑΙ ΕΛΙΚΩΝΟΣ, Γενική Εταιρεία Μεταλλευτικών Ερευνών και Εκμεταλλεύσεων Α.Ε. (ΓΕΜΕΕ), Ελληνική Εταιρεία Βιομηχανικών και Μεταλλευτικών Επενδύσεων Α.Ε. (Ε.Λ.Ε.Β.Μ.Ε.), Εθνική Τράπεζα Βιομηχανικής Ανάπτυξης (ΕΤΒΑ), ενώ υπήρξε και μέλος του ΔΣ της S & B ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ Α.Ε. (πρώην ΑΕ ΑΡΓΥΡΟΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΩΝ & ΒΑΡΥΤΙΝΗΣ). Από το 1996 υπήρξε μέλος του Δ.Σ. και Επιστημονικός Υπεύθυνος της εταιρείας ΟΜΙΚΡΟΝ ΚΑΠΑ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Α.Ε.

Υπήρξε μέλος του μονίμου οργάνου επί της ασφαλείας και υγείας στη μεταλλευτική και στις λοιπές εξορυκτικές βιομηχανίες (SHCMOEI: Safety and Health Commission for the Mining and Other Extractive Industries) της ΕΟΚ (έδρα Λουξεμβούργο), Αντιπρόεδρος της Ελληνικής Επιτροπής Σηράγγων και Υπογείων Έργων (Ε.Ε.Σ.Υ.Ε.), του Ελληνικού Τμήματος της International Tunneling Association, Εθνικός συντονιστής επί θεμάτων ανωτάτης μεταλλευτικής παιδείας στην

EUROMETAUX – EUROMINES - οργάνου του μεταλλευτικού τομέα της ΕΟΚ, μέλος της Διεθνούς μεταλλευτικής οργανώσεως WORLD MINING CONGRESS, ενώ έχει τιμηθεί με το Χρυσό Σταυρό του Τάγματος του Γεωργίου Α'.

Συνέγραψε πλειάδα άρθρων σε ελληνικά και ξένα περιοδικά, καθώς και σε συνέδρια. Τα συγγράμματά του διδάσκονται στη Σχολή ΜΜΜ του ΕΜΠ επί σειρά ετών.



Ο υπεύθυνος μηχανικός του λιγνιτωρυχείου της ΔΕΗ Ι. Οικονομόπουλος, εκπαιδεύει τους επικεφαλής των ομάδων εξόρυξης στον τρόπο που θα ελέγχουν την υποστήριξη των στοών.

### **Ιωάννης Παπαγεωργάκης (1926-1997)**



Ι. Παπαγεωργάκης

Ο Ι. Παπαγεωργάκης γεννήθηκε στο Κορωπί το 1926. Το 1944 εισήχθη στο Φυσιογνωστικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Αθηνών, από όπου και αποφοίτησε το 1952 με βαθμό «Άριστα». Αμέσως μετά την απόκτηση του πτυχίου του τον Οκτώβριο του 1952 προσλαμβάνεται ως άμισθος επιμελητής στο Εργαστήριο Ορυκτολογίας – Πετρογραφίας - Γεωλογίας. Το Σεπτέμβριο του 1954 διορίζεται έμμισθος επιμελητής.

Από το 1955 έως το 1960 πραγματοποίησε μεταπτυχιακές σπουδές στο Πανεπιστήμιο της Βασιλείας. Στη διδακτορική του διατριβή μελέτησε τα μάρμαρα της περιοχής μεταξύ Ascona και Gandoglia της Βόρειας Ιταλίας.

Το 1958 συμμετείχε σε διεθνή εξερευνητική αποστολή στη Γροιλανδία για τη γεωλογική μελέτη και χαρτογράφηση ενός τμήματός της, στο οποίο για πρώτη

φορά πατούσε το πόδι του άνθρωπος. Την εμπειρία αυτή την αποτύπωσε σε ένα βιβλίο με τον τίτλο «Εξερευνητική αποστολή στη Γροιλανδία» (Εκδόσεις Μαργαρίτα, 1967).

Με την επιστροφή του στην Ελλάδα ασχολήθηκε επί σειρά ετών με τη μελέτη των μαρμάρων πολλών περιοχών. Ως μεταδιδακτορικός ερευνητής στο Πολυτεχνείο της Ζυρίχης ασχολήθηκε κυρίως με θέματα που αφορούν στα χαρακτηριστικά των μαρμάρων. Κατάληξη αυτής της προσπάθειας υπήρξε η πραγματεία με τίτλο «Τα εις την μαρμαρικήν τέχνην χρήσιμα πετρώματα της Ελλάδος», στην οποία περιλαμβάνονται τα συμπεράσματα της έρευνάς του για περισσότερες από 60 περιοχές λατομείων, σύγχρονων αλλά και αρχαίων, η οποία και αποτέλεσε την επί υφηγεσία διατριβή του στο Ε.Μ.Π.

Ως νέος ακόμη ερευνητής, μελετώντας τα μάρμαρα της Βόρειας Ιταλίας, ανακάλυψε νέο ορυκτό, στο οποίο έδωσε το όνομα Wenkit, τιμώντας τον αρχηγό της ομάδας του κατά την εξερευνητική αποστολή στη Γροιλανδία Καθηγητή Ε. Wenk. Η International Mineralogical Association αναγνώρισε το νέο αυτό ορυκτολογικό είδος και δημοσίευσε σχετική περίληψη από τις εργασίες του στο American Mineralogist.



Ο. Ι. Παπαγεωργάκης στη Γροιλανδία, «κρατώντας έναν τεράστιο σπόνδυλο φάλαινας φωτογραφίζεται, με το αυτόματο σύστημα της μηχανής του, στα χορταριασμένα ερείπια των κατοικιών εξαφανισθέντων Εσκιμώων»

Από το 1968 έως το 1970 διδάσκει ως άμισθος εντεταλμένος υφηγητής, ενώ το 1970 εκλέγεται μόνιμος επίκουρος καθηγητής της Κοιτασματολογίας και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας. Το 1982 εντάσσεται στον Τομέα Γεωλογικών Επιστημών του Τμήματος Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών. Το 1983 εκτελεί καθήκοντα Κοσμήτορα. Από την ενεργό ακαδημαϊκή δράση αποχώρησε το 1995.

Σημαντική ήταν η συμβολή του στη μελέτη πολλών αξιόλογων τεχνικών έργων στη χώρα μας, όπως είναι η υψηλή γέφυρα της Χαλκίδας, η δεύτερη γέφυρα του Ισθμού της Κορίνθου, η πρώτη ελληνική οδική σήραγγα στο Βραχάσι Λασιθίου, πολλά έργα οδοποιίας, ύδρευσης κ.λπ. Συμμετείχε επίσης σε επιστημονικές, αλλά και κοινωνικού χαρακτήρα, αποστολές του Ε.Μ.Π., όπως π.χ. στην περιοχή των Σκοπίων η οποία επλήγη από το σεισμό του Ιούλη του 1963, στον Άγιο Ευστράτιο (σεισμός Φλεβάρη 1968) και στη Νέα Επίδαυρο (σεισμός Σεπτέμβρη 1968).

### **Αντώνης Φραγκίσκος (1928-2015)**



Α. Φραγκίσκος

Ο Α. Φραγκίσκος γεννήθηκε στην Απείρανθο της Νάξου το 1928. Το 1948 μπήκε στο Ε.Μ. Πολυτεχνείο από το οποίο αποφοίτησε το 1953 ως Μηχανικός Μεταλλείων – Μεταλλουργός.

Συνέχισε στο Πανεπιστήμιο του Leeds της Αγγλίας για μεταπτυχιακές σπουδές. Το 1956 έλαβε τον τίτλο του Διδάκτορα (Ph.D) του Πανεπιστημίου Leeds. Ύστερα από τη λήψη του διδακτορικού και με πρόταση του Τμήματος παρέμεινε ακόμη ένα χρόνο στο Πανεπιστήμιο αυτό ως βοηθός ερευνητής, για διδασκαλία και έρευνα.

Το 1957 επέστρεψε στην Ελλάδα και εργάστηκε για ένα χρόνο στα μεταλλεία Κασσάνδρας (Στρατώνι Χαλκιδικής) ως Μηχανικός Παραγωγής και στα μεταλλεία Σερίφου (4 χρόνια) ως Διευθυντής.

Το 1958 διορίστηκε άμισθος και το 1963 έμμισθος επιμελητής στο Ε.Μ.Π. για το μάθημα του Εμπλουτισμού των Μεταλλευμάτων και την οργάνωση και συγκρότηση του αντίστοιχου Εργαστηρίου.

Το 1963 προσλήφθηκε στον τότε Ο.Β.Α. (Οργανισμό Βιομηχανικής Αναπτύξεως) κατόπιν ΕΤΒΑ (Ελληνική Τράπεζα Βιομηχανικής Αναπτύξεως) και ΓΕΜΕΕ (Γενική Εταιρεία Μεταλλευτικών και Ερευνητικών Εκμεταλλεύσεων Α.Ε.) όπου παρέμεινε μέχρι το 1968. Στην περίοδο αυτή ασχολήθηκε με μελέτες, επιβλέψεις μεταλλείων, έρευνες, και ίδρυσε τα εργαστήρια εμπλουτισμού της ΓΕΜΕΕ, τα οποία συνεισέφεραν σημαντικά στον εμπλουτισμό φτωχών ελληνικών μεταλλευμάτων.

Το 1966 υπέβαλε στο ΕΜΠ διατριβή για τις μεθόδους και εγκαταστάσεις εμπλουτισμού των φτωχών σιδηρομεταλλευμάτων Σερίφου, ενώ το 1968 έλαβε τον τίτλο του Υφηγητή του ΕΜΠ.

Τον Οκτώβρη του 1968 αποχώρησε από τη ΓΕΜΕΕ και προσλήφθηκε στο τότε Συγκρότημα Σκαλιστήρη στο οποίο εργάστηκε ως Προϊστάμενος του τμήματος Ερευνών και Ανάπτυξης μέχρι το 1978. Στην περίοδο αυτή διεξήχθη, υπό τις οδηγίες του, σημαντική έρευνα πάνω στον εμπλουτισμό ελληνικών μεταλλευμάτων: βωξίτη, πυρολουσίτη και βιομηχανικών ορυκτών, η οποία οδήγησε σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές και νέες τεχνολογικές βελτιώσεις. Επίσης, πρωτοστάτησε στη μελέτη και κατασκευή των αντιστοιχίων εργοστασίων και εγκαταστάσεων εμπλουτισμού του παραπάνω συγκροτήματος. Κατά τη διάρκεια της δικτατορίας απεχώρησε από τη θέση του επιμελητή στο ΕΜΠ.

Το 1974 επανήλθε στο Ε.Μ.Π. ως επιστημονικός συνεργάτης και το 1977 εκλέχτηκε από το σύλλογο των τακτικών καθηγητών του ΕΜΠ μόνιμος καθηγητής, στη νέα Έδρα του Εμπλουτισμού των Μεταλλευμάτων, ιδρύοντας το ομώνυμο εργαστήριο. Στη θέση αυτή υπηρέτησε μέχρι το 1996 οπότε και συνταξιοδοτήθηκε.

Το 1979 ανέλαβε καθήκοντα Διευθύνοντος Συμβούλου στη ΓΕΜΕΕ Α.Ε., όπου παρέμεινε μέχρι το 1982, οπότε ορίστηκε Αντιπρόεδρος του Δ.Σ. Την ίδια περίοδο μελέτησε, σχεδίασε και επέβλεψε την κατασκευή, ενώ παράλληλα έθεσε σε λειτουργία το Εργοστάσιο Εμπλουτισμού Χρωμίτη στη Σκούμτσα Κοζάνης της εταιρείας Ελληνικά Σιδηροκράματα (ΕΛΣΙ).

Το 1984 εκλέχτηκε Πρόεδρος του Τμήματος Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών.

Ήταν μέλος της Ομάδας Επαφής για τις Ορυκτές Πρώτες Ύλες στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα κατά το διάστημα 1980-1984.

Το χρονικό διάστημα 1984-1989 υπήρξε μέλος του Δ.Σ. του συγκροτήματος Σκαλιστήρη, Πρόεδρος του Δ.Σ. της ΕΛΕΒΜΕ Α.Ε, Πρόεδρος του Δ.Σ. της ΓΕΜΕΕ και Πρόεδρος του Δ.Σ. της ΕΥΔΑΠ. Κατά τη θητεία του στην ΕΥΔΑΠ προέβλεψε την εμφάνιση προβλήματος λειψυδρίας στην Αθήνα και πρότεινε την εκτέλεση ενισχυτικών γεωτρήσεων νερού για την κάλυψη των αναγκών της Αθήνας. Με τις γεωτρήσεις αυτές που εκτέλεσε το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) εξασφαλίστηκε κατά μεγάλο ποσοστό η υδροδότηση της Αθήνας την περίοδο της μεγάλης λειψυδρίας, στις αρχές της δεκαετίας του '90.

Το 1986 εκλέχτηκε Αντιπρύτανης στο Ε.Μ.Π., ενώ τον Ιούλιο του 1987 ορίστηκε από την Σύγκλητο Πρύτανης του Ε.Μ.Π., όπου παρέμεινε μέχρι το Σεπτέμβριο του 1988 που έληξε η θητεία του.

Το 1990 ορίστηκε εκπρόσωπος στη Συμβουλευτική Επιτροπή του Προγράμματος Πρώτων Υλών και Ανακύκλωσης, θέση στην οποία παρέμεινε μέχρι

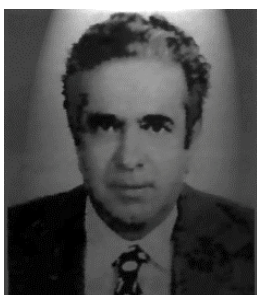
το 1993. Υπηρέτησε ως Πρόεδρος του ΙΓΜΕ, από το 1993 έως το 1995. Από το 1995 μέχρι το 2004 διετέλεσε Τεχνικός Σύμβουλος της εταιρείας ΛΑΡΚΟ Α.Ε.

Το 2000, η Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών και η Πρυτανεία του ΕΜΠ τον τίμησαν σε ειδική εκδήλωση, με την έκδοση τιμητικού τόμου για την πολυετή και πολύπλευρη προσφορά του στο Ίδρυμα.

Το 2001 η Ελληνική Γεωλογική Εταιρεία του απένειμε τιμητική διάκριση για τη συμβολή του στην ανάπτυξη του Ελληνικού Ορυκτού Πλούτου και για τη μακρόχρονη και ουσιαστική συνεισφορά του στην εκπαίδευση των Ελλήνων Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών.

Το 2004, στον εορτασμό των 80 χρόνων του Συνδέσμου Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων, τιμήθηκε με βραβείο για την πολυετή ακαδημαϊκή και ευρύτερη επιστημονική του προσφορά στον κλάδο της Μεταλλευτικής και Μεταλλουργικής Βιομηχανίας.

### **Κυριάκος Μάστορης (1926-1998)**



Κ. Μάστορης

Ο Κ. Μάστορης γεννήθηκε στον Πειραιά το 1926. Τελείωσε την Ιωνίδειο Πρότυπο Σχολή του Πειραιά. Πήρε το δίπλωμα του Μηχανικού Μεταλλείων – Μεταλλουργού του ΕΜΠ το 1956. Εργάστηκε για μία τριετία στα μεταλλεία Βωξίται Παρνασσού. Το 1960 προσλήφθηκε στο ΙΓΕΥ όπου κατέλαβε και την ανώτατη θέση του Ινστιτούτου το 1977.

Πραγματοποίησε μεταπτυχιακές σπουδές στο Πανεπιστήμιο Newcastle upon Tyne της Αγγλίας. Αναγορεύθηκε Διδάκτωρ του ΕΜΠ το 1968 με θέμα διδακτορικής διατριβής «Υδρογεωλογική έρευνα εις την ασβεστολιθικήν περιοχήν Νοτίου Γκιώνας» και κατόπιν Υφηγητής ΕΜΠ το 1972. Εκλέχτηκε καθηγητής του ΕΜΠ το 1980.

Παρακολούθησε διάφορα σεμινάρια και ερευνητικές εργασίες στην Ελλάδα και το εξωτερικό.

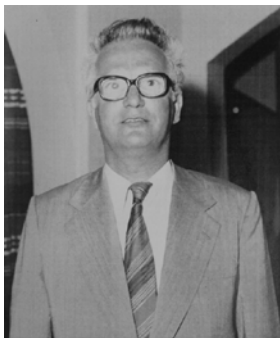
Συνεργάστηκε με διάφορα Πανεπιστήμια του εξωτερικού και ιδιαίτερα με το Πανεπιστήμιο Newcastle, στο οποίο ανέπτυξε μεγάλη δραστηριότητα, κυρίως στον τομέα της μεταλλευτικής έρευνας. Έδωσε πολλές διαλέξεις με θέματα κυρίως μεταλλευτικής έρευνας και έλαβε μέρος σε πολλά συνέδρια.

Δημοσίευσε πολλές εργασίες στην ελληνική και αγγλική γλώσσα στην Ελλάδα και στο εξωτερικό και συνέγραψε βοηθήματα για τους σπουδαστές.

Συμμετείχε σε διάφορες κρατικές επιτροπές για τα μεταλλεία όπως και σε Δ.Σ. μεταλλευτικών ή μεταλλουργικών εταιριών.

Μετείχε σε πολλές επιστημονικές εταιρείες, ως μέλος ή ως σύμβουλος.

### **Αθανάσιος Πανάγος (1926-1999)**



Α. Πανάγος

Ο Α. Πανάγος γεννήθηκε το 1926 στο Βελεστίνο Βόλου. Αποφοίτησε από το Α' Γυμνάσιο αρρένων Βόλου τον Ιούνιο του 1945. Ενεγράφη στο Φυσιογνωστικό Τμήμα της Φυσικομαθηματικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών το Σεπτέμβριο του 1947, και τον Ιούλιο του 1954 έλαβε το πτυχίο της Φυσικομαθηματικής Σχολής με το βαθμό «Άριστα».

Το Δεκέμβριο του 1955 διορίστηκε βοηθός του Εργαστηρίου Ορυκτολογίας και Πετρολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Εκπόνησε διδακτορική διατριβή με θέμα: «Πετρολογική μελέτη της περιοχής Αγυιάς εν ανατ. Θεσσαλία» και τον Ιούνιο του 1960 αναγορεύτηκε Διδάκτωρ των Φυσικών και Μαθηματικών επιστημών του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Το 1961 διορίστηκε επιμελητής του Εργαστηρίου Ορυκτολογίας και Πετρολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Το 1962 αναγορεύθηκε Διδάκτωρ των Φυσικών Επιστημών (Doktor der Naturwissenschaften) από το Ομοσπονδιακό Πολυτεχνείο Ζυρίχης (Eidg. Technische Hochschule), όπου εκπόνησε διδακτορική διατριβή με υποτροφία.

Το 1964 μετέβη στη Γερμανία στο Πανεπιστήμιο Χαϊδελβέργης και το 1966 στη Γαλλία, για μετεκπαίδευση στο B.R.G.M. (Bureau de Recherches Géologiques et Minières).

Το 1965 αναγορεύθηκε υφηγητής και το 1967 εντεταλμένος υφηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Από το Μάρτιο του 1969 μέχρι το Νοέμβριο του 1980 υπηρετεί ως τακτικός καθηγητής της Γεωλογίας και Διευθυντής του αντίστοιχου Εργαστηρίου Γεωλογίας, στο Πανεπιστήμιο Πατρών.

Διετέλεσε στη συνέχεια: Κοσμήτορας της Φυσικομαθηματικής Σχολής (1973 - 1974), καθώς και Αντιπρύτανης, Πρύτανης και Προπρύτανης του Πανεπιστημίου Πατρών (1976-1979). Στο Πανεπιστήμιο Πατρών οργάνωσε ένα πλήρες και σύγχρονο Εργαστήριο Γεωλογίας, ανάπτυξε μια αξιόλογη ερευνητική δραστηριότητα και με τη συμμετοχή του στη Διοίκηση του Ιδρύματος από το 1973 μέχρι το 1979, συνέβαλε αποφασιστικά στην ακαδημαϊκή και κτιριακή ανάπτυξή του.

Το 1980 έγινε καθηγητής Γεωλογίας στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Πάνω από 20 επιστήμονες εκπόνησαν διδακτορική διατριβή ή διατριβή για υφηγεσία υπό την καθοδήγησή του. Το 1995 εξελέγη τακτικό μέλος της Ακαδημίας Αθηνών στην

Έδρα των Φυσικοϊστορικών Επιστημών (Ορυκτολογίας-Πετρογραφίας) της τάξεως των Θετικών Επιστημών.

Διετέλεσε, επίσης, Πρόεδρος του Υπηρεσιακού Συμβουλίου του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.), τακτικό μέλος του Συμβουλίου Μεταλλείων του Υπουργείου Βιομηχανίας, μέλος του Δ.Σ. του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών ον (Ι.Κ.Υ.) και μέλος της Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Κρήτης.

Το επιστημονικό, ερευνητικό, συγγραφικό και διδακτικό του έργο υπήρξε πλουσιότατο.

### **Γεώργιος Σταμπολτζής (1927-2015)**



Γ. Σταμπολτζής

Ο Γ. Σταμπολτζής γεννήθηκε στην Αθήνα το 1927. Αποφοίτησε από το 8ο Γυμνάσιο Αρρένων Αθηνών και το 1954 έγινε Διπλωματούχος Μηχανικός Μεταλλείων – Μεταλλουργός του ΕΜΠ.

Από το 1954 έως το 1962 εργάσθηκε ως Μηχανικός Μεταλλείων στα μεταλλεία Χρωμίτου Κοζάνης και Ερέτριας Φαρσάλων (Τσαγκλί), στο μεταλλείο Μαγγανίου Δράμας και στα μεταλλεία Βωξίτη Ελευσίνας.

Από το 1962 έως το 1968 πραγματοποίησε μεταπτυχιακές σπουδές στη Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων του Πανεπιστημίου Κολούμπια (Columbia University) της

Νέας Υόρκης.

Το 1964 πήρε το Μεταπτυχιακό Δίπλωμά του (Master of Science) από τη Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων (Henry Krumb School of Mines), Τμήμα Εμπλουτισμού Μεταλλευμάτων (Mineral Engineering Department) και το 1968 το Διδακτορικό Δίπλωμα από το School of Engineering and Applied Science του Columbia University.

Από το 1969 έως το 1979 υπήρξε εκπρόσωπος της εταιρίας Ingersoll-Rand για την Ελλάδα και Κύπρο, Διευθυντής υποκαταστήματος της I.R. TECHNICAL & SERVICES στην Ελλάδα, ενώ από το 1979 έως το 1982 τεχνικός σύμβουλος της εταιρίας Ingersoll-Rand, ΑΒΡΑΣ Α.Ε.Β.Ε. και Μεταλλευτικής ΕΠΕ, πάνω σε θέματα μηχανικής πετρωμάτων, διάτρησης, όρυξης, δευτερογενούς θραύσης πετρωμάτων κ.λπ. Στη διάρκεια της εργασίας του ασχολήθηκε με προβλήματα και μελέτες: α) Διάτρησης πετρωμάτων σε επιφανειακές και υπόγειες εκμεταλλεύσεις λατομείων και μεταλλείων, β) Δευτερογενούς θραύσης πετρωμάτων, με μεγάλης ισχύος κρουστικές σφύρες φερόμενες πάνω σε υδραυλικούς βραχίονες, γ) Διάτρησης και όρυξης σηράγγων (οδικών, υδροηλεκτρικών έργων κ.λπ.) και υπόγειων εκσκαφών υδροηλεκτρικών έργων, δ) Ελεγχόμενης όρυξης πετρωμάτων σε έργα οδοποιίας, ανοικτών αγωγών, υπόγειων εκσκαφών και σηράγγων, ε) Εφαρμογών πεπιεσμένου

αέρα σε μεταλλεία, λατομεία, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, υδροηλεκτρικά έργα και σήραγγες, στ) Δομητική συμπύκνωση εδαφών σε έργα οδοποιίας, αεροδρόμια, φράγματα κ.λπ., ζ) Υδρογεωτρήσεων και ερευνητικών γεωτρήσεων.

Το 1982 ήρθε στο Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών του ΕΜΠ ως επιστημονικός συνεργάτης και στο τέλος της ίδιας χρονιάς διορίστηκε λέκτορας. Το 1987 έγινε επίκουρος καθηγητής και το 1992 αναπληρωτής καθηγητής στο οικείο Τμήμα.

Το εκπαιδευτικό βοήθημα «Μηχανική προπαρασκευή μεταλλευμάτων, βιομηχανικών ορυκτών και πετρωμάτων (Υδροαυτοκαθαρισμός, κατάτμηση, ταξινόμηση)» που συνέγραψε διδασκόταν επί σειρά ετών στους φοιτητές της Σχολής ΜΜΜ του ΕΜΠ.

Υπήρξε μέλος ελληνικών και διεθνών επιστημονικών οργανισμών όπως ο Σύλλογος Αποφοίτων της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Columbia της Νέας Υόρκης (Columbia Engineering School Alumni Association Inc.), η Ένωση Υποτρόφων Προγράμματος Φουλμπράϊτ (Association of Fulbright Scholars), ο Πανελλήνιος Σύλλογος Διπλωματούχων Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών (ΠΣΔΜΜΜ) και το Αμερικανικό Ινστιτούτο Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών και Μηχανικών Πετρελαίων (American Institute of Mining Metallurgical and Petroleum Engineers).

### **Πρόδρομος Αντωνιάδης (1942-2015)**



Π. Αντωνιάδης

Ο Π. Αντωνιάδης γεννήθηκε το 1942 στην Κερασιά Εδέσσης, όπου και ολοκλήρωσε τις γυμνασιακές του σπουδές. Μετέβη, ακολούθως, στη Γερμανία, όπου και αρχικά εργάστηκε. Μετά από εισαγωγικές εξετάσεις ενεγράφη στο Πανεπιστήμιο του Μονάχου. Τις σπουδές του στην Σχολή γεωεπιστημών στον κλάδο της Γεωλογίας ξεκίνησε την ακαδημαϊκή περίοδο 1964-65. Απέκτησε το προ-δίπλωμα της Σχολής το 1967 και το Δίπλωμα στα τέλη του 1969.

Από το 1970 υπηρέτησε στη γερμανική εταιρία Ερευνών (D.F.G.) ως ερευνητής προγράμματος, και τα πλούσια και θετικά αποτελέσματα της έρευνας αυτής αποτέλεσαν το κύριο μέρος της Διδακτορικής Διατριβής του, η οποία περατώθηκε τον Ιούνιο του 1975.

Στη συνέχεια, αφού υπηρέτησε τη στρατιωτική του θητεία, ξεκίνησε την επαγγελματική του καριέρα στο Ίδρυμα Μποδοσάκη (ΛΑΡΚΟ Α.Ε.) μέχρι το 1982, οπότε μεταπήδησε στο Ε.Μ. Πολυτεχνείο στη Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, ακολουθώντας όλες τις βαθμίδες της ακαδημαϊκής καριέρας μέχρι

την τελευταία του καθηγητή, επί 27 έτη. Συνέγραψε 3 βιβλία, συγγράμματα και πολλές δεκάδες επιστημονικών εργασιών, με κύριο επιστημονικό αντικείμενο τις ενεργειακές ορυκτές πρώτες ύλες με έμφαση στο λιγνίτη, οι περισσότερες των οποίων φιλοξενήθηκαν σε διεθνώς αναγνωρισμένα επιστημονικά περιοδικά.

### **Ελένη Μπαντέκα (1932 - 2009)**



Ε. Μπαντέκα

Η Ε. Μπαντέκα γεννήθηκε στην Αθήνα το 1932. Το 1951 εισήχθη στο Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π. και έλαβε το δίπλωμα το Χημικού Μηχανικού το 1956.

Το 1960 έλαβε υποτροφία από τη Γαλλική Κυβέρνηση για σπουδές στη Γαλλία. Από το 1956 έως το 1958 εργάστηκε στο Εργαστήριο Εδαφολογίας του Υπουργείου Γεωργίας και από το 1958 έως το 1965 στο Γενικό Χημείο του Κράτους.

Από το 1967 έως το 1969 ήταν έμμισθη ερευνήτρια στο Πανεπιστήμιο του Οχίο των Η.Π.Α., από όπου και απέκτησε μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών. Από το 1971 έως το 1982 ήταν Επιμελήτρια στο Ε.Μ.Π. Το 1974 έγινε Διδάκτωρ του Ε.Μ.Π. Το 1982 έγινε λέκτορας, το 1984 επίκουρος καθηγήτρια, το 1989 αναπληρώτρια καθηγήτρια και από το 1994 έως το 1996 καθηγήτρια στην ίδια Σχολή.

### **Αντώνης Κοντόπουλος (1944-1998)**



Α. Κοντόπουλος

Ο Α. Κοντόπουλος γεννήθηκε στα Χανιά της Κρήτης το 1944. Αποφοίτησε από τη Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου το 1967 και συνέχισε τις σπουδές του στο Πανεπιστήμιο McMaster του Καναδά, από το οποίο ανακηρύχθηκε Διδάκτωρ το 1971.

Το 1973 εντάχθηκε στο επιστημονικό προσωπικό του ΕΜΠ ως επιμελητής στο Εργαστήριο Φυσικοχημείας της ενιαίας τότε Σχολής Χημικών και Μεταλλειολόγων Μηχανικών.

Το 1982 εκλέχθηκε λέκτορας, το 1984 επίκουρος καθηγητής, το 1985 αναπληρωτής καθηγητής και το 1989 καθηγητής του Τμήματος Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών. Κατά τη διάρκεια της θητείας του, από τις θέσεις του Διευθυντή του Εργαστηρίου Μεταλλουργίας, Διευθυντή του Τομέα Μεταλλουργίας και Τεχνολογίας Υλικών, Προέδρου της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών και μέλους της Συγκλήτου του ΕΜΠ προσέφερε σημαντικά στη

λειτουργία και στην οργάνωση του Τμήματος Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών. Η διδακτική συνεισφορά του ήταν επίσης ιδιαίτερα σημαντική. Εισηγήσε και δίδαξε στο πρόγραμμα σπουδών μια πληθώρα μαθημάτων, όπως θερμοδυναμική, μεταλλουργικοί αντιδραστήρες, προσομοίωση μεταλλουργικών διεργασιών, μεταλλουργία μη σιδηρούχων μετάλλων, κεραμικά και πυρίμαχα, προστασία και αποκατάσταση περιβάλλοντος. Ο Α. Κοντόπουλος, ως ακαδημαϊκός δάσκαλος, μετέφερε την αγάπη για την έρευνα και την επιστήμη στους μαθητές του, πολλοί από τους οποίους εργάζονται σήμερα ως καθηγητές, ερευνητές και στελέχη του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα στην Ελλάδα και στο εξωτερικό.

Αξίζει ιδιαίτερα να αναφερθεί η συμβολή του στην ανάπτυξη της μεταλλευτικής και μεταλλουργικής βιομηχανίας στην Ελλάδα, η οποία ξεκινά το 1979 με τη συμμετοχή του στην επιτροπή μελέτης σκοπιμότητας ίδρυσης βιομηχανίας ανοξείδωτου χάλυβα στην Ελλάδα, και φτάνει μέχρι την ανάληψη της θέσης του Διευθύνοντα Συμβούλου της εταιρείας METBA.

Ο Α. Κοντόπουλος ήταν από τους πρώτους Έλληνες που αντιλήφθηκαν εγκαίρως τις ερευνητικές δυνατότητες και τις προοπτικές που άνοιξε στην Ελλάδα η ένταξή της στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αποτέλεσμα αυτού ήταν η έγκριση ήδη το 1983 του πρώτου ερευνητικού προγράμματος από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή με αντικείμενο την αξιοποίηση ελληνικών λατεριτών. Το πρόγραμμα αυτό ήταν η αρχή μιας σημαντικής ερευνητικής δραστηριότητας που χάρισε στον ίδιο, αλλά και στο Εργαστήριο Μεταλλουργίας του οποίου ήταν Διευθυντής, ευρύτερη διεθνή αναγνώριση. Η σχετική ερευνητική δραστηριότητα κάλυπτε μεγάλο εύρος προβλημάτων που αφορούν στην αξιοποίηση των πρώτων υλών, με ιδιαίτερη έμφαση, κατά τα τελευταία πέντε χρόνια της ζωής του, σε θέματα προστασίας περιβάλλοντος. Συνεργάστηκε με αναγνωρισμένα ερευνητικά κέντρα από όλη την Ευρώπη και την Αμερική, με πολλά Πανεπιστήμια και σημαντικές βιομηχανίες παραγωγής και επεξεργασίας πρώτων υλών. Ήταν από τους πρώτους που ξεκίνησαν την ερευνητική συνεργασία της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τις χώρες της πρώην Ανατολικής Ευρώπης, προτείνοντας λύσεις για τα μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα που είχαν συσσωρευτεί στις χώρες αυτές. Είχε σημαντική συμβολή στις ερευνητικές προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα των πρώτων υλών, αλλά και σε ειδικές αποστολές σε διάφορα μέρη του κόσμου με αντικείμενο την ερευνητική συνεργασία της Ευρώπης με τρίτες χώρες.

Είναι χαρακτηριστικές οι Διεθνείς Διακρίσεις, με τις οποίες τιμήθηκε: Το 1983 έγινε υπότροφος του ιδρύματος Fullbright για εκτέλεση έρευνας στο Πανεπιστήμιο Berkeley της California. Το 1995 τιμήθηκε με το μετάλλιο John Phillips του Οργανισμού Έρευνας και Μεταλλευτικής Βιομηχανίας (MIRO) της Μεγάλης Βρετανίας. Το 1997 έγινε μέλος της Ακαδημίας Επιστημών της Νέας Υόρκης. Λίγο

πριν το θάνατό του προσεκλήθη ως επισκέπτης καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Columbia των Η.Π.Α στην πολύ γνωστή Έδρα Μεταλλευτικής και Μεταλλουργίας των Η.Π.Α, της Έδρας Τεχνολογίας Γης και Περιβάλλοντος Henry Krumb.

Δίδαξε αρκετά μαθήματα της Σχολής και συνέγραψε ένα βιβλίο και διδακτικές σημειώσεις. Επέβλεψε μεγάλο αριθμό διπλωματικών εργασιών των Τμημάτων Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών, Μηχανολόγων και Ναυπηγών Μηχανικών.

Διετέλεσε Διευθυντής του Τομέα Μεταλλουργίας & Τεχνολογίας Υλικών (1990-1992) και Αντιπρόεδρος του Τμήματος MMM (1993-1994).

Υπήρξε μέλος του Δ.Σ. της Εταιρείας Αμμωνιακών Λιπασμάτων ΑΕΒΑΛ, της Εταιρείας "ΠΑΛΜΥΡΑ" Α.Ε., του Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών, των Ελληνικών Διυλιστηρίων Ασπροπύργου, της ΑΕΒΑΛ και του ΙΚΥ. Ήταν επίσης μέλος της επιτροπής ΥΒΕΤ για την αναθεώρηση του Μεταλλευτικού Κώδικα το 1989, Πρόεδρος του Κέντρου Έρευνας για Θέματα Ισότητας (ΚΕΘΙ), Μέλος Επιτροπής Κρίσεων Σπουδών της Αλλοδαπής (Δ.Ι.Κ.Α.Τ.Σ.Α.).

Από το 1996 ήταν αναπληρωματικό μέλος της Επιτροπής για το Αρχαίο Λαύριο, του Υπουργείου Πολιτισμού.

Ήταν ενεργό μέλος της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, της Ελληνικής Κεραμικής Εταιρείας, της Εταιρείας Τεχνολόγων Ορυκτών Πόρων, του Γ.Ε.ΩΤ.Ε.Ε., της Ελληνικής Εταιρείας Θερμικής Ανάλυσης (Ε.Ε.Θ.Α.), μέλος του Δ.Σ. του Κέντρου Έρευνας για Θέματα Ισότητας (Κ.Ε.Θ.Ι.), αλλά και ιδρυτικό μέλος του Ελληνογαλλικού Συνδέσμου για συνεργασία σε Επιστημονικά και Τεχνικά θέματα (Association Francohellénique pour la Coopération Scientifique et Technique).

### **Αναστασία Ορφανουδάκη (1942-2006)**



Α. Ορφανουδάκη

Η Α. Ορφανουδάκη γεννήθηκε στην Κρύα Βρύση Ρεθύμνης (Κρήτη) το 1942. Σπούδασε στο Φυσιογνωστικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Αθηνών, από όπου και αποφοίτησε το Μάρτιο του 1965 με βαθμό "Λίαν Καλώς". Από τον Αύγουστο του 1965 έως το Φεβρουάριο του 1966 εργάστηκε στην Διεύθυνση Αλιείας, του υπουργείου Βιομηχανίας, και από το 1966-1970 ως καθηγήτρια μέσης εκπαίδευσης. Από το Νοέμβριο του 1970 έως το 1988, εργάστηκε ως βοηθός στο Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών (Τομέας Γεωλογικών

Επιστημών) του Ε.Μ.Π., όπου και εκπόνησε της διδακτορική της διατριβή με θέμα "Οφιόλιθοι της νήσου Κρήτης". Με υποτροφίες της Γαλλικής Πρεσβείας μετεκπαιδεύτηκε το 1977 στο Institut Dolomieu της Grenoble, σε θέματα μικροσκοπίας μεταλλευμάτων, περιθλασιμετρίας ακτίνων-Χ, φασματοσκοπίας

ακτίνων-Χ φθορισμού και το 1983 στην Ecole des Mines, στο Παρίσι, σε θέματα Μικροσκοπίας μεταλλευμάτων. Το 1987 αναγορεύτηκε Διδάκτωρ του Ε.Μ.Π., με βαθμό «Άριστα». Το 1988 διορίστηκε ως λέκτορας, το 1997 ως επίκουρος καθηγήτρια και το 2006 εκλέχθηκε στη βαθμίδα της αναπληρώτριας καθηγήτριας του Τμήματος.

Δίδαξε πολλά προπτυχιακά και μεταπτυχιακά μαθήματα και συνέγραψε διδακτικές σημειώσεις για τους φοιτητές. Το επιστημονικό και ερευνητικό της έργο είναι σημαντικό. Πολλές από τις επιστημονικές της ανακοινώσεις αναφέρονται στη κεραμική τέχνη και τεχνολογία και έχουν εφαρμογή στη κεραμική βιομηχανία.

### **Βιβλιογραφία**

Αγατζίνη Σ, Συγκούνα – Νέου Π., Ξενίδης Α., Πασπαλιάρης Ι., Τσαΐμου Κ., Χαλικιά Η., Κομνίτσας Κ., Τιμητική έκδοση στη μνήμη του Αντώνη Κοντόπουλου, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ, Αθήνα 2004.

Ακαδημία Αθηνών, Βιογραφικόν σημείωμα, σπουδαί – τίτλοι – επιστημονική και τεχνική δραστηριότης, Λουκά Σ. Μούσουλου, τακτ. καθηγητού του Ε.Μ. Πολυτεχνείου, Αθήνα 1976.

Αυγουστίδης, Σ.Σ., Η σημασία των γεωεπιστημών στις αναπτυσσόμενες χώρες και οι ευρωπαϊκές γλώσσες ως μέσον ανάπτυξης, Πυρφόρος, Μάρτιος-Απρίλιος 1994.

Βαρνάβας Σ., Δερμιτζάκης Μ., Βαβελίδης Μ., Κονισπολιάτης Ν., Περισοράτης Κ., Τιμητική έκδοση για τον Αθανάσιο Γ. Πανάγο Καθηγητή του Ε.Μ.Πολυτεχνείου, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 1993.

ΔΕΗ, εξορύσσοντας το φώς...μνήμες και εικόνες από λιγνίτη, Λεύκωμα, Αθήνα 2010.

Ε.Ε.Τ.Ο.Π., Αθανάσιος Γ. Πανάγος, Ορυκτός Πλούτος, 93, 1991.

Ε.Ε.Τ.Ο.Π., Κυριάκος Μάστορης, Ορυκτός Πλούτος, 108, 1998.

Ε.Ε.Τ.Ο.Π., Σταύρος Κατράκης, Ορυκτός Πλούτος, 45, 1986.

Κουμαντάκης Ι., Ιωάννης Παπαγεωργάκης, Ομότιμος Καθηγητής Ε.Μ. Πολυτεχνείου, Ορυκτός Πλούτος, 103, 1997.

Μπορνόβας Ι., Ιωάννης Παπασταματίου, η ζωή και το έργο του, Αφιέρωμα στη μνήμη του Γιάννη Παπασταματίου, ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1986.

Νέου-Συγκούνα, Π., Αφιέρωμα, Λουκάς Μούσουλος, Πυρφόρος, Νοέμβριος-Δεκέμβριος 1993.

Παναγόπουλος Κ., Μπόσκος Ε., Τσάιμου Κ., Τσακαλάκης Κ., Αναστασάκης Γ., Τιμητική έκδοση για τον Ομότιμο Καθηγητή Α.Ζ. Φραγκίσκο, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ, Αθήνα 2005.

Παπαγεωργάκης Ι., Εξερευνητική αποστολή στη Γροιλανδία, Εκδόσεις Μαργαρίτα, Αθήνα 1967.

Πυρφόρος, Διακρίσεις, Στυλιανός - Σάββας Αυγουστίδης, Επίτιμο μέλος της Ρωσικής Ακαδημίας Φυσικών Επιστημών, Πυρφόρος, Ιούλιος-Οκτώβριος, 1993.

Τσάιμου Κ., Κονοφάγος Η.Κ., Δερμάτης Γ.Ν., Κωνσταντίνος Κονοφάγος (1912-1989), Μηχανικός Μεταλλείων-Μεταλλουργός, Καθηγητής και Πρύτανης του ΕΜΠ, Υπουργός Βιομηχανίας: Το βλέμμα του ανθρώπου και το βλέμμα του αργύρου στο Λαύρειο της Ναζιστικής Κατοχής, 170 χρόνια Πολυτεχνείο οι μηχανικοί και η τεχνολογία στην Ελλάδα, Β' Τόμος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2012.

Τσακαλάκης Κ., Προσωπικό αρχείο.

Φυτρολάκης Ν., Χαιρετισμός στον Καθηγητή Ζάχο Κυριακούλη κατά τη νεκρώσιμη ακολουθία, Ορυκτός Πλούτος, 103, 1997.



## **Διάσημοι και ...Μεταλλειολόγοι**

*Ηλιάνα Χαλικιά,*

*Καθηγήτρια Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ*

Η ενότητα αυτή αναφέρεται σε κάποιες προσωπικότητες, που μας είναι γνωστές από άλλες ιδιότητές τους και όχι από αυτήν του Μεταλλειολόγου, και που πιστεύουμε ότι αξίζει να γνωρίσουμε. Για παράδειγμα, όσον αφορά στον Ελλαδικό χώρο, γνωρίζατε ότι ο παλαιός πολιτικός *Πέτρος Πρωτοπαπαδάκης* εκ Νάξου, υπουργός οικονομικών και αργότερα Πρωθυπουργός, είχε σπουδάσει Μεταλλειολόγος, όπως και ο παλαιός Δήμαρχος Αθηναίων *Δημήτρης Σούτσος* της γνωστής εύπορης οικογένειας; Σπουδές Μεταλλειολόγου αλλά και απασχόληση ως Μηχανικοί Μεταλλείων είχαν ο γνωστός και για τη συγγραφική του ιδιότητα *Ανδρέας Κορδέλλας*, ο *Γεώργιος Φιξ* της γνωστής επιχειρηματικής οικογένειας ζυθοποιίας, αλλά και ο *Φωκίων Νέγρης*, που διετέλεσε Υπουργός οικονομικών, δήμαρχος Λαυρίου και πρώτος Πρόεδρος της Ακαδημίας Αθηνών, που μας είναι μάλλον περισσότερο γνωστός από την ομώνυμη οδό στην Κυψέλη.

Ίσως περισσότερο εντυπωσιαστούμε από τους ξένους διάσημους για άλλα επιτεύγματά τους, όμως Μεταλλειολόγους στις σπουδές και εν μέρει στο επάγγελμα. Ποιος δεν γνωρίζει τον Γερμανό λόγιο και επιστήμονα, ονομαζόμενο «πατέρα της ορυκτολογίας» τον *Γκεόργκιους Αγκρικόλα*, με το πιο γνωστό έργο του το "De re metallica"; Ή τον *Ζυλ Ανρί Πουανκαρέ*, τον κορυφαίο Γάλλο Μαθηματικό, θεωρητικό Φυσικό και Φιλόσοφο της επιστήμης; Μεταλλειολόγος σπούδασε και διέπρεψε στην έρευνα και στο επάγγελμα ο Γάλλος Χημικός *Ανρί Λουί λε Σατελιέ*, γνωστός σε όλους μας για την περίφημη «αρχή» του στη χημική ισορροπία. Ποιός το περίμενε ότι ο Αμερικανός εφευρέτης και επιχειρηματίας *Χέρμαν Χόλεριθ*, διάσημος για την ανακάλυψη του ηλεκτρομηχανικού πινακοποιητή καταγραφής δεδομένων με βάση διάτρητες κάρτες που απετέλεσε τον πρόδρομο των ηλεκτρονικών υπολογιστών, και ιδρυτής εταιρείας που αργότερα ονομάστηκε IBM, θα είχε σπουδές Μηχανικού Μεταλλείων; Μεταλλειολόγοι ήταν επίσης δύο διάσημοι πολιτικοί άνδρες της νεότερης ιστορίας, ο *Λεονίντ Ίλιτς Μπρέζνιεφ* που σπούδασε Μεταλλουργία και εργάστηκε ως Μεταλλουργός Μηχανικός στη Βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα της Ουκρανίας και ο *Χέρμπερτ Χούβερ*, ο 31<sup>ος</sup> πρόεδρος των ΗΠΑ, που σπούδασε Μηχανικός Μεταλλείων και εργάστηκε επιτυχημένα στο αντικείμενο για μία εικοσαετία περίπου, ως μηχανικός σύμβουλος και επιχειρηματίας, προτού εκλεγεί στο αξίωμα του Προέδρου των ΗΠΑ.

Ας σταθούμε συνοπτικά στις βιογραφίες αυτών των διασήμων Ελλήνων και ξένων μεταλλειολόγων, να μάθουμε για τη ζωή τους, τα έργα και την προσφορά τους, απ' όσες μπορέσαμε να έχουμε διαθέσιμες πληροφορίες.

## Έλληνες



Ο **Πέτρος Πρωτοπαπαδάκης** γεννήθηκε στην Νάξο στις 31 Δεκεμβρίου 1859. Σε ηλικία 14 ετών έμεινε ορφανός από πατέρα, αλλά παρά την χρηματική του ένδεια, φοίτησε στο γυμνάσιο της Σύρου εργαζόμενος για την αυτοσυντήρησή του. Τελειώνοντας το γυμνάσιο και έχοντας 600 δραχμές, αποφάσισε να μεταβεί στην Γαλλία για να σπουδάσει αστρονομία. Είχε την τύχη να έρθει σε επαφή με τον Δημήτριο Βικέλα και την ολιγομελή αλλά επιφανή οικονομικά παροικία των Ελλήνων στο Παρίσι. Αυτοί λαμβάνοντας υπό την προστασία τους τον νεαρό τότε Πρωτοπαπαδάκη τον στήριξαν οικονομικά και ηθικά ώστε να ολοκληρώσει τις σπουδές στην Πολυτεχνική Σχολή των Παρισίων το 1883, με ιδιαίτερη επίδοση στην Μηχανική και στα μαθηματικά.

Στην επιστράτευση του 1885 λόγω της κρίσης στην Ανατολική Ρωμυλία, παράτησε τις σπουδές του και κατατάχθηκε εθελοντής στον Ελληνικό στρατό. Συνεχίζοντας τις σπουδές του στην Γαλλία απέκτησε τον Ιούνιο του 1887 το ανώτατο δίπλωμα μεταλλειολόγου της Σχολής των Παρισίων. Επιστρέφοντας στην Ελλάδα εργάστηκε αρχικά στους σιδηρόδρομους, ενώ παράλληλα διορίστηκε καθηγητής στην στρατιωτική σχολή Ευελπίδων. Η πρώτη αξιοσημείωτη εργασία του ήταν η εποπτεία των εργασιών της διάνοιξης του Ισθμού της Κορίνθου. Με την αποπεράτωση του έργου, στα εγκαίνια ο Πρωτοπαπαδάκης παρασημοφορήθηκε από τον Βασιλιά Γεώργιο για την προσπάθειά του.

Εκλέγεται βουλευτής Νάξου το 1901 και επανεκλέγεται το 1906, οπότε γνώρισε τον Δ. Γούναρη και συνδέθηκε με ισχυρή προσωπική και πολιτική φιλία μαζί του. Το 1915 ορίζεται Υπουργός οικονομικών στην κυβέρνηση Γούναρη, απ' όπου παύθηκε το 1917 με την επιστροφή Βενιζέλου. Τότε ιδιώτευσε, ασχολούμενος με εκπόνηση μελετών. Στις εκλογές του 1920 επανεκλέγεται Βουλευτής Νάξου και ορίζεται εκ νέου από τον Γούναρη Υπουργός οικονομικών, εξ αιτίας της ραγδαίας επιδείνωσης της οικονομικής κατάστασης της χώρας. Απ' όταν ανέλαβε καθήκοντα (Ιανουάριος 1921), προσπάθησε σκληρά να μειώσει τα κρατικά έξοδα

στα απολύτως απαραίτητα. Συνέταξε σημαντικά νομοσχέδια όπως τα ακόλουθα: "περί φορολογίας καπνού", "περί ιδρύσεως καπνεργοστασίων", "περί παραχωρήσεως μεταλλείων", "περί καταργήσεως δηλώσεων και εκ γεωργικών επιχειρήσεων", "περί επιβολής λιμενικών φόρων", "περί εισπράξεως φόρων επί των αλιευμένων ιχθύων", "περί εισαγωγής ανθρακικής σόδας και άλατος" κ.λπ. "περί εξαγωγής ελαιολάδου" κ.λπ. Με μια σκληρή και αυστηρή κίνηση συγκέντρωσε στα κεντρικά ταμεία του κράτους τα 2/3 των συνολικών μετρητών από τα ταμεία όλων των επαρχιών της Ελλάδας. Είχε αναλάβει όμως ένα έργο που δεν ήταν ανθρωπίνως δυνατό να φέρει εις πέρας. Μετά την αποτυχία του δανεισμού από τους συμμάχους και την καταψήφιση από τη βουλή της πρότασής του, για παύση πληρωμών, όσον αφορά το εξωτερικό χρέος, αναγκάστηκε να καταφύγει στον εσωτερικό δανεισμό, τυπώνοντας (πληθωριστικό) χαρτονόμισμα 500.000.000 δραχμών. Είναι χαρακτηριστικό ότι το Μάρτιο του 1921, σε σύνολο κρατικών εσόδων 174 εκατομμυρίων δραχμών, τα 109.500.000 πήγαιναν για τις ανάγκες του στρατού. Από τον Απρίλιο ως τον Ιούλιο του 1921, το εκστρατευτικό σώμα στη Μικρά Ασία μέσω στρατολογίας αυξήθηκε σε 220.000 άνδρες. Τα οικονομικά της χώρας κατέρρευσαν και τον Φλεβάρη του 1922 το κρατικό έλλειμμα είχε αγγίξει τα 1,7 δισ. δραχμές. Όταν ζητήθηκε από τον Πρωτοπαπαδάκη να καταφέρει να εξασφαλίσει πάση θυσία χρήματα για το μέτωπο για έξι μήνες ακόμη, προκειμένου να ενισχυθεί η διαπραγματευτική δύναμη της χώρας (ο Γούναρης ως πρωθυπουργός στις διαπραγματεύσεις με τους Συμμάχους και τον Κεμάλ είχε φτάσει κοντά σε συμφωνία-συμβιβασμό: Η Ελλάδα θα αποχωρούσε από την Μικρά Ασία, θα κρατούσε την Ανατολική Θράκη και οι Σύμμαχοι θα αναλάμβαναν την προστασία των χριστιανικών πληθυσμών), εκείνος το κατάφερε με ένα από τα ευφύστερα οικονομικά μέτρα που πάρθηκαν ποτέ στην Ελληνική οικονομική ιστορία: διχοτομώντας το χαρτονόμισμα και χρησιμοποιώντας το μισό υπέρ ενός κρατικού δανεισμού. Το μέτρο αυτό είχε δύο γνωρίσματα πολύτιμα για την κατάσταση που αντιμετώπιζε το κράτος: αφ' ενός το κράτος απέφευγε να τυπώσει νέο χρήμα προστατεύοντας την αξία του κυκλοφορούντος νομίσματος, αφ' ετέρου η άντληση του εσωτερικού δανείου γινόταν άμεσα και χωρίς εξαιρέσεις.

Πρώτος δε, εντός κοινοβουλίου όταν ψηφίστηκε το σχετικό νομοσχέδιο, ο Πρωτοπαπαδάκης είχε φροντίσει να έχει 100.000 δραχμές από τα προσωπικά του χρήματα σε χαρτονομίσματα, τα οποία διχοτόμησε. Το πρωτοποριακό αυτό μέτρο επαινέθηκε από τον ίδιο τον Λόυδ Τζώρτζ στην Αγγλική Βουλή των κοινοτήτων και απέσπασε τον θαυμασμό του Ευρωπαϊκού Τύπου. Ο Ελευθέριος Βενιζέλος δήλωσε σχετικά στην Βουλή των Ελλήνων το 1932: "...την ανδρικήν πράξιν την οποίαν έκαμεν ο Πρωτοπαπαδάκης εις το να προτιμήσει να κόψει το χαρτονόμισμα στα δύο παρά να αρχίσει να εκτυπώνει χαρτονομίσματα και να

καταντήσει την δραχμήν στην τύχη του μάρκου...". Το μέτρο αυτό, έσωσε τη χώρα από τη χρεοκοπία και συντήρησε το στρατό στο μέτωπο ως την κατάρρευση του. Ο Βασιλιάς Κωνσταντίνος απένειμε τον Μεγαλόσταυρο Γεωργίου Α΄ στον Πρωτοπαπαδάκη, "δια τας μεγάλας προς την πατρίδα υπηρεσίας" (ήταν η πρώτη φορά που δόθηκε τέτοια διάκριση σε πολιτικό πρόσωπο). Αυτό ήταν και το μέγιστο σημείο της πολιτικής του σταδιοδρομίας. Τον Μάιο του 1922 αναλαμβάνει Πρωθυπουργός (παρά τις αντιρρήσεις του) μετά την καταψήφιση στην βουλή της κυβέρνησης Γούναρη. Την τρίμηνη θητεία του την σύνδεσε με την (ορθή) απομπομπή του Αρχιστράτηγου Παπούλα και την (λανθασμένη) οργάνωση εκστρατείας για την κατάληψη της Κωνσταντινούπολης. Τον Αύγουστο του 1922 επήλθε η κατάρρευση του μετώπου. Ο Πρωτοπαπαδάκης παραιτήθηκε και ανέλαβε ο Τριανταφυλλάκος. Τα γεγονότα μετά εκτυλίχθηκαν ραγδαία, με τους Βενιζελικούς πολιτικούς να ανακάμπτουν και να συλλαμβάνουν τους Γουναρικούς, μεταξύ αυτών και τον Πρωτοπαπαδάκη, με την κατηγορία της εσχάτης προδοσίας. Στη δίκη των «έξι» που ακολούθησε, ο Πρωτοπαπαδάκης κατέρριψε όλες τις κατηγορίες εναντίον του και για την κατηγορία της εσχάτης προδοσίας απάντησε: «Αντί της απολογίας κύριοι στρατοδίκαι επί της κατηγορίας της εσχάτης προδοσίας, η οποία μας απεδόθη, επιτρέψατέ μοι να εκφέρω μίαν ευχήν: Επιτρέψατέ μου να ευχηθώ, όπως ο εξευτελισμός τον οποίον υπέστησαν σήμερα τα ανώτατα αξιώματα του κράτους εν τω πρόσωπό μου και εν τω προσώπω των συναδέλφων μου, μη παρεμποδίση όσους ακόμη δύνανται να προσφέρωσι υπηρεσίας εις την πατρίδα, να τας προσφέρει». Στις 15 Νοεμβρίου 1922 βγήκε η απόφαση για την εκτέλεση των έξι, που έγινε στο Γουδί. Αυτό ήταν το τέλος ενός μορφωμένου ανθρώπου, τεχνοκράτη, καλού επιστήμονα, με ακεραιότητα χαρακτήρα, εντιμότητα και ήθος πανθομολογούμενα. Πρόσφατα οι έξι εκτελεσθέντες αποκαταστάθηκαν με απόφαση του Αρείου Πάγου.



Για τον **Δημήτρη Σούτσο** είναι λίγα τα βιογραφικά δεδομένα που είχαμε στη διάθεσή μας. Γεννήθηκε στην Αθήνα στις 24 Οκτωβρίου του 1845 και ήταν γιος του Σκαρλάτου Σούτσο, υποστράτηγου και γόνου της εύπορης οικογένειας Σούτσο, και της Ελπίδας Καντακουζηνού, κόρης του Αλέξανδρου Καντακουζηνού, πολιτικού και κτηματία. Σπούδασε φιλοσοφία και μαθηματικά στο Πανεπιστήμιο Αθηνών και μηχανική και Μεταλλειολογία στο Παρίσι. Εξαιρετικές σπουδές, επαναστατική διάθεση και αγάπη για την Αθήνα

ήταν τα χαρακτηριστικά του Δημητρίου Σούτσου. Πολέμησε στο επαναστατικό κίνημα του 1878 στη Θεσσαλία επικεφαλής σώματος 400 Αθηναίων εθελοντών και τραυματίστηκε. Ιδιώτευσε ως νομομηχανικός. Εξελέγη δήμαρχος Αθηναίων για πρώτη φορά στις 11 Μαΐου 1879 σε ηλικία 33 ετών, επικρατώντας των πλέον διακεκριμένων εκπροσώπων των μεγαλοαστών και παραμένοντας στη θέση αυτή μέχρι και τις 30 Σεπτεμβρίου 1887. Συγκρούστηκε σφοδρά με την κεντρική εξουσία, εκπροσώπησε τις λαϊκές τάξεις και τους οικονομικά αδύνατους, αποκτώντας το προσωνύμιο «δήμαρχος των λούστρων». Συνέδεσε το όνομά του με σημαντικά έργα (Δεξαμενή Λυκαβηττού, ανέγερση νέας Δημοτικής Αγοράς) και την καθιέρωση των λαϊκών διαδηλώσεων. Οι πολιτικοί του αντίπαλοι κατόρθωσαν να τον προσάγουν σε δίκη για απιστία και απάτη, αλλά ο Σούτσος αθωώθηκε πανηγυρικά και έμεινε στην ιστορία της Αθήνας ως ένας από τους πιο αξιόλογους δημοτικούς άρχοντες. Υπήρξε κληρονόμος τεράστιας κτηματικής περιουσίας, μεγάλο μέρος της οποίας πούλησε στον Ανδρέα Συγγρό. Απεβίωσε στο Φάληρο στις 18 Σεπτεμβρίου του 1904, σε ηλικία 58 ετών, από καρδιακό νόσημα που οφειλόταν σε παλιό τραύμα.



Άμεση σχέση με την ανάπτυξη της μεταλλευτικής και της μεταλλουργίας στη χώρα μας και συγκεκριμένα στο Λαύριο, είχε ο συγγραφέας και Μεταλλειολόγος Μηχανικός **Ανδρέας Κορδέλλας** που υπήρξε ο εμπνευστής της ίδρυσης του νεότερου μεταλλευτικού Λαυρίου και για τον οποίο έχουμε ένα συνοπτικό βιογραφικό σημείωμα. Γεννήθηκε στη Σμύρνη στις 30 Νοεμβρίου του 1836. Φοίτησε στη Βασιλική Βιομηχανική Σχολή του Zittau της Σαξονίας από το 1852 έως το 1855 και στη συνέχεια στη μεταλλειολογική Σχολή της Ακαδημίας του Φράιμπεργκ (Bergakademie). Αποφοίτησε το 1858. Το 1860 επέστρεψε στη Σμύρνη όπου παρέμεινε για μικρό χρονικό διάστημα και την ίδια χρονιά εγκαταστάθηκε στην Αθήνα. Σύντομα έγινε μέλος της επιστημονικής ομάδας που προετοίμασε το νόμο περί μεταλλείων. Το Δεκέμβριο του 1860 μετέβη για πρώτη φορά στην περιοχή του Λαυρίου και στη

συνέχεια προετοίμασε την πρώτη έκθεση για τα μεταλλεία της περιοχής. Ήταν ο πρώτος που διέβλεψε την οικονομική προοπτική που υπήρχε από την ανάτληξη των σκουριών και την επεξεργασία των απορριμμάτων στο Λαύριο. Ορμώμενος από τις εκθέσεις του Κορδέλλα, ο I. B. Serpieri ιδρύει το 1864 τη μεταλλουργική εταιρεία Roux-Serpieri-Fressynet C.E., όπου ο Α. Κορδέλλας τοποθετείται στη θέση

του μηχανικού παραγωγής. Διετέλεσε διευθυντής της Μεταλλουργικής Εταιρείας Λαυρίου κατά την περίοδο 1887-1891. Ασχολήθηκε επίσης με το πρόβλημα της ύδρευσης της πόλης των Αθηνών, ενώ το 1882 ανέλαβε την έδρα Ορυκτολογίας και Γεωλογίας στη Σχολή Ευελπίδων. Υπήρξε πολυγραφότατος. Μερικά από τα έργα του: *Ονομαστικόν επιστημονικόν όρων* (1883), *Ορυκτολογία* (1887), *Περιγραφή διαφόρων μεταλλευτικών προϊόντων του Λαυρείου και Ωρωπού εκτεθέντων κατά την γ' περίοδο των Ολυμπίων* (1875). Απεβίωσε το 1909 στην Αθήνα.

Για τον **Γεώργιο Φιξ**, πατέρα του ιδρυτή της γνωστής ζυθοποιίας Ιωάννη Φιξ τα μόνα στοιχεία που γνωρίζουμε είναι ότι ήταν βουαρικκής καταγωγής, Μεταλλειολόγος στο επάγγελμα, που εργάστηκε στα μεταλλεία της Κύμης και του Λαυρίου. Το 1862 δολοφονήθηκε στην Κύμη από ληστές και είναι θαμμένος στο νεκροταφείο Καθολικών στο Παλαιό Ηράκλειο.

Ο **Φωκίων Νέγρης** ήταν διακεκριμένος έλληνας Μεταλλειολόγος, Γεωλόγος και πολιτικός της εποχής, που συνέδεσε το όνομά του με τη μεταλλευτική δραστηριότητα στο Λαύριο, με μεταλλευτικές επιχειρήσεις και σημαντική πολιτική



σταδιοδρομία. Υπήρξε πρώτος Πρόεδρος της Ακαδημίας Αθηνών, διευθυντής της Μεταλλουργικής Εταιρείας Λαυρίου και εν συνεχεία Δήμαρχος της πόλης, ενώ ως Υπουργός οικονομικών, εισήγαγε σημαντικές μεταρρυθμίσεις στην κοινωνική ασφάλιση. Γεννήθηκε στην Κωνσταντινούπολη (1846) και ήταν γιος του Κωνσταντίνου Νέγρη, πρώτου καθηγητή στην έδρα των Μαθηματικών στο Πανεπιστήμιο Αθηνών. Καταγόταν από τις σπουδαίες φαναριώτικες οικογένειες Νέγρη, Καλλιμάχη και Υψηλάντη και ήταν δισέγγονος

του Κωνσταντίνου Υψηλάντη, ηγεμόνα της Βλαχίας, Μέγα Διερμηνέα της υψηλής πύλης και πατέρα των Δημητρίου και Αλεξάνδρου Υψηλάντη, και αδερφός του Θεόδωρου Νέγρη. Έζησε τα παιδικά του χρόνια στο Παρίσι αποπερατώνοντας τις εγκύκλιες σπουδές του στο Λύκειο Louis le Grand. Στη συνέχεια σπούδασε στην Πολυτεχνική Σχολή (Ecole Polytechnique) και στην Ecole de Mines καθώς και στη μαθηματική σχολή της Σορβόνης.

Το 1870 εγκατάσταθηκε στην Ελλάδα. Διετέλεσε μέλος του Δ.Σ. του Συνδέσμου Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων (Σ.Μ.Ε.), πρόεδρος της Εταιρείας Σιδηροδρόμων Αττικής, πρόεδρος του Ελληνικού Πολυτεχνικού Συλλόγου (1909 – 1919), πρόεδρος του Ελληνικού Συλλόγου της Κοινωνίας των Εθνών, επίτιμος διδάκτωρ των Φυσικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αθηνών και τακτικό μέλος, από ιδρύσεως, της Ακαδημίας Αθηνών. Ήταν παντρεμένος με την Ελένη Ρίζου – Νερουλού, εγγονή του Ιάκωβου Ρίζου – Νερουλού, και είχαν αποκτήσει μια κόρη, την Λουκία Νέγρη, σύζυγο του Ασημάκη Ζαΐμη. Εγγονός του ήταν ο Φωκίων Ζαΐμης, βουλευτής και υπουργός, και δισέγγονός του ο Ανδρέας Φ. Ζαΐμης. Στην Κυψέλη ένας δρόμος φέρει το όνομά του.

Το 1927 εξελέγη πρώτος Πρόεδρος της Ακαδημίας Αθηνών. Επίσης έγραψε πολλές μελέτες για το κλίμα και τα πετρώματα της Ελλάδος. Το 1904 ανέφερε την ύπαρξη αρχαίας πόλης στον υποθαλάσσιο χώρο της Ελαφονήσου μεταξύ της νήσου Ελαφονήσος και της παραλίας Πούντα Ελαφονήσου, στη νότια Λακωνία.

Το 1870 επιστρέφοντας στην Ελλάδα εργάστηκε ως γενικός έφορος των μεταλλείων του Λαυρίου για να αναλάβει εν τέλει το 1875 την διεύθυνση της Εταιρείας των Μεταλλουργείων του Λαυρίου (ελληνική εταιρεία), θέση στην οποία παρέμεινε μέχρι το 1886. Από την θέση αυτή πέτυχε την αναδιοργάνωση των υπηρεσιών, τον τεχνικό εξοπλισμό της και τη σιδηροδρομική σύνδεση Λαυρίου – Αθήνας. Το τελευταίο έργο ήταν αποτέλεσμα διευθέτησής του με τον Χαρίλαο Τρικούπη σχετικά με διαφορές του ελληνικού Δημοσίου και της Ελληνικής Εταιρείας και εκτελέστηκε από τους μηχανικούς της εταιρείας υπό την επίβλεψή του. Επανήλθε στην θέση του Γενικού Διευθυντή της εταιρείας το 1894 παραμένοντας μέχρι και το 1898. Το 1899 ανέλαβε την διεύθυνση της Α.Ε. Δημόσιων και Δημοτικών Έργων, σημαντικού κατασκευαστικού ομίλου της εποχής, του οποίου ήταν ιδιοκτήτης, συμμετέχοντας σε εκμεταλλεύσεις μεταλλείων (κοινοτικά μεταλλεία Λίμνης) και αναδιοργανώνοντας τα λιγνιτωρυχεία της Κύμης και τα ορυχεία λευκολίθου στο Μαντούδι της Εύβοιας. Εξελέγη για πρώτη φορά βουλευτής Αττικής στις εκλογές του 1887 και επανεξελέγη σε αυτές του 1899, 1905, 1906 και 1910. Χρημάτισε υπουργός οικονομικών στις κυβερνήσεις Αλέξανδρου Ζαΐμη (Κυβέρνηση Αλέξανδρου Ζαΐμη 1897: 1898 – 1899 & Κυβέρνηση Αλέξανδρου Ζαΐμη 1901: 1901 – 1902), υπουργός συγκοινωνιών στην κυβέρνηση Ζαΐμη (1916) καθώς και υπουργός εσωτερικών στην κυβέρνηση Ζαΐμη (1917). Είχε υπάρξει επίσης υποψήφιος δήμαρχος Αθηναίων καθώς και δήμαρχος Λαυρίου (1895 – 1898). Υπό την τελευταία του ιδιότητα διαδραμάτισε εξισοροπητικό ρόλο στην απεργιακή εξέγερση των μεταλλωρύχων της Καμάριζας του Λαυρίου. Κατά τη διάρκεια της θητείας του στο Υπουργείο οικονομικών συνάφθηκε σημαντικό

δάνειο με ικανοποιητικούς όρους για την Ελλάδα που διετέθη για την επέκταση του σιδηροδρομικού δικτύου της χώρας ενώ υπήρξε εμπνευστής του νόμου ΒΩΜΑ' «περί περιθάλψεως των εν τοις μεταλλείοις και μεταλλουργείοις παθόντων και των οικογενειών αυτών», νόμου που προσπάθησε να επεκτείνει σε όλους τους κλάδους της βιομηχανίας. Ο Φωκίων Νέγρης συγκαταλέγεται σε αυτούς που υποστήριζαν σθεναρά την αναγκαιότητα μιας νέας πολιτικής προσέγγισης των εργασιακών σχέσεων έχοντας ζήσει από κοντά, ως Δήμαρχος Λαυρίου, τις κοινωνικές εντάσεις της ταξικής πάλης στο Λαύριο. Απεβίωσε στην Αθήνα τον Ιανουάριο του 1928.

### Ξένοι



Ο **Georgius Agricola**, (24 Μαρτίου 1494-21 Νοεμβρίου 1555) ήταν Γερμανός καθολικός, λόγιος και επιστήμονας. Γνωστός ως ο «πατέρας της ορυκτολογίας», γεννήθηκε στο Γκλάουχαου της Σαξονίας. Το όνομα γέννησής του ήταν Georg Pawer (Bauer στη σύγχρονη γερμανική). Αγκρικόλα είναι η λατινική εκδοχή του ονόματός του, με το οποίο ήταν γνωστός όλη την ενήλικη ζωή του. Και τα τρία ονόματα Georg/ Georgius (από το ελληνικό Γεώργιος), Agricola και Bauer σημαίνουν «αγρότης» στις αντίστοιχες γλώσσες τους. Είναι κυρίως γνωστός για το βιβλίο του "De re metallica" (1556).

Προικισμένος με μία πρώιμη διάνοια, ο Αγκρικόλα αφιέρωσε από νωρίς τον εαυτό του στην άσκηση της «νέας μάθησης», με τέτοιο αποτέλεσμα, που στην ηλικία των 20 ετών, διορίστηκε Πρύτανης των Ελληνικών στην λεγόμενη Μεγάλη Σχολή του Zwischau και έκανε την εμφάνισή του ως συγγραφέας στην φιλολογία. Μετά από δύο χρόνια, εγκατέλειψε το διορισμό του για να συνεχίσει τις σπουδές του στη Λειψία, όπου, ως πρύτανης έλαβε την υποστήριξη του καθηγητή των κλασικών, Peter Mosellanus, ένα διάσημο ανθρωπιστή της εποχής του, με τον οποίο είχε ήδη αλληλογραφία. Εδώ, αφιερώθηκε στη μελέτη της ιατρικής, φυσικής και της χημείας. Μετά το θάνατο του Mosellanus, πήγε στην Ιταλία το 1524 έως το 1526, όπου πήρε το διδακτορικό του δίπλωμα. Επέστρεψε στο Zwischau το 1527 και επιλέχθηκε ως γιατρός της πόλης στο Joachimsthal, ένα κέντρο εξόρυξης και εργασιών τήξης, με αντικείμενο εν μέρει «να καλύψει τα κενά στην τέχνη της

θεραπείας» και εν μέρει για να δοκιμάσει ό,τι είχε γραφτεί για την ορυκτολογία με την προσεκτική παρατήρηση των μεταλλευμάτων και τις μεθόδους κατεργασίας τους. Η διεξοδική ενασχόλησή του στη φιλολογία και φιλοσοφία τον είχε συνηθίσει στη συστηματική σκέψη και αυτό του επέτρεψε από μελέτες και παρατηρήσεις των ορυκτών να κατασκευάσει ένα λογικό σύστημα, το οποίο άρχισε να δημοσιεύει το 1528. Το έργο του "Bermannus, sive de re metallica dialogus" («Bermannus, ή ένας διάλογος για τη μεταλλουργία»), (1530), που ήταν η πρώτη προσπάθεια για να αναγάγει τη γνώση που απέκτησε από την πρακτική εργασία σε επιστημονική πράξη, έκανε τον Agricola γνωστό. Το βιβλίο περιείχε μία αποκαλυπτική επιστολή από τον Erasmus στην αρχή του. Το 1530 ο Prince Maurice της Σαξωνίας τον διόρισε ως ιστοριογράφο με ένα ετήσιο επίδομα και μετεγκαταστάθηκε στο Chemnitz, στο κέντρο της εξορυκτικής βιομηχανίας, για να διευρύνει το φάσμα των παρατηρήσεών του. Οι πολίτες έδειξαν την εκτίμησή τους στη γνώση του, διορίζοντάς τον γιατρό της πόλης το 1533. Σε εκείνο το έτος, δημοσίευσε ένα βιβλίο για τα ελληνικά και ρωμαϊκά μέτρα και σταθμά, "De Mensuris et Ponderibus".

Επίσης, εξελέγη Δήμαρχος του Chemnitz. Η δημοτικότητά του όμως ήταν σύντομη. Το Chemnitz ήταν βίαιο κέντρο της προτεσταντικής κίνησης, ενώ ο Agricola ουδέποτε παρέκλινε από την υποταγή του στη Ρωμαιοκαθολική Εκκλησία. Έτσι αναγκάστηκε να παραιτηθεί. Τώρα ζούσε μακριά από τα επίμαχα κινήματα της εποχής, αφιερώνοντας τον εαυτό του εξ ολοκλήρου στη μάθηση. Το κύριο ενδιαφέρον του ήταν ακόμα στην ορυκτολογία, αλλά ασχολήθηκε επίσης με την ιατρική, τα μαθηματικά, καθώς και θεολογικά και ιστορικά θέματα, με βασικό ιστορικό του έργο να είναι το "Dominatores Saxonici a prima origine ad HANC aetatem", που δημοσιεύθηκε στο Φράιμπουργκ. Το 1544, δημοσίευσε το "De ortu et causis subterraneorum", στο οποίο έβαλε τα πρώτα θεμέλια της φυσικής γεωλογίας και επέκρινε τις θεωρίες των αρχαίων. Ωστόσο, υποστήριξε ότι μία ορισμένη "materia pinguis" ή «λιπαρή ύλη», μετά από ζύμωση από τη θερμότητα, έδωσε ζωή στα απολιθωμένα ορυκτά οργανικά σχήματα, σε αντίθεση με τα ορυκτά κοχύλια που ανήκαν σε ζώντα ζώα. Το 1545, ακολούθησε με την De natura eorum quae effluunt e terra. Το 1546 το De veteribus et Novis metallis, μία εμπειριστατωμένη θεώρηση για την ανακάλυψη και την εμφάνιση των ορυκτών, αλλά και ευρύτερα γνωστή ως De Natura Fossilium. Το 1548 το έργο De animantibus subterraneis και για τα δύο επόμενα χρόνια μία σειρά από μικρότερα έργα για τα μέταλλα.

Το πιο διάσημο έργο του, το "De re metallica libri xii" παρέμεινε ένα έργο πρότυπο και σηματοδοτεί το συντάκτη του ως έναν από τους καταξιωμένους Χημικούς της εποχής του. Είχε δημοσιευθεί το χρόνο μετά το θάνατό του, το 1556, αν και προφανώς ολοκληρώθηκε το 1550, αφού η αφιέρωση στον αδελφό του έχει

ημερομηνία 1550. Η καθυστέρηση στη δημοσίευση πιστεύεται ότι οφείλεται στο χρόνο που απαιτείτο για να ολοκληρωθούν οι ξυλογραφίες του βιβλίου. Το έργο είναι μία πλήρης και συστηματική πραγματεία για την εξόρυξη και την εξαγωγική μεταλλουργία. Δείχνει μεθόδους για την εξαγωγή μεταλλευμάτων από το έδαφος και των μετάλλων από το μέταλλευμα. Παραδέχθηκε το χρέος του σε αρχαίους συγγραφείς, όπως ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος και ο Θεόφραστος. Μέχρι εκείνη τη στιγμή, το έργο του Πλίνιου *Historia Naturalis* ήταν η κύρια πηγή πληροφόρησης για μέταλλα και τις τεχνικές εξόρυξης και ο Αγκρικόλα κάνει πολλές αναφορές στις ρωμαϊκές εργασίες. Στη Γεωλογία, ο Αγκρικόλα περιγράφει και απεικονίζει πώς εμφανίζονται φλέβες μεταλλεύματος μέσα και πάνω στο έδαφος, καθιστώντας την εργασία μία πρώιμη συμβολή στην ανάπτυξη της επιστήμης της γεωλογίας. Περιέγραψε την αναζήτηση φλεβών μεταλλεύματος και την εκτίμηση του μεγέθους τους με μεγάλη λεπτομέρεια, καθώς και την έκπλυση των μεταλλευμάτων ώστε να συλλέγονται βαρύτερα πολύτιμα μέταλλα, όπως ο χρυσός και ο κασσίτερος. Το έργο είναι επίσης ενδιαφέρον για την προβολή των πολλών νερόμυλων που χρησιμοποιούνται στον τομέα της εξόρυξης, όπως η μηχανή για την ανύψωση ανθρώπων και υλικών προς και από ένα φρεάτιο μεταλλείου. Οι νερόμυλοι βρήκαν εφαρμογές ιδιαίτερα στη θραύση μεταλλευμάτων για την απελευθέρωση των λεπτών σωματιδίων χρυσού και άλλων βαρέων ορυκτών, καθώς και για να κινήσουν γιγάντια φυσερά, για τον αερισμό των υπόγειων στοών. Περιέγραψε πολλές μεθόδους εξόρυξης, όπως το "fire-setting", δηλ. το άναμα φωτιάς στα μέτωπα των σκληρών βράχων. Ο καυτός βράχος κατόπιν ψυχόταν με νερό και το θερμικό σοκ τον εξασθένιζε αρκετά, ώστε να είναι εύκολη η απομάκρυνσή του. Ήταν μία επικίνδυνη μέθοδος όταν χρησιμοποιήθηκε σε υπόγειες στοές και αντικαταστάθηκε αργότερα από τα εκρηκτικά. Το έργο περιλαμβάνει, σε παράρτημα, τα γερμανικά ισοδύναμα για τους τεχνικούς όρους που χρησιμοποιούνται στο κείμενο της Λατινικής. Σύγχρονες λέξεις που προέρχονται από το έργο περιλαμβάνουν τον φθορίτη (από την οποία αργότερα ονομάστηκε το φθόριο) και το βισμούθιο. Σε ένα άλλο παράδειγμα, θεωρώντας το μαύρο βράχο του Schloßberg στο Stolpen να είναι ο ίδιος με τον βασάλτη του Πλίνιου του πρεσβύτερου, ο Αγκρικόλα του αποδίδει το ίδιο όνομα και έτσι προήλθε ο πετρολογικός όρος.

Το *De re metallica* θεωρείται ένα κλασικό γραπτό της Αναγεννησιακής μεταλλουργίας, αξεπέραστο για δύο αιώνες. Το 1912, το περιοδικό *Mining Magazine* (Λονδίνο) δημοσίευσε μια μετάφραση στα Αγγλικά. Η μετάφραση έγινε από τον Herbert Hoover (βλέπε παρακάτω).

Ο Αγκρικόλα παρέμεινε μέχρι το τέλος ένθερμος καθολικός, αν και όλο το Chemnitz είχε ακολουθήσει το Λουθηρανικό θρήσκευμα και λέγεται ότι η ζωή του

τελείωσε από ένα επεισόδιο που προήλθε σε μία έντονη συζήτηση με έναν προτεστάντη σοφό. Πέθανε στο Chemnitz στις 21 Νοεμβρίου του 1555. Ήταν τόσο βίαιες οι θρησκευτικές αντιπαραθέσεις στον τόπου του, που δεν του επιτράπη να ταφεί στην πόλη στην οποία είχε προσδώσει τόση λάμψη. Μέσα σε εχθρικές διαδηλώσεις, μεταφέρθηκε στο Zeitz, περίπου 50 χιλιόμετρα μακριά, και τάφηκε εκεί.



**Ο Henry-Louis le Chatelier** (1850-1936) ήταν Γάλλος Χημικός, που είναι περισσότερο γνωστός για την αρχή του le Chatelier, με την οποία προβλέπεται η επίδραση σε μία αντίδραση μίας μεταβολής στις συνθήκες της. Η αρχή του αποδείχθηκε ανεκτίμητη στη χημική βιομηχανία για την ανάπτυξη περισσότερο αποδοτικών χημικών διεργασιών. Γεννήθηκε στο Παρίσι από μία αστική καθολική οικογένεια, το πρώτο από έξι παιδιά. Ο

πατέρας του ήταν ο Γάλλος Μηχανικός Υλικών Louis Le Chatelier, πολύ σημαντικός άνθρωπος, που συνετέλεσε στη γέννηση της γαλλικής βιομηχανίας αλουμινίου, την εισαγωγή των διαδικασιών Siemens-Martin στη βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα και την ανάπτυξη των σιδηροδρομικών μεταφορών. Ο πατέρας του Le Chatelier επηρέασε βαθιά το μέλλον του γιού του, ο οποίος πήρε τις πρώτες γνώσεις μαθηματικών και χημείας από τον πατέρα του. Έτυχε προνομιούχου εκπαίδευσης. Παρακολούθησε το College Rollin απ' όπου απέκτησε προπτυχιακά διπλώματα και στη συνέχεια γράφτηκε στην Ecole Polytechnique το 1869. Την επόμενη χρονικά εισήλθε στο πρόγραμμα του μηχανικού μεταλλείων στην Ecole des Mines, στο Παρίσι, απ' όπου αποφοίτησε το 1873. Μετά από δύο χρόνια στην επαρχία ως Μηχανικός Μεταλλείων, επέστρεψε στην Ecole des Mines ως Λέκτορας Χημείας το 1877. Είχε στην διάθεσή του ένα πολύ καλά εξοπλισμένο εργαστήριο Χημείας που το χρησιμοποίησε συμμετέχοντας στην Firedamp Commission, που ασχολιόταν με την βελτίωση της ασφάλειας στα μεταλλεία. Έκανε πειράματα σε εκρηκτικά υλικά και δημοσίευσε τις πρώτες του επιστημονικές εργασίες. Οι έρευνές του αυτές τον οδήγησαν στη βελτίωση των μετρήσεων υψηλών θερμοκρασιών, με βάση την αρχή του θερμοζεύγους. Τελειοποίησε τη σύζευξη καθαρής πλατίνας με κράμα πλατίνας-ρόδιου και έτσι δημιουργήθηκε το θερμοηλεκτρικό πυρόμετρο γνωστό ως «του le Chatelier». Επίσης, προσάρμοσε το οπτικό πυρόμετρο για βιομηχανική

εφαρμογή. Συγχρόνως, εκείνη την περίοδο, ενδιαφερόταν για υδραυλικά συνδετικά υλικά (ασβεστόλιθο, τσιμέντο και κονιάματα). Ήταν σύμβουλος μηχανικός σε μια εταιρεία τσιμέντου, σήμερα γνωστή ως Lafarge Cement και η διδακτορική του διατριβή, που παρουσιάστηκε στη Σορβόνη το 1887 είχε ως θέμα μελέτης τα υδραυλικά κονιάματα. Με την εργασία αυτή καθιερώθηκε ως ειδικός στο αντικείμενο. Η αρχική επιστημονική δουλειά του le Chatelier οδήγησε στην πειραματική μελέτη της θερμοδυναμικής, διατυπώνοντας, το 1884, μία γενική αρχή που ορίζει πως τα συστήματα σε χημική ισορροπία διατηρούν τη σταθερότητά τους, τείνοντας να ελαχιστοποιήσουν τις μεταβολές που επιβάλλονται στις συνθήκες τους. Η αρχή αυτή τον οδήγησε να αναπτύξει μαθηματικές εξισώσεις για να περιγράψει συστήματα σε ισορροπία. Αναγνωρίζοντας αργότερα ότι ο Αμερικανός μαθηματικός Gibbs είχε ήδη διατυπώσει τον μαθηματικό αυτό φορμαλισμό, το 1899 κατέληξε να μεταφράσει την αρχική δουλειά του Gibbs.

Μέρος του έργου του ήταν αφιερωμένο στη βιομηχανία, επικεντρώνοντας στο πώς να εφαρμόσει την επιστήμη της Χημικής Θερμοδυναμικής στην ανάπτυξη βιομηχανικών διεργασιών. Παραδείγματος χάρη, για την αύξηση της βιομηχανικής παραγωγής της αμμωνίας, πρότεινε τη χρήση χαμηλής θερμοκρασίας και υψηλής πίεσης, σύμφωνα με την αρχή της χημικής ισορροπίας. Επίσης, το ενδιαφέρον του για βιομηχανικές εφαρμογές της χημείας τον οδήγησαν στην τελειοποίηση της οξυασετυλικής φλόγας, που πετυχαίνει τις εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες που απαιτούνται για τήξη και κοπή μετάλλων.

Η Μεταλλουργία είναι ένα επιστημονικό πεδίο στο οποίο βρίσκουν εφαρμογή οι θερμοδυναμικές θεωρίες. Ο le Chatelier εισήγαγε μεθόδους για την ανάλυση κραμάτων με βάση τη μεταλλογραφία και επίσης συνέβαλε στην έρευνα για τη χάραξη των διαγραμμάτων φάσεων. Όλα αυτά συνέβαιναν ενώ δίδασκε σε επιστημονικά ινστιτούτα στο Παρίσι. Το 1882 διορίστηκε ως Λέκτορας Χημείας στη φημισμένη Ecole Polytechnique και παρ' ότι η φιλοδοξία του ήταν να πάρει θέση καθηγητή εκεί, δεν το κατόρθωσε ποτέ. Στην Ecole des Mines όμως ήταν πιο ευπρόσδεκτος και έγινε καθηγητής στην βιομηχανική χημεία και τη Μεταλλουργία, όπου παρέμεινε μέχρι την αποχώρησή του. Δίδαξε επίσης στο Κολλέγιο της Γαλλίας και στη Σορβόνη.

Ένα μεγάλο μέρος της καριέρας του αφιέρωσε στο να συνδέσει την επιστήμη με τη βιομηχανική παραγωγή και η διδασκαλία του αφορούσε ως επί το πλείστον την «βιομηχανική επιστήμη», δηλαδή την επιστημονική μελέτη των φαινομένων στη βιομηχανία ώστε να μεγιστοποιηθούν οι παραγωγές. Τη δεκαετία 1903-1904 εκλέχθηκε πρόεδρος στην Societe d' Encouragement pour l' industrie National,

όπου εισήγαγε αυτές τις ιδέες του ως κατευθυντήριες γραμμές για τα ερευνητικά προγράμματα που εισήγαγε το ινστιτούτο.

Το 1904 ίδρυσε και ήταν εκδότης του επιστημονικού περιοδικού *Revue de Metallurgie*, που ήταν μέσο για τις ιδέες του στη βιομηχανική επιστήμη. Συνέβαλε άμεσα στην ανάπτυξη της βιομηχανίας, παρέχοντας τις υπηρεσίες του ως σύμβουλος σε ιδιωτικές εταιρείες. Το 1907 εκλέχθηκε μέλος της Γαλλικής Ακαδημίας Επιστημών. Αφιέρωσε πολύ χρόνο να διευθύνει την ερευνητική δουλειά των μαθητών του στη Σορβόνη και στην *Ecole des Mines*.

Συμμετείχε σε πληθώρα κυβερνητικών επιτροπών ως ειδήμονας, ειδικά σε θέματα εκρηκτικών υλικών και στρατιωτικού εξοπλισμού. Κατά τη διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου, συνέβαλε στην αναδιοργάνωση της παραγωγής οβίδων στα εργοστάσια πυρομαχικών. Μεγάλο μέρος από τα τελευταία χρόνια της ζωής του αφιέρωσε στο να προάγει τις θεωρίες του Αμερικάνου Μηχανικού *Frederick Taylor*, για την επιστημονική οργάνωση της εργασίας, μεταφράζοντας κείμενα του *Taylor* και δημοσιεύοντας δικά του άρθρα πάνω στο θέμα. Δημοσίευσε πολλά άρθρα, επιστημονικές εργασίες και ανακοινώσεις και ήταν συγγραφέας 11 επιστημονικών βιβλίων.



Ο **Jules Henri Poincaré** (1854-1912) ήταν ένας από τους κορυφαίους Γάλλους Μαθηματικούς και θεωρητικούς Φυσικούς, μηχανικός καθώς και Φιλόσοφος της Επιστήμης. Είναι γνωστός ως «πανεπιστήμονας» γιατί διέπρεπε σε όλα τα επιστημονικά πεδία, με τα οποία ασχολήθηκε στη διάρκεια της ζωής του.

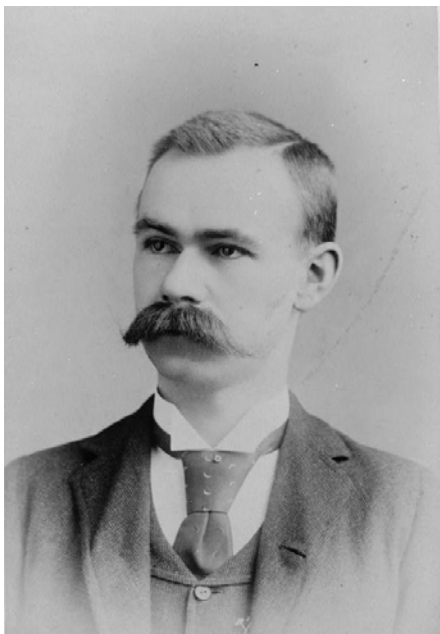
Ως Μαθηματικός και Φυσικός, συνέβαλε πρωτοπόρα και θεμελιακά στα αμιγώς και εφαρμοσμένα μαθηματικά, στη μαθηματική, φυσική και στην αστρομηχανική. Με την έρευνά του στο πρόβλημα των τριών σωμάτων, έθεσε τα θεμέλια της μοντέρνας θεωρίας του χάους. Ακόμη θεωρείται ένας από τους θεμελιωτές στον τομέα της τοπολογίας. Ήταν ο πρώτος που παρουσίασε τους μετασχηματισμούς *Lorentz* στη μοντέρνα τους συμμετρική μορφή. Πρώτος το 1905 εισήγαγε τα βαρυτομετρικά κύματα που προέρχονται από τα σώματα και διαδίδονται με την ταχύτητα του φωτός, όπως απαιτούσαν οι μετασχηματισμοί *Lorentz*. Ο Πουανκαρέ εισήχθη στην *Ecole Polytechnique* το 1873 και απεφοίτησε το 1875, όπου σπούδασε Μαθηματικά

και δημοσίευσε το πρώτο του άρθρο σε ηλικία 19 ετών. Από το Νοέμβριο του 1875 έως τον Ιούνιο του 1878, σπούδασε στην 'Ecole des Mines – παράλληλα με μαθηματικές σπουδές – και έλαβε το δίπλωμα του Μηχανικού Μεταλλείων το Μάρτιο του 1879.

Ως Μεταλλειολόγος προσελήφθη από την Corps des Mines με το αντικείμενο επιθεωρητού για την περιοχή Vesoul στην βορειοανατολική Γαλλία. Τον Αύγουστο του 1879 ήταν παρών στην μεγάλη συμφορά που συνέβη στο Magny, όπου έχασαν την ζωή τους 18 μεταλλωρύχοι και έφερε εις πέρας την επίσημη έρευνα του δυστυχήματος με χαρακτηριστικά ενδελεχή και ανθρώπινο τρόπο. Συγχρόνως, ο Πουανκαρέ ετοιμάζε το διδακτορικό του στα Μαθηματικά, στο πεδίο των διαφορικών εξισώσεων, όπου επινόησε ένα νέο τρόπο μελέτης των εξισώσεων αυτών, με βάση τις γεωμετρικές τους ιδιότητες, που έβρισκαν εφαρμογή στη μοντελοποίηση της συμπεριφοράς πολλαπλών σωμάτων με ελεύθερη κίνηση στο ηλιακό σύστημα. Δίδαξε Μαθηματικά στο Πανεπιστήμιο της Νορμανδίας και το 1881 δέχτηκε θέση Καθηγητή στο Université de Paris, όπου κατείχε τις έδρες Φυσικής και Πειραματικής Μηχανικής, Μαθηματικής Φυσικής και Θεωρίας Πιθανοτήτων, καθώς και αστρομηχανικής και αστρονομίας, ενώ από το 1883 έως το 1897 δίδαξε μαθηματική ανάλυση στην Ecole Polytechnique. Το 1881-1882 δημιούργησε ένα νέο κλάδο μαθηματικών, την ποιοτική θεωρία των διαφορικών εξισώσεων και με αυτήν προσέγγισε προβλήματα στην αστρομηχανική και μαθηματική φυσική. Σε ηλικία 32 ετών εκλέχθηκε στην Γαλλική Ακαδημία Επιστημών και έγινε πρόεδρος της το 1906, ενώ το 1909 εξελέγη στη Γαλλική Ακαδημία. Την ίδια χρονιά (1887) κέρδισε βραβείο Oscar II στο μαθηματικό διαγωνισμό για την ανάλυση του προβλήματος των τριών σωμάτων.

Το 1893 προσχώρησε στο γαλλικό Γραφείο Γεωγραφικού Μήκους, όπου ασχολήθηκε με τον συγχρονισμό της ώρας ανά τον κόσμο και μελέτησε την ίδρυση διεθνών ζωνών ώρας και συγχρονισμού της, μεταξύ σωμάτων σε σχετική κίνηση. Υπήρξε πρόεδρος της Astronomique Societe της Γαλλίας τη διετία 1901-1903. Συνέγραψε συνολικά τουλάχιστον 30 βιβλία και 500 άρθρα.

Παρ' όλη αυτή την μεγάλη καριέρα, ο Πουανκαρέ ποτέ δεν εγκατέλειψε τελείως την ιδιότητα του Μηχανικού Μεταλλείων. Εργάστηκε για 5 χρόνια (1881-1885) στο Υπουργείο Μεταφορών με αντικείμενο την ανάπτυξη του βόρειου σιδηρόδρομου. Έγινε αρχιμηχανικός της Corps de Minesto 1893 και γενικός επιθεωρητής το 1910. Το 1912 σε ηλικία 58 ετών πέθανε από εμβολή μετά από εγχείρηση προστάτη. Ο Γάλλος Υπουργός Παιδείας το 2004, πρότεινε η σωρός του Πουανκαρέ να μεταφερθεί από τον οικογενειακό τάφο στο Νεκροταφείο Montparnasse, στο Πάνθεον του Παρισιού, όπου κείτονται οι Γάλλοι πολίτες υψίστης τιμής.



Ο **Herman Hollerith** (1860-1929) ήταν Αμερικανός εφευρέτης που ανέπτυξε έναν ηλεκτρομηχανικό πινακοποιητή με βάση διάτρητες κάρτες για να συνεισφέρει στη συγκέντρωση πληροφοριών και αργότερα στη λογιστική. Ήταν ο ιδρυτής της εταιρείας Tabulating Machine, που συγχωνεύτηκε το 1911 με τρεις άλλες εταιρείες για να σχηματίσουν μία πέμπτη, την Computing – Tabulating – Recording Company, που αργότερα ονομάστηκε IBM. Ο Χόλεριθ θεωρείται μία από τις σημαντικότερες φυσιογνωμίες στην ανάπτυξη της επεξεργασίας δεδομένων. Η εφεύρεσή του για τη μηχανή πινακοποίησης με διάτρητες κάρτες σηματοδοτεί την αρχή της εποχής

των ημιαυτόματων συστημάτων επεξεργασίας δεδομένων και η ιδέα του επικράτησε στο πεδίο αυτό για σχεδόν έναν αιώνα.

Ο Χέρμαν Χόλεριθ ήταν γιος Γερμανού μετανάστη, του καθηγητή Georg Hollerith. Γεννήθηκε στο Buffalo της Ν. Υόρκης, όπου πέρασε την παιδική του ηλικία. Το 1875 εισήλθε το City College της Ν. Υόρκης και απεφοίτησε από τη Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων του Πανεπιστημίου Columbia το 1879, σε ηλικία 19 ετών. Το 1890 έλαβε το διδακτορικό του πάνω στην ανάπτυξη του συστήματος πινακοποίησης. Το 1882 εντάχθηκε στο MIT όπου δίδαξε Μηχανολογία και πραγματοποίησε τα πρώτα του πειράματα με διάτρητες κάρτες. Στα μέσα της δεκαετίας του 1880 εργάστηκε στα συστήματα φρένων των σιδηροδρόμων και ανέπτυξε αρκετές ευρεσιτεχνίες για ηλεκτρομαγνητικά φρένα με αέρα και για φρένα που λειτουργούν με κενό καθώς και για τις μεταλλικές αυλακωμένες σωληνώσεις. Έζησε στην Ουάσινγκτον, το Georgetown, όπου εκτός από το σπίτι του ήταν και το κτίριο της επιχείρησής του, όπου σήμερα η IBM έχει εγκαταστήσει αναμνηστική πλάκα.

Μετά από παρότρυνση του John Shaw Billings, ο Χόλεριθ ανέπτυξε έναν μηχανισμό, χρησιμοποιώντας ηλεκτρικές συνδέσεις, για τη λειτουργία ενός μετρητή που κατέγραφε πληροφορίες. Η κεντρική ιδέα ήταν ότι ένα δεδομένο μπορούσε να καταγραφεί με την παρουσία ή απουσία μίας οπής σε συγκεκριμένη θέση πάνω στην κάρτα. Για παράδειγμα, εάν μία ειδική θέση οπής δείχνει την οικογενειακή κατάσταση, τότε μία οπή εκεί μπορεί να σημαίνει έγγαμος, ενώ μη ύπαρξη οπής σημαίνει άγαμος. Ο Χόλεριθ διαπίστωσε ότι τα δεδομένα σε

συγκεκριμένες θέσεις σε μία κάρτα, τις γνωστές μας σήμερα σειρές και στήλες, θα μπορούσαν να μετρηθούν ή να ταξινομηθούν ηλεκτρομηχανικά. Μία περιγραφή αυτού του συστήματος «Ένα ηλεκτρικό σύστημα πινακοποίησης» ήταν η διδακτορική διατριβή που υποβλήθηκε από τον Χόλεριθ το 1889. Στις 8 Ιανουαρίου του ίδιου χρόνου, του χορηγήθηκε το Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας των ΗΠΑ με αριθμό 395.782.

Ο Χόλεριθ εν τω μεταξύ είχε αφήσει τη διδασκαλία και άρχισε να εργάζεται από το 1884 στο γραφείο απογραφών των ΗΠΑ, χρονιά στην οποία είχε υποβάλει των πρώτη του αίτηση για ευρεσιτεχνία, με τίτλο «Η τέχνη της συλλογής στατιστικών». Αρχικά, έκανε επιχειρήσεις με το δικό του όνομα, ως «The Hollerith Electric Tabulating System» που ειδικευόταν στον εξοπλισμό επεξεργασίας δεδομένων με διάτρητες κάρτες. Παρείχε πινακοποιητές και άλλες μηχανές, με σύμβαση, για το γραφείο απογραφών, που χρησιμοποιήθηκαν στην απογραφή του 1890. Το καθαρό αποτέλεσμα των σημαντικών μεταβολών από την απογραφή του 1880 και μετά (ο μεγαλύτερος πληθυσμός, τα στοιχεία που έπρεπε να συλλεγούν, ο αριθμός προσωπικού του γραφείου απογραφής, οι εκδόσεις εκλογικών καταλόγων και η χρήση των ηλεκτρομηχανικών πινακοποιητών του Χόλεριθ), ήταν να μειωθεί ο απαιτούμενος χρόνος της διενέργειας απογραφής από οκτώ σε έξι χρόνια. Το 1896 ίδρυσε την Tabulating Machine Company, που επανονομάστηκε έτσι το 1905. Πολλά μεγάλα γραφεία απογραφής σε όλο τον κόσμο, μισθώνουν τον εξοπλισμό του και αγοράζουν τις κάρτες του όπως και μεγάλες ασφαλιστικές εταιρείες. Οι μηχανές του Χόλεριθ χρησιμοποιήθηκαν για απογραφές στην Αγγλία, Ιταλία, Γερμανία, Ρωσία, Αυστρία, Καναδά, Γαλλία, Νορβηγία, Πουέρτο Ρίκο, Κούβα και Φιλιππίνες, καθώς και πάλι στην απογραφή των ΗΠΑ το 1900.

Εκτός από την μηχανή πινακοποίησης, εφηύρε τον πρώτο αυτόματο μηχανισμό τροφοδοσίας καρτών και τον πρώτο μηχανισμό ανοίγματος οπών μέσω ηλεκτρολογίου. Η μηχανή πινακοποίησης του 1890 ήταν ρυθμισμένη για να λειτουργεί μόνο με κάρτες της απογραφής του 1890. Ο αφαιρούμενος πίνακας ελέγχου του 1920, της επέτρεπε να κάνει διάφορες εργασίες χωρίς να χρειάζεται να κατασκευαστεί πάλι (το πρώτο βήμα προς τον προγραμματισμό). Αυτές οι εφευρέσεις ήταν μεταξύ των θεμελίων της βιομηχανίας επεξεργασίας δεδομένων και οι κάρτες του Χόλεριθ (που αργότερα χρησιμοποιήθηκαν για την είσοδο/έξοδο υπολογιστή) συνέχισαν να χρησιμοποιούνται για σχεδόν έναν αιώνα. Το 1911 τέσσερις εταιρείες, συμπεριλαμβανομένης της εταιρείας Χόλεριθ, συγχωνεύθηκαν για να σχηματίσουν μία πέμπτη εταιρεία την Computing – Tabulating – Recording Company (CTR). Το 1924 μετονομάστηκε σε International Business Machines Corporation (IBM).

Ο **Leonid Breschnew** (1906-1982) γεννήθηκε στην Ουκρανία από Ρώσους γονείς (πατέρας μεταλλεργάτης). Μετά την Ρωσική Επανάσταση του 1917, όπως πολλοί νέοι, έλαβε τεχνική εκπαίδευση αρχικά στη διαχείριση γης, ως Γεωμέτρης και στη συνέχεια στη Μεταλλουργία. Απεφοίτησε από την Dniprodzerzhynsk Metallurgical Technicum το 1935 και έγινε Μεταλλουργός Μηχανικός σε βιομηχανίες σιδήρου και χάλυβα της ανατολικής Ουκρανίας. Προσχώρησε στην Komsomol το 1923 και το 1929 έγινε ενεργό μέλος του Κομμουνιστικού Κόμματος της Σοβιετικής Ένωσης (CPSU).



Στρατολογήθηκε στην άμεση υπηρεσία στρατού κατά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο και έφυγε από το στρατό το 1946 με το βαθμό του Στρατηγού. Το 1952 έγινε μέλος της Κεντρικής Επιτροπής και το 1961 Γενικός Γραμματέας του Κομμουνιστικού Κόμματος, προεδρεύοντας τη χώρα μέχρι το θάνατό του το 1982. Επί κυβερνήσεώς του, η παγκόσμια επιρροή της Σοβιετικής Ένωσης αναπτύχθηκε έντονα, εν μέρει, εξαιτίας της επέκτασης του ρωσικού στρατού. Η αρχηγία του, σημαδεύτηκε με την έναρξη μιας περιόδου οικονομικής και κοινωνικής στασιμότητας στη Σοβιετική Ένωση, πιθανώς επειδή δεν προσπάθησε να φέρει ουσιαστικές οικονομικές μεταρρυθμίσεις,

με συνέπεια την εθνική παρακμή στα μέσα της δεκαετίας του 1970.

Η σημαντική αύξηση των στρατιωτικών δαπανών, οι οποίες κοντά στο θάνατό του, ανήλθαν στο 12,5% του ΑΕΠ της χώρας, οδήγησαν σε εξασθένηση του ΑΕΠ σε σχέση με τις δυτικές χώρες. Σταμάτησε την «Ανοιξη» της Πράγας και έστειλε σοβιετικό στρατό στο Αφγανιστάν για να σώσει το εύθραυστο καθεστώς, που πολεμούσε κατά των Μουτζαχεντίν. Το Δεκέμβριο του 1981 αποφάσισε να μην επέμβει στην Πολωνία, επιτρέποντας στην κυβέρνηση της χώρας να επιβάλλει στρατιωτικό νόμο και να φέρει ουσιαστικά το τέλος του δόγματος Μπρέζνιεφ. Μετά από χρόνια κλονισμένης υγείας, απεβίωσε στις 10 Νοεμβρίου του 1982. Δημοσκοπήσεις στην Ρωσία τον ανέδειξαν ως τον πιο δημοφιλή Ρώσο ηγέτη του 20<sup>ου</sup> αιώνα.



Ο **Herbert Hoover** (1874-1964) ήταν ο 31<sup>ος</sup> πρόεδρος των ΗΠΑ (1929-1933), του οποίου η θητεία σηματοδεύτηκε από την συντριβή του χρηματιστηρίου, σε λιγότερο από οκτώ μήνες από τότε που ανέλαβε καθήκοντα και την αρχή της μεγάλης ύφεσης. Κέρδισε τη φήμη ενός ανθρωπιστή, στη διάρκεια του Α΄ Παγκόσμιου Πολέμου, ηγούμενος των προσπαθειών αντιμετώπισης της πείνας, ως επικεφαλής της Αμερικανικής Διαχείρισης Περίθαλψης. Από εκεί μετακινήθηκε στη θέση του γραμματέα εμπορίου της Αμερικής και προώθησε την κατασκευή του St. Lawrence Seaway και το φράγμα του Χούβερ. Το 1928

εκλέχτηκε πρόεδρος των ΗΠΑ, αλλά οκτώ μήνες αργότερα συνέβη το κραχ του χρηματιστηρίου το 1929, που οδήγησε στη μεγάλη ύφεση. Οι πολιτικές του Χούβερ δεν μπόρεσαν να υπερβούν την οικονομική καταστροφή και την επερχόμενη απελπισία και έτσι έχασε την επανεκλογή του το 1932.

Το 1891 εισήχθη στο Πανεπιστήμιο Στάνφορντ, απ' όπου απεφοίτησε το 1895 με πτυχίο στη Γεωλογία. Στη συνέχεια, περίπου για είκοσι χρόνια, εργάστηκε ως Μηχανικός Μεταλλείων σε μεγάλο φάσμα έργων σε τέσσερις ηπείρους, αναδεικνυόμενος σε εξαιρετική επιχειρηματική διάνοια, αυξάνοντας την προσωπική του περιουσία κατά 4 εκατ. δολάρια.

Ένας ισόβιος ανθρωπιστής, ως ενήλικας ο Χούβερ βρέθηκε στη Κίνα, στην ανταρσία των Μπόξερ (1900) και οργάνωσε προσπάθειες φροντίδας για τους παγιδευμένους ξένους. Τέσσερα χρόνια αργότερα βοήθησε τους Αμερικανούς που βρέθηκαν στην Ευρώπη όταν άρχισε ο Α΄ Παγκόσμιος Πόλεμος και για τρία χρόνια μετά ηγήθηκε της επιτροπής φροντίδας στο Βέλγιο, βοηθώντας στην προμήθεια τροφής για 9 εκατ. Βέλγους, μετά την μαζική προέλαση των γερμανικών στρατευμάτων. Η αποτελεσματικότητά του παρακίνησε τον Πρόεδρο Ουίλσον να διορίσει τον Χούβερ επικεφαλής της Διοίκησης Τροφοδοσίας, που διένειμε αμερικανικά γεωργικά προϊόντα σε αμερικανικά στρατεύματα ανά τον κόσμο. Ο Χούβερ αργότερα τέθηκε επικεφαλής της Αμερικανικής Διοίκησης περίθαλψης που βοήθησε την Ευρώπη να επουλώσει τις πληγές του πολέμου. Κατόπιν, επιλέχθηκε ως γραμματέας εμπορίου από δύο προέδρους, οπότε ήταν η ωθούσα δύναμη για μεγάλα έργα, όπως St. Lawrence Seaway και το Φράγμα.

Έλαβε το χρίσμα των Ρεπουμπλικάνων για την προεδρία στις εκλογές του 1928, τις οποίες κέρδισε ενάντια στον Άλφρεντ Σμιθ, όμως το κραχ του χρηματιστηρίου το 1929 και η χειρότερη οικονομική κρίση στην αμερικανική ιστορία συνέβησαν επί κυβέρνησής του.

Στις εκλογές του 1932 έχασε από τον Φραγκλίνο Ρούσβελτ και δεν επανεξελέγη στην προεδρία των ΗΠΑ. Πέθανε στη Νέα Υόρκη το 1964, σε ηλικία 90 ετών.

Για να σταθούμε στην επαγγελματική του πορεία ως Μεταλλειολόγος, πέρα από την προηγούμενη ανασκόπηση για τη ζωή του, να αναφέρουμε ότι μετά την αποφοίτησή του εργάστηκε στα μεταλλεία χρυσού της Nevada City και της Grass Valley, στην Καλιφόρνια, πριν εργαστεί με την εταιρεία εξόρυξης Louis Janin. Το 1897 πήγε στη Δυτική Αυστραλία ως υπάλληλος της εταιρείας εξόρυξης χρυσού Bewick, Moreing & Co, που εδρεύει στο Λονδίνο. Εργάστηκε στα μεταλλεία χρυσού στο Big Bell, Cue, Gwalia, Menzies και Coolgardie. Οι συνθήκες δουλειάς του εκεί ήταν σκληρές, είχε όμως μισθό 5.000 δολάρια/μήνα. Παράλληλα, στη Δυτική Αυστραλία, αναζητούσε πεδία χρυσού για επενδύσεις. Διορίστηκε ως διευθυντής μεταλλείου σε ηλικία 23 ετών και διαχειρίστηκε ένα πρόγραμμα επέκτασης για το ορυχείο Gwalia, που έφερε πολλούς Ιταλούς μετανάστες για μείωση του κόστους και αντιμετώπιση του εργατικού κινήματος των Αυστραλών μεταλλωρύχων. Αντιτάχθηκε σε μέτρα όπως ο ελάχιστος μισθός και η αποζημίωση των εργαζομένων, θεωρώντας ότι είναι άδικο για τους ιδιοκτήτες. Το 1898 προήχθη από τους εργοδότες του σε συνεργάτη. Επέστρεψε για λίγο στην Αμερική, για να παντρευτεί την Lou Henry (με την οποία απέκτησε δύο παιδιά) και αμέσως μετά μεταβαίνει όχι στην Αυστραλία αλλά στην Κίνα, μετά από προαγωγή του από τη διοίκηση της εταιρείας. Η δουλειά του εκεί περιστράφηκε γύρω από τα τεράστια μεταλλεία Kaiping. Εργάστηκε ως αρχιμηχανικός για το κινεζικό Bureau of Mines και ως γενικός διευθυντής για την κινεζική Engineering and Mining Corporation. Αργότερα, εργάστηκε για την Bewick Moreing and Co ως επικεφαλής μηχανικός της εταιρείας, στην οποία το 1901 έγινε συνεταίρος και ήταν υπεύθυνος για διάφορες δραστηριότητες και επενδύσεις στην Αυστραλία. Ο Χούβερ ήταν ακόμη διευθυντής της κινεζικής Engineering and Mining Corporation (CEMC), όταν άρχισε να προωθεί μετανάστες ως εργατικό δυναμικό, από την Νοτιοανατολική Ασία για τα μεταλλεία της Νοτίου Αφρικής. Γύρω στο 1906 ο ολικός αριθμός εργατών μεταναστών έφτασε τις 50.000 σχεδόν όλοι προωθούμενοι από την CEMC. Όταν οι συνθήκες διαβίωσής τους και εργασίας τους έγιναν γνωστές, προκλήθηκαν αντιδράσεις και το σχέδιο εγκαταλείφθηκε το 1911. Το 1905 ίδρυσε την Zinc Corporation με άλλους συνεργάτες με σκοπό την εξαγωγή του ψευδαργύρου από τα απορρίμματα μετά την κατεργασία για παραλαβή αργύρου και μολύβδου, ο οποίος δεν μπορούσε να ανακτηθεί με την υπάρχουσα μέθοδο, λόγω προβλημάτων από την παρουσία

θείου. Με τη βοήθεια του Μεταλλουργού F.J. Lyster κατασκευάστηκε το πρώτο στον κόσμο εργοστάσιο εκλεκτικής επίπλευσης από την Zinc Corporation και η μέθοδος πατενταρίστηκε το 1912. Παρά τις δύσκολες συνθήκες εργασίας, ο Χούβερ και οι συνεργάτες του, έγιναν προμηθευτές της παγκόσμιας βιομηχανίας ψευδαργύρου και άλλων ζωτικών βασικών μετάλλων. Το 1908 ο Χούβερ έγινε ανεξάρτητος σύμβουλος μεταλλευτικής, ταξιδεύοντας ανά τον κόσμο, μέχρι το ξέσπασμα του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου, οπότε εγκατέλειψε την Bewick Moreing & Co και τελικά κατέληξε με επενδύσεις σε κάθε ήπειρο και γραφεία στο Σαν Φραντσίσκο, Λονδίνο, Νέα Υόρκη, Παρίσι και αλλού. Ειδικεύτηκε στην επαναλειτουργία των προβληματικών δραστηριοτήτων εξόρυξης, λαμβάνοντας ένα μερίδιο των κερδών σε αντάλλαγμα της τεχνικής και οικονομικής εμπειρίας του. Είχε το δεύτερο επιτυχημένο εγχείρημά του με την βρετανική εταιρεία Burma Corporation, που παρήγαγε επίσης άργυρο, μόλυβδο και ψευδάργυρο σε μεγάλες ποσότητες στο μεταλλείο Namtu Bawdwin, όπου το 1907 κόλλησε ελονοσία. Συνετέλεσε επίσης, στην αύξηση της παραγωγής χαλκού στο Kyshtym της Ρωσίας, με χρήση τήξης πυριτικών. Συμφώνησε κατόπιν να διευθύνει ένα από τα ρωσικά μεταλλεία Czar's, στα βουνά Altai, όπου τα οξειδωμένα μεταλλεύματα ψευδαργύρου, αργύρου, περιείχαν επίσης χαλκό και χρυσό. Όσο ζούσε στο Λονδίνο, πολλοί Βρετανοί γνωστοί του, τον αποκαλούσαν «ο σπινθηροβόλος αστέρας Χούβερ», αναγνωρίζοντας την πατριωτική ένταση του μηχανικού.

Στον ελεύθερο χρόνο του, ο Χούβερ έγραφε. Οι διαλέξεις του στα Πανεπιστήμια Columbia και Stanford δημοσιεύτηκαν το 1909 ως «Αρχές Μεταλλευτικής», που έγινε ένα πρότυπο εγχειρίδιο. Το βιβλίο αντανάκλα τη μετάβασή του σε προοδευτικά ιδανικά, καθώς υποστήριξε το οκτάωρο στην εργασία και την οργανωμένη εργασία. Επίσης, μαζί με τη σύζυγό του δημοσίευσαν το 1912 την αγγλική μετάφραση του κλασικού μεταλλευτικού του 1556 De re metallica. Αυτή η μετάφραση από τα λατινικά του αναγεννησιακού συγγραφέα Georgius Agricola είναι μέχρι σήμερα η σπουδαιότερη λόγια έκδοση. Ο Χέρμπερτ Χούβερ, δρώντας ως κύριος επενδυτής, χρηματιστής, μελετητής μεταλλείων και οργανωτής ανθρώπων, έπαιξε μεγάλο ρόλο στις σημαντικές μεταλλουργικές εξελίξεις που συνέβησαν στο Broken Hill την πρώτη δεκαετία του 20<sup>ου</sup> αιώνα, που είχαν μεγάλη επίδραση στην εξόρυξη και παραγωγή αργύρου, μόλυβδου και ψευδαργύρου. Είχε τη φήμη του «γιατρού των ασθενών μεταλλείων».

**Φωτογραφικό λεύκωμα**

*Επιμέλεια: Απόστολος Κούρτης,*

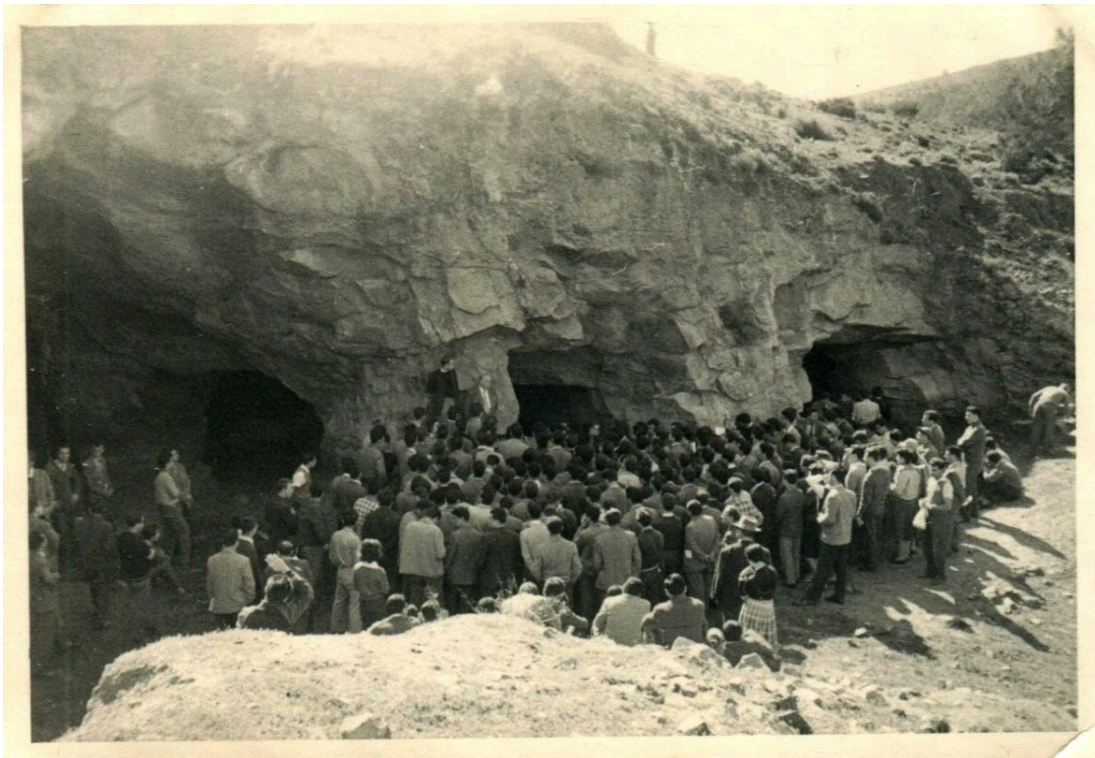
*Ε.ΔΙ.Π., Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ*



Ε.Μ.Π., 1957: Φοιτητές του Α' Έτους στα σκαλιά του ιστορικού κτηρίου Αβέρωφ  
(αρχείο Ι. Δραπανιώτη)



Ε.Μ.Π., 1958: Φοιτητές του Α' έτους στο μάθημα του Γραμμικού Σχεδίου  
(αρχείο Ι. Δραπανιώτη)



Λαύριο, 1959: Εκπαιδευτική εκδρομή φοιτητών Β' έτους με συνοδό τον καθηγητή Μ. Μητσόπουλο (αρχείο Ι. Δραπανιώτη)



Ε.Μ.Π., 1959: Φοιτητές Α' έτους σε κοινό μάθημα (Φυσική - Ειδικά Κεφάλαια) Αμφιθέατρο Κτιρίου Γκίνη, οδού Πατησίων. Διακρίνονται ο ομότιμος καθηγητής Μ. Ζευγώλης (φοιτητής Μ.Μ.Μ. τότε) και ο ομότιμος καθηγητής Δ. Ρόκος (φοιτητής Α.Τ.Μ. τότε) (αρχείο Μ. Ζευγώλη)



Αλιβέρι, 1960: Εκπαιδευτική εκδρομή Δ' έτους στο λιγνιτωρυχείο.  
Διακρίνεται ο καθηγητής Ι. Οικονομόπουλος (μηχανικός τότε)  
(αρχείο Ι. Δραπανιώτη)



Σουσάκι, 1961: Εκπαιδευτική εκδρομή στα θειωρυχεία  
Σχολή Χημ. Μηχανικών (Τμήματα: Μ.Μ.Μ. και Χ.Μ.).  
Διακρίνεται ο καθηγητής Ι. Παπαγεωργάκης (επιμελητής τότε)  
(αρχείο Μ. Ζευγώλη)



Ισθμός Κορίνθου, 1961: Εκπαιδευτική εκδρομή Β' έτους  
Διακρίνονται ο ομότιμος καθηγητής Μ. Ζευγώλης (φοιτητής Μ.Μ.Μ. τότε)  
και ο καθηγητής Η. Βαζαρλής (φοιτητής Χ.Μ. τότε)  
(αρχείο Μ. Ζευγώλη)



Ε.Μ.Π., 1963.: Εργαστήριο αναλυτικής χημείας.  
Διακρίνεται ο καθηγητής Α. Κοντόπουλος  
(αρχείο Α. Κοντόπουλου)



Λαύριο, 1964: Εκπαιδευτική εκδρομή Β΄έτους στα Μεταλλεία Λαυρίου  
(αρχείο Κ. Μελά)



Λίμνη Πλαστήρα, 1965: Εκπαιδευτική εκδρομή Γ΄έτους στο φράγμα Ταυρωπού με τον καθηγητή Ι.  
Παπασταματίου (αρχείο Κ. Μελά)



Σέριφος, 1969: Εκπαιδευτική εκδρομή με τον καθηγητή Σ. Αυγουστίδη  
(αρχείο Ν. Φυτρολάκη)



Σέριφος, 1970: Εκπαιδευτική εκδρομή με τον καθηγητή Σ. Αυγουστίδη.  
Διακρίνονται οι ομότιμοι καθηγητές Ν. Φυτρολάκης, Θ. Περράκη και η καθηγήτρια Μ. Αντωνίου  
(επιμελητές τότε)  
(αρχείο Ν. Φυτρολάκη)



Φωκίδα, 1971: Εκπαιδευτική εκδρομή στους Βωξίτες Παρνασσού με τον καθηγητή Ι. Οικονομόπουλο  
(αρχείο Ι. Οικονομόπουλου)



Θεσσαλονίκη, 1972: Εκδρομη Δ' έτους στη Βιομηχανία Χάλυβος με τον καθηγητή Λ. Μούσουλο.  
Διακρίνεται η ομότιμη καθηγήτρια Π. Νέου (επιμελητήτρια τότε)  
(αρχείο Π. Νέου)



Ε.Μ.Π., 1972: Μάθημα Β' έτους σε αίθουσα του Κτηρίου Γκίνη  
(αρχείο Μ. Λεονάρδου)



Λίμνη Πλαστήρα, 1973: Εκπαιδευτική εκδρομή Γ' έτους στο υδροηλεκτρικό φράγμα  
(αρχείο Μ. Λεονάρδου)



Σοβιετική Ένωση, 1974: Εκπαιδευτική εκδρομή Δ' έτους. Διακρίνεται ο ομότιμος καθηγητής Κ. Παναγόπουλος (επιμελητής τότε) και η καθηγήτρια Σ. Αγατζίνη – Λεονάρδου (φοιτήτρια τότε) (αρχείο Μ. Λεονάρδου)



Σέρφος, 1975: Εκπαιδευτική εκδρομή Β' έτους με τον καθηγητή Σ. Αυγουστίδη (αρχείο κ. Τσακαλάκη)



Σέριφος, 1975: Εκπαιδευτική εκδρομή Β' έτους. Διακρίνεται ο καθηγητής Κ. Τσακαλάκης (φοιτητής τότε)  
(αρχείο κ. Τσακαλάκη)



Βουδαπέστη, 1977: Εκπαιδευτική εκδρομή στην Ουγγαρία. Διακρίνεται η καθηγήτρια Α. Ορφανουδάκη  
(αρχείο Γ. Παναγιώτου)



**Β' Μέρος**

**Προκλήσεις και Προοπτικές  
για τη Σχολή**



## **Κατεύθυνση Μεταλλευτικής Τεχνολογίας**

### **Τρέχουσα Πραγματικότητα, Προοπτικές και Προτάσεις**

*Δημήτρης Δαμίγος,*

*Αναπληρωτής Καθηγητής Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ*

#### **1. Εισαγωγή**

Η Ελλάδα διαθέτει σημαντικό ορυκτό πλούτο που περιλαμβάνει βιομηχανικά ορυκτά, διακοσμητικούς λίθους, μεταλλεύματα βασικών και πολυτίμων μετάλλων και ενεργειακά ορυκτά. Η εκμετάλλευση των ΟΠΥ, στη νεοελληνική ιστορία, έχει μια ηλικία περίπου 150 ετών, όταν το Ελληνικό Κράτος αρχίζει να ασχολείται με την εκμετάλλευση των γνωστών τότε μεταλλείων, ιδιαίτερα του Λαυρίου, και εκδίδει στις 22 Αυγούστου 1861 τον πρώτο νόμο «Περί μεταλλείων ορυχείων και λατομείων». Κατά την περίοδο του Μεσοπολέμου ο ελληνικός μεταλλευτικός κλάδος αναπτύσσεται, παράλληλα με άλλους βιομηχανικούς κλάδους και με την κατασκευή σημαντικών έργων υποδομής. Ο Β΄ Παγκόσμιος Πόλεμος και η Κατοχή ανακόπτουν την ανοδική πορεία, πρακτικά μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '50. Η σημαντικότερη περίοδος στη νεώτερη μεταλλευτική ιστορία της Ελλάδος, είναι αυτή των δεκαετιών '60 και '70 καθώς εντοπίζονται νέα κοιτάσματα, εκσυγχρονίζονται οι εγκαταστάσεις με νέες επενδύσεις κεφαλαίων, η παραγωγή σχεδόν τετραπλασιάζεται και η εξορυκτική βιομηχανία καθίσταται ο πρώτος εξαγωγικός τομέας της χώρας. Στις αρχές της δεκαετίας του '80, όμως, ο μεταλλευτικός κλάδος, σε διεθνές επίπεδο, περνά μία από τις μεγαλύτερες κρίσεις του οδηγώντας πολλές ελληνικές μεταλλευτικές επιχειρήσεις σε δυσχερή θέση και ορισμένες από αυτές σε κλείσιμο. Τα προβλήματα συνεχίζουν να ταλανίζουν τον κλάδο και στο πρώτο ήμισυ της δεκαετίας του '90, εξαιτίας της παρατεταμένης διατήρησης των χαμηλών τιμών, σε συνδυασμό με τον αθέμιτο ανταγωνισμό από χώρες του τρίτου κόσμου και την Κίνα που διαθέτουν προϊόντα υπό συνθήκες dumping. Στο δεύτερο ήμισυ της δεκαετίας, ωστόσο, εμφανίζονται σημάδια ανάκαμψης με σημαντική αύξηση παραγωγής και πωλήσεων σε όλα γενικώς τα προϊόντα του κλάδου. Ιδιαίτερο ρόλο διαδραματίζουν στην εγχώρια αγορά, ως προς τον όγκο παραγωγής, ο λιγνίτης και τα αδρανή υλικά αλλά και τα μάρμαρα, ενώ αξιοσημείωτες επιδόσεις επιτυγχάνουν τα βιομηχανικά ορυκτά ([orykta.gr](http://orykta.gr)). Η ανοδική πορεία θα διατηρηθεί για μία περίπου δεκαετία λόγω των ευνοϊκών συνθηκών στο εσωτερικό της χώρας (έντονη κατασκευαστική δραστηριότητα για τους Ολυμπιακούς Αγώνες, άνθιση της ιδιωτικής οικοδομικής δραστηριότητας, σημαντικά έργα υποδομής) και διεθνώς (οικονομική ανάκαμψη αναπτυσσόμενων χωρών, υψηλοί ρυθμοί ανάπτυξης των αναδιδόμενων οικονομιών), οι οποίες οδηγούν σε αύξηση της ζήτησης των ΟΠΥ και, κατ' επέκταση, των τιμών. Η

ανοδική πορεία θα διακοπεί από το 2008, με την εκδήλωση της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης, ενώ στην Ελλάδα, ειδικότερα, από το 2010. Είναι χαρακτηριστικό ότι ορισμένοι κλάδοι, όπως π.χ. των αδρανών υλικών, θα εμφανίσουν μείωση της παραγωγής της τάξης του 80%. Πάντως, όπως παρουσιάζεται και στην επόμενη ενότητα, η επίδραση της κρίσης δεν ήταν το ίδιο σφοδρή σε όλες τις πτυχές του ελληνικού μεταλλευτικού κλάδου.

Ο κλάδος των ΟΠΥ συνεισφέρει περίπου το 2% του ελληνικού ΑΕΠ (Τζεφέρης, 2015). Οστόσο, υπάρχουν σοβαρές προοπτικές βελτίωσης, αφού ένας μεγάλος αριθμός κοιτασμάτων παραμένουν ανεκμετάλλευτα. Επιπλέον, αποτελεί αναπτυξιακό μοχλό πολλών άλλων δραστηριοτήτων αφού είναι αλληλένδετος με άλλους τομείς της οικονομίας και θεωρείται εθνικής σημασίας, καθώς συμβάλλει:

- στην εξισορρόπηση του εμπορικού ισοζυγίου λόγω του έντονου εξαγωγικού χαρακτήρα
- στην ενεργειακή ασφάλεια και αυτοδυναμία της χώρας (είναι χαρακτηριστικό ότι το 55% περίπου της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από τον εγχώριο λιγνίτη)
- στην απασχόληση (μέσω άμεσων κι έμμεσων θέσεων εργασίας) και
- στην ανάπτυξη εθνικών υποδομών και κατασκευαστικών έργων.

## **2. Η πορεία του εξορυκτικού κλάδου στην Ελλάδα και διεθνώς**

### **2.1 Βασικά μεγέθη του ελληνικού μεταλλευτικού κλάδου την τελευταία δεκαετία**

Παρά το μικρό μέγεθος της χώρας και την επίδραση της οικονομικής κρίσης, ο ελληνικός μεταλλευτικός κλάδος εμφανίζει ένα δυναμικό προφίλ. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι με βάση τα στοιχεία της US Geological Survey (USGS, 2015 & 2016) η Ελλάδα, το 2013, ήταν 1<sup>η</sup> στον κόσμο σε παραγωγή περλίτη (40% της παγκόσμιας παραγωγής) και 8<sup>η</sup> στην παραγωγή ελαφρόπετρας. Επίσης, ήταν 1<sup>η</sup> στην Ε.Ε. και σε παραγωγή μπεντονίτη (8% της παγκόσμιας παραγωγής) και 1<sup>η</sup> στην Ε.Ε. σε παραγωγή βωξίτη και 12<sup>η</sup> στον κόσμο (1% της παγκόσμιας παραγωγής). Επιπρόσθετα, η Ελλάδα είναι 2<sup>η</sup> στην Ε.Ε. (μετά την Γερμανία) και μέσα στους 10 μεγαλύτερους παραγωγούς λιγνίτη του κόσμου, 1<sup>η</sup> στην παραγωγή νικελίου στην Ε.Ε. (40% της παραγωγής της Ε.Ε.) και 3<sup>η</sup> στις εξαγωγές μαρμάρου στην Ε.Ε. (μετά από Ιταλία, Ισπανία), 4<sup>η</sup> στην παραγωγή μαγνησίτη στην Ε.Ε. και η μοναδική χώρα παραγωγής χουντίτη (Damigos, 2012, Menegaki & Damigos, 2012). Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι διαθέτει και σημαντικά κοιτάσματα χρυσού (και άλλων ορυκτών υλών), καθώς και σημαντικότερο γεωθερμικό δυναμικό (πεδία υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας), το οποίο παραμένει αναξιοποίητο.

Η πορεία της παραγωγής και των εξαγωγών δεν είναι κοινή για τις ΟΠΥ, μολονότι, σχεδόν καθολικά, τα μεγέθη του κλάδου εμφανίζουν μια έντονη πτώση το 2009. Πιο αναλυτικά, ως προς την παραγωγή των σημαντικότερων ΟΠΥ παρατηρούνται τα ακόλουθα:

- Ο κλάδος των αδρανών υλικών (μελών ΣΜΕ) παρουσιάζει από το 2004 έως το 2008 μια αύξηση της παραγωγής της τάξης του 30%. Από το 2008 έως το 2012, παρατηρείται πτώση άνω του 60%. Τα δύο τελευταία έτη (2013 και 2014) η παραγωγή φαίνεται να ανακάμπτει, αλλά παραμένει σε επίπεδα μειωμένα κατά 30% σε σχέση με το 2004.
- Ο κλάδος του μαρμάρου παρουσιάζει μια σταθερή εικόνα (με αυξομειώσεις από έτος σε έτος) την περίοδο 2004-2008. Το 2009 εμφανίζει μια πτώση παραγωγής της τάξης του 35% σε σχέση με το 2008. Την αμέσως επόμενη χρονιά, όμως, φαίνεται ότι ανακάμπτει σε παραγωγικά επίπεδα αντίστοιχα με αυτά προ κρίσης, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης άνω του 10%.
- Η παραγωγή λιγνίτη εμφανίζει μια φθίνουσα τάση στη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας. Σε αυτό δεν φαίνεται να συντελεί μόνο η οικονομική κρίση (παρά το γεγονός ότι λόγω της κρίσης παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας) αλλά και άλλοι παράγοντες (π.χ. αύξηση της παραγωγής ενέργειας από μεγάλα υδροηλεκτρικά λόγω υψηλών βροχοπτώσεων κάποιες χρονιές, αλλαγές στο πλαίσιο λειτουργίας της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας λόγω υποχρεωτικής εισόδου των ΑΠΕ, κλπ.). Είναι ωστόσο δεδομένο ότι ο λιγνίτης θα εξακολουθήσει, τα επόμενα χρόνια, να αποτελεί σημαντικό πυλώνα της ηλεκτροπαραγωγής στη χώρα.
- Η παραγωγή βωξίτη, γενικά, φθίνει ελαφρώς (εμφανίζει μια μέση ετήσια μείωση 2% περίπου) την τελευταία δεκαετία, αλλά έχει σταθεροποιηθεί τα τελευταία 2 χρόνια. Γενικά, η επίδραση της οικονομικής κρίσης δεν ήταν τόσο έντονη όσο σε άλλα μεταλλεύματα, λαμβάνοντας υπόψη ότι το 2009, σε σχέση με το 2008, η παραγωγή μειώθηκε κατά 11% περίπου.
- Ο λευκόλιθος παρουσιάζει ένα επίπεδο σχετικά μοτίβο παραγωγής, παρά τις ετήσιες αυξομειώσεις. Επίσης στην περίπτωση αυτή δεν φαίνεται τόσο έντονα η επίδραση της οικονομικής κρίσης, από πλευράς όγκου παραγωγής.
- Οι λατερίτες, μετά από μια πτώση παραγωγής της τάξης του 40% το 2009, σε σχέση με το 2008, ανέκαμψαν την αμέσως επόμενη χρονιά. Τα τελευταία 2-3 χρόνια εμφανίζουν μια σταθερή κατάσταση από πλευράς παραγωγής.

- Τα μεικτά θειούχα μεταλλεύματα παρουσιάζουν μια αύξηση στην παραγωγή της τάξης του 45% τα έτη 2007 και 2008. Το 2009 η παραγωγή μειώνεται κατά 15% περίπου, ενώ στα επόμενα χρόνια φαίνεται να σταθεροποιείται.
- Τα βιομηχανικά ορυκτά εμφανίζουν μια σταθερή παραγωγή μεταξύ 2004-2008, με εξαίρεση τον μπεντονίτη, τον τάλκη-ανθρακικό ασβέστιο και τον χουντίτη που έχουν αυξητική πορεία, γενικά. Η ποζολάνη, ήδη από το 2008, εμφανίζει μια πτωτική πορεία, η οποία συνεχίζεται μέχρι και σήμερα, αφού η παραγωγή από τους 1.500 χιλ. τη ανέρχεται στους 300 χιλ. τη περίπου. Από το 2010 και μετά η παραγωγή φαίνεται, σε γενικές γραμμές, να είναι πτωτική ή να σταθεροποιείται, με εξαίρεση τον περλίτη που εμφανίζει, γενικά, ανοδική παραγωγή.

Όσον αφορά στην αξία των εξαγωγών, η επίδραση της οικονομικής κρίσης εμφανίζεται κυρίως το 2009, καθώς στην πλειονότητα των ΟΠΥ, οι εξαγωγές σημειώνουν μικρότερη ή μεγαλύτερη μείωση, χωρίς να απουσιάζουν οι εξαιρέσεις (π.χ. η αξία εξαγωγών των ογκομαρμάρων παρουσίασε αύξηση 140% το 2009). Γενικά, σε όλη τη διάρκεια της περιόδου 2005-2013 εμφανίζονται έντονες αυξομειώσεις των εξαγωγών από έτος σε έτος. Όπως αναφέρεται και σε πρόσφατη έκθεση του IOBE (2016), η συνεισφορά των εξαγωγών της εξορυκτικής βιομηχανίας στην Ελληνική οικονομία είναι σημαντική, καθώς ανάμεσα στα 28 κράτη μέλη της ΕΕ, η Ελλάδα είχε το υψηλότερο μερίδιο εξαγωγών προϊόντων εξορυκτικής βιομηχανίας, το 2014. Πιο συγκεκριμένα, το μερίδιο των εξαγωγών ΟΠΥ στο σύνολο των εξαγωγών αγαθών της Ελλάδας, για το 2014, άγγιξε το 12%, και ήταν το τέταρτο υψηλότερο μετά από τα αγροτικά προϊόντα (26%), τα χημικά προϊόντα (16%) και τα μηχανήματα (13%). Μάλιστα, το υψηλότερο μερίδιο για τις εξαγωγές καταγράφεται μέσα στην κρίση, το διάστημα 2008 – 2014. Πέραν των άμεσων οφελών στην οικονομία, ο εξορυκτικός κλάδος έχει σημαντικές έμμεσες και προκαλούμενες επιδράσεις, όπως αποδεικνύεται από σχετικές έρευνες (βλ. Πίνακα 1).

**Πίνακας 1.** Πολλαπλασιαστές άμεσων, έμμεσων και προκαλούμενων επιδράσεων για τον ελληνικό εξορυκτικό κλάδο

	<b>Ενεργειακά ορυκτά</b>	<b>Μεταλλικά ορυκτά</b>	<b>Μη-μεταλλικά ορυκτά</b>
Πολ/στής εκροής	2,428	2,047	2,112
Συνολικός πολ/στής εισοδήματος	0,481	0,310	0,305
Πολ/στής εισοδήματος Τύπου II	1,421	1,632	1,690
Συνολικός πολ/στής απασχόλησης	0,041	0,052	0,037
Πολ/στής απασχόλησης Τύπου II	4,179	1,770	2,563

Πηγή: Menegaki & Damigos (2012)

## 2.2 Βασικά μεγέθη του μεταλλευτικού κλάδου σε παγκόσμιο επίπεδο

Οι ΟΠΥ αποτελούν αναπόσπαστο συντελεστή εισροής για μια σειρά παραδοσιακών και υψηλής τεχνολογίας βιομηχανιών και, ως εκ τούτου, η εξορυκτική βιομηχανία αποτελεί μια κομβικής σημασίας δραστηριότητα για τη σύγχρονη κοινωνία και οικονομία. Τα τελευταία 20 χρόνια, μάλιστα, η ζήτηση για ενεργειακές ΟΠΥ, καθώς και για τα μεταλλεύματα και τα βιομηχανικά ορυκτά αυξήθηκε σχεδόν 100%, από 9,3 δισ. τη το 1984, σε 17,4 δισ. τη το 2014.

Από πλευράς όγκου παραγωγής, οι σημαντικότερες ΟΠΥ, σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι ο άνθρακας, το σιδηρομετάλλευμα, ο βωξίτης και η ποτάσα. Η Κίνα και οι ΗΠΑ είναι οι μεγαλύτερες παραγωγοί άνθρακα. Μάλιστα, η Κίνα μαζί με την Αυστραλία είναι οι κυριότερες παραγωγοί σιδηρομεταλλεύματος. Παράλληλα, η Κίνα μονοπωλεί σχεδόν την αγορά των σπάνιων γαιών, κατέχοντας ποσοστό άνω του 90% της αγοράς, και είναι η πρώτη χώρα σε παραγωγή χρυσού. Η Ευρώπη παρουσιάζει μείωση παραγωγής, παρά την αύξηση στο σύνολο, οι χώρες της Βόρειας Αμερικής φαίνεται να διατηρούν την παραγωγή τους στα ίδια περίπου επίπεδα, κατά την τελευταία εικοσαετία, και μικρή αύξηση καταγράφουν η Αφρική και η Ωκεανία. Αντιθέτως, οι παραγόμενες ποσότητες ΟΠΥ στην Ασία περίπου τριπλασιάζονται, από 3,6 δισ. τη, το 1984, σε 10,2 δισ. τη, το 2014. Η αύξηση της παραγωγής οφείλεται, σε μεγάλο βαθμό, στην οικονομική ανάπτυξη της Κίνας και άλλων αναδυόμενων αγορών (π.χ. Ινδία και Βραζιλία). Μάλιστα, η Κίνα διαδραματίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια ζήτηση ΟΠΥ, καθώς απορροφά το 40% περίπου του παραγόμενου χαλκού και το 70% του παραγόμενου σιδηρομεταλλεύματος (PwC, 2016). Συνολικά, οι αναπτυσσόμενες και αναδυόμενες οικονομίες παρήγαγαν, το 1984, περίπου 6,2 δισ. τη και, το 2014, 12,5 δισ. τη (αύξηση άνω του 100%), ενώ οι ανεπτυγμένες χώρες αύξησαν την παραγωγή τους από 3,2 δισ. τη, το 1984, σε 4,7 δισ. τη, το 2014 (αύξηση 47% περίπου).

Οι παραγόμενες ποσότητες των ΟΠΥ στην Ελλάδα συμβαδίζουν με αυτές στο διεθνή χώρο. Μάλιστα, σε ορισμένες περιπτώσεις η κοινή πορεία ορισμένων ΟΠΥ είναι ενδεικτική και της οικονομικής συγκυρίας σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο κλάδος των αδρανών υλικών, ο οποίος συνδέεται άμεσα με τον ιδιωτικό και δημόσιο κατασκευαστικό τομέα. Η ετήσια παραγωγή των αδρανών υλικών, στην Ελλάδα, κυμαινόταν προ κρίσης σε επίπεδα της τάξης των 90 εκατ. tn. Με την εκδήλωση και κορύφωση της οικονομικής κρίσης, η παραγωγή μειώθηκε σταδιακά στα 20 εκατ. tn περίπου, ήτοι ποσοστό 80% περίπου. Στην Ισπανία και την Πορτογαλία, δύο χώρες του Ευρωπαϊκού Νότου που ο κατασκευαστικός κλάδος επίσης επλήγη από την οικονομική κρίση, η ετήσια παραγωγή των αδρανών μειώθηκε κατά 77% και 70%, αντίστοιχα. Η ίδια εικόνα παρατηρείται και στην Ιρλανδία, όπου η παραγωγή αδρανών μειώθηκε από τους 100 εκατ. tn στους 29 εκατ. tn (μείωση κατά 71%).

Παρά την ανοδική τάση στην παραγωγή των ΟΠΥ, οι οικονομικές επιδόσεις του κλάδου παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις. Αυτό οφείλεται στις έντονες αυξομειώσεις των τιμών των ΟΠΥ, καθώς η ζήτησή τους εξαρτάται από τη ζήτηση των τελικών προϊόντων στα οποία χρησιμοποιούνται (είναι δηλ. έμμεση ή παράγωγος ζήτηση) και, κατ' επέκταση, από τη γενικότερη κατάσταση της παγκόσμιας οικονομίας. Η σχέση αυτή γίνεται εμφανής στην κεφαλαιοποίηση των 40 μεγαλύτερων εταιρειών του εξορυκτικού κλάδου σε συνάρτηση με το δείκτη τιμών ορισμένων βασικών ΟΠΥ. Η κεφαλαιοποίηση των εταιρειών του κλάδου αυξάνεται από τα 450 δισ. USD, το 2004, στα 1,45 τρισ. USD, το 2007, πριν κατακυλήσει, μαζί με τις τιμές των μετάλλων, στα 550 δισ. USD, το 2008. Μέσα σε δύο χρόνια, η κεφαλαιοποίηση του κλάδου αυξάνει στα 1,6 τρισ. USD, ακολουθώντας την ανοδική τάση των τιμών, για να πέσει, το 2015, πάλι στα επίπεδα του 2004. Είναι χαρακτηριστικό ότι μεταξύ 2014-2015 χάθηκαν 297 δισ. USD, ήτοι περίπου το 37% της συνολικής κεφαλαιοποίησης των 40 μεγαλύτερων εταιρειών του κλάδου. Οι κακές οικονομικές επιδόσεις του κλάδου αντανακλώνται και στη μείωση της σταθμισμένης αποδοτικότητας του απασχολούμενου κεφαλαίου (return on capital employed - ROCE), που είναι ένας χρηματοοικονομικός δείκτης που μετράει την απόδοση των επενδύσεων μιας εταιρείας, από 23% περίπου, το 2011, σε 8%, το 2015. Παρά τις προβληματικές οικονομικές επιδόσεις, το 2015 πέντε μεταλλευτικές επιχειρήσεις συμπεριλαμβάνονταν στη λίστα Global 500 των Financial Times. Μάλιστα, η BHP Bilton βρίσκεται στην 51<sup>η</sup> θέση της λίστας, ήτοι στο 10% των μεγαλύτερων εταιρειών παγκοσμίως, ανεξαρτήτως κλάδου.

### 2.3 Ευρωπαϊκή και Εθνική πολιτική για τις ΟΠΥ

Το 2007, η Ε.Ε. με την πρωτοβουλία για τις πρώτες ύλες, γνωστή ως πρωτοβουλία του Επιτρόπου Verheugen, θέτει το ζήτημα της διασφάλισης του βιώσιμου εφοδιασμού της Ε.Ε. με ΟΠΥ, παράλληλα με τη μείωση της κατανάλωσης των πρωτογενών πρώτων υλών. Το Νοέμβριο του 2008, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσιεύει ένα κείμενο πολιτικής με τίτλο «*Πρωτοβουλία για τις πρώτες ύλες - Κάλυψη των ουσιωδών αναγκών μας για την ανάπτυξη και απασχόληση στην Ευρώπη*» (γνωστή ως *Raw Materials Initiative*). Στο κείμενο αυτό αναγνωρίζεται η σημασία των πρώτων υλών για τη βιώσιμη λειτουργία των σύγχρονων κοινωνιών και για την καλή λειτουργία της οικονομίας της ΕΕ. Παράλληλα, αναγνωρίζεται η μεγάλη εξάρτηση της Ε.Ε. από τις εισαγωγές πρώτων υλών στρατηγικής σημασίας (κυρίως μετάλλων «υψηλής τεχνολογίας» όπως το κοβάλτιο, ο λευκόχρυσος, οι σπάνιες γαίες και το τιτάνιο), οι οποίες επηρεάζονται όλο και περισσότερο από τις στρεβλώσεις της αγοράς, θέτοντας το πρόβλημα της διασφάλισης πρόσβασης αξιόπιστης και χωρίς στρεβλώσεις στις πρώτες ύλες. Στη βάση των παραπάνω, η Ε.Ε. κατέληξε σε μια ολοκληρωμένη στρατηγική για τις πρώτες ύλες, η οποία βασίζεται σε τρεις πυλώνες:

(α) εξασφάλιση πρόσβασης στις πρώτες ύλες στις διεθνείς αγορές, χωρίς στρεβλώσεις

(β) καθορισμός του κατάλληλου πλαισίου προϋποθέσεων στην Ε.Ε. για την προώθηση βιώσιμου εφοδιασμού με πρώτες ύλες από ευρωπαϊκές πηγές

(γ) ενίσχυση της αποδοτικής χρήσης των πόρων και προώθηση της ανακύκλωσης με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης πρωτογενών πρώτων υλών από την Ε.Ε. και ελάττωση της σχετικής εξάρτησης από τις εισαγωγές.

Στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας αυτής, η Ε.Ε. διαμόρφωσε έναν κατάλογο πρώτων υλών κρίσιμης σημασίας, ο οποίος δημοσιεύτηκε για πρώτη φορά το 2010, αναγνωρίζοντας 41 πρώτες ύλες στρατηγικής σημασίας. Το 2014, ο κατάλογος επικαιροποιήθηκε και προστέθηκαν επιπλέον 6 κρίσιμες πρώτες ύλες. Στη νέα λίστα συμπεριλαμβάνεται ο μαγνησίτης που αφορά άμεσα και την ελληνική εξορυκτική βιομηχανία, καθώς και ο χρωμίτης, κοιτάσματα του οποίου εξακολουθούν να βρίσκονται στο οφιολιθικό σύμπλεγμα Βουρίνου Κοζάνης, παρά τη διακοπή της παραγωγής του στην Ελλάδα (IOBE, 2016).

Στην ίδια κατεύθυνση δημιουργείται η Ευρωπαϊκή Σύμπραξη για την Καινοτομία στις Πρώτες Ύλες (European Innovation Partnership on Raw Materials). Πρόκειται για μια πλατφόρμα που επιχειρεί να φέρει κοντά εταιρείες, ερευνητές και ΜΚΟ, με στόχο την ενίσχυση της έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα των πρώτων υλών. Η Σύμπραξη αυτή έχει αναπτύξει ένα στρατηγικό σχέδιο με 95 δράσεις προκειμένου να προωθήσει καινοτόμες λύσεις, τεχνολογικές και μη.

Όσον αφορά στην Ελλάδα, το 2012 εξαγγέλθηκε από το ΥΠΕΚΑ η Εθνική Πολιτική για την Αξιοποίηση των Ορυκτών Πρώτων Υλών (ΕΠΑΟΠΥ), η οποία δομείται σε έξι βασικούς άξονες (ypeka.gr). Η ΕΠΑΟΠΥ ακολουθεί σε μεγάλο βαθμό την αντίστοιχη ευρωπαϊκή πολιτική. Μέχρι σήμερα, ωστόσο, δεν έχει λάβει τη μορφή νομοθετικών κειμένων και δεν εφαρμόζεται στην πράξη (IOBE, 2016).

### **3. Οι προοπτικές εξέλιξης**

Οι προοπτικές εξέλιξης του εξορυκτικού κλάδου τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς θα καθοριστούν, σε μεγάλο βαθμό, από τους ρυθμούς ανάπτυξης της ελληνικής και της παγκόσμιας οικονομίας και την αύξηση του πληθυσμού. Οι προβλέψεις αναφορικά με το ελληνικό και παγκόσμιο ΑΕΠ για τα επόμενα έτη είναι θετικές. Όσον αφορά στην Ελλάδα, οι εκτιμήσεις διαφόρων φορέων (π.χ. OECD, IMF, κ.ά.) κάνουν λόγο για αύξηση του ΑΕΠ κατά 2% έως 4% περίπου την περίοδο 2017-2020, και κατά 2,5% έως 3% μέχρι το 2030, αντίστοιχα. Σε γενικές γραμμές, ο ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης του ΑΕΠ στην Ε.Ε.-27 θα κυμανθεί στα επίπεδα του 2%, μέχρι το 2030. Σύμφωνα με την PwC (2015), ο μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης των λιγότερων ανεπτυγμένων σήμερα οικονομιών θα κυμανθεί σε επίπεδα άνω του 3% μέχρι το 2050. Οι αναδυόμενες οικονομίες αναμένεται να εμφανίσουν ρυθμούς ανάπτυξης άνω του 5%, και η Κίνα ρυθμό ανάπτυξης 3-4% ετησίως. Δεδομένου ότι η ελαστικότητα ζήτησης των ΟΠΥ σε σχέση με το εισόδημα (κατ' επέκταση και με το ΑΕΠ) είναι θετική, εκτιμάται ότι η ζήτηση για ΟΠΥ τις επόμενες δεκαετίες θα εμφανίσει ελαφρώς αυξητικές τάσεις, χωρίς ωστόσο να αποκλείεται σημαντικά υψηλότερη (ή χαμηλότερη) ζήτηση για επιμέρους ΟΠΥ λόγω αύξησης (ή μείωσης) της ζήτησης συγκεκριμένων τελικών προϊόντων. Για παράδειγμα, η αύξηση των μπαταριών λιθίου έχει οδηγήσει σε διπλασιασμό των τιμών το τελευταίο εξάμηνο, ενώ η Deutsche Bank εκτιμά ότι η αγορά του λιθίου θα τριπλασιαστεί τα επόμενα 10 χρόνια (PwC, 2016).

Όσον αφορά στην πληθυσμιακή αύξηση, εκτιμάται ότι μέχρι το 2050 ο παγκόσμιος πληθυσμός θα έχει αυξηθεί στα 9,6 δισ. με παράλληλη αύξηση της κατά κεφαλήν κατανάλωσης (World Bank, 2014). Έτσι, παρά τις προσπάθειες για μετάβαση από τη «γραμμική» στην «κυκλική» οικονομία, η ζήτηση για πρωτογενή παραγωγή πρώτων υλών θα εξακολουθήσει να είναι υψηλή. Για παράδειγμα, το 1970, η παγκόσμια ζήτηση για χαλκό ανήλθε σε 8 εκατ. tn, εκ των οποίων 3 εκατ. tn προήλθαν από ανακύκλωση. Το 2008, η ζήτηση είχε αυξηθεί σε 24 εκατ. tn, εκ των οποίων 8 εκατ. tn προήλθαν από ανακύκλωση (WEF, 2015). Σε αυτό συντελούν και οι περιορισμοί (τεχνολογικοί και άλλοι) που τίθενται στην ανακύκλωση των πρώτων υλών. Για τα περισσότερα μέταλλα, η ανακύκλωση καλύπτει μόνο το 10-20% της ζήτησης (σε κάποια μόλις το 1%) (UNEP, 2011).

Συνεπώς, ακόμη και αν ο βαθμός ανακύκλωσης διπλασιαστεί, με δεδομένη την αύξηση στη ζήτηση η επίδραση στην εξορυκτική βιομηχανία δεν θα είναι σημαντική. Αντίστοιχα συμπεράσματα εξάγονται αναφορικά με την πρωτογενή παραγωγή ενέργειας, καθώς τις επόμενες 2-3 δεκαετίες οι ορυκτοί ενεργειακοί πόροι θα καλύπτουν πάνω από το 75% της πρωτογενούς παραγωγής (BP, 2017).

Οι προοπτικές του ελληνικού εξορυκτικού κλάδου θα επηρεαστούν επίσης και από την ακολουθούμενη κλαδική πολιτική σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Σε εθνικό επίπεδο η ανακοινωθείσα στρατηγική (ΕΠΑΟΠΥ) δεν έχει μετουσιωθεί σε πράξη. Για παράδειγμα, παρά το γεγονός ότι τόσο το ευρωπαϊκό όσο και το εθνικό πλαίσιο στρατηγικής για την εξορυκτική βιομηχανία αναγνωρίζουν τη σημασία των εθνικών γεωλογικών ιστιτούτων και, μάλιστα, συνιστούν την ενεργή συμμετοχή τους στην εκπόνηση των σχεδίων χρήσης γης των κρατών μελών και τη μεταξύ τους δικτύωση, ώστε να διευκολυνθεί η ανταλλαγή πληροφοριών (π.χ. μέσω της Κτηματικής Υπηρεσίας Κορπενίκους), το ΙΓΜΕ, μολονότι ανασυστάθηκε, ταλανίζεται από σωρεία λειτουργικών και οικονομικών προβλημάτων. Ωστόσο, υπάρχουν και θετικά μηνύματα αναφορικά με τον ελληνικό εξορυκτικό κλάδο, με πιο σημαντικό, ίσως, αυτό της εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων υδρογονανθράκων. Τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα προέβη στη διαδικασία Διεθνούς Δημόσιας Πρόσκλησης για συμμετοχή σε σεισμικές ερευνητικές εργασίες απόκτησης δεδομένων μη αποκλειστικής χρήσης εντός της θαλάσσιας ζώνης στη Δυτική και Νότια Ελλάδα και προχώρησε στην παραχώρηση, εκ μέρους του Ελληνικού Δημοσίου, των δικαιωμάτων για έρευνα και εκμετάλλευση υδρογονανθράκων με τη διαδικασία της «ανοικτής πρόσκλησης» (open door) σε τρεις περιοχές: Πατραϊκός κόλπος, Ιωάννινα και Δυτικό Κατάκολο. Επιπλέον, προχώρησε στην προκήρυξη Διεθνούς Διαγωνισμού για παραχώρηση δικαιώματος έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων σε είκοσι (20) θαλάσσιες περιοχές στη Δυτική Ελλάδα (Ιόνιο) και νοτιώς της Κρήτης, καθώς και στις χερσαίες περιοχές «Άρτα - Πρέβεζα», «Αιτωλοακαρνανία» και «Βορειοδυτική Πελοπόννησος» (ypeka.gr). Παρά το γεγονός ότι η διεθνής συγκυρία κάθε άλλο παρά ευνοϊκή είναι λόγω της έντονης πτώσης της τιμής του πετρελαίου, το δυναμικό εκμετάλλευσης των ελληνικών υδρογονανθράκων είναι υπαρκτό και εκτιμάται ότι θα αποτελέσει σημαντική συνιστώσα για τον κλάδο στο εγγύς μέλλον. Παράλληλα, υπάρχει ένα πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό, το οποίο έχει ελάχιστα αξιοποιηθεί σήμερα.

Ο ελληνικός και διεθνής εξορυκτικός κλάδος είναι σήμερα αντιμέτωπος με προκλήσεις αλλά και ευκαιρίες που πηγάζουν όχι μόνο από αλλαγές στο θεσμικό πλαίσιο αλλά (αν όχι κυρίως) από την ανάγκη του κλάδου να επανακαθορίσει τις σχέσεις του με την κοινωνία, ειδικά σε τοπικό επίπεδο. Η συζήτηση για θέματα

όπως η κοινωνική άδεια λειτουργίας (“social license to operate”), η εκτίμηση των επιπτώσεων της εξορυκτικής δραστηριότητας στη βάση της μεταβολής των υπηρεσιών που παρέχουν τα οικοσυστήματα, κ.ά. ζητήματα ήδη βρίσκονται στην ατζέντα της συζήτησης σε διεθνές επίπεδο. Για παράδειγμα, όπως αναφέρεται από τους Damigos et al. (2015), οι Olsen et al. (2011) αποτίμησαν οικονομικά τις οικοσυστημικές υπηρεσίες που προσφέρονται από 60.000 εκτάρια τροπικού δάσους στη Μαγαδασκάρη, προκειμένου να εξετάσουν τα οφέλη ενός αντισταθμιστικού σχεδίου της Rio Tinto για «καθαρό θετικό αντίκτυπο» (net positive impact - NPI) πάνω στη βιοποικιλότητα από τα έργα εξόρυξης. Είναι επίσης ενδεικτική, προς την κατεύθυνση αυτή, η τάση διεθνών οργανισμών να συνδέσουν άμεσα τις εξορυκτικές εργασίες με το πλαίσιο των οικοσυστημικών υπηρεσιών, όπως το Performance Standard 6 “Biodiversity Conservation and Sustainable Management of Living Natural Resources” του International Finance Corporation (IFC) που χρηματοδότησε μεταλλευτικά έργα ύψους 500 εκατ. USD το 2011, σε 25 διαφορετικές χώρες (Damigos et al., 2015). Ο εξορυκτικός κλάδος οφείλει έμπρακτα να αποδείξει ότι μπορεί να είναι συμβατός με τις επιταγές της βιώσιμης ανάπτυξης και ολοένα και περισσότερα έργα προσπαθούν να υιοθετήσουν τη λογική του «πράσινου μεταλλείου» (“green mining”), μολονότι η προσπάθεια αυτή βρίσκεται κυρίως σε ερευνητικό επίπεδο ή σε επίπεδο διακηρύξεων. Επίσης, οι προοπτικές εξέλιξης του κλάδου θα εξαρτηθούν από την πρόοδο της τεχνολογίας σε «παραδοσιακούς» τομείς (π.χ. στην απόδοση του εξοπλισμού), από την προσαρμοστικότητα των μεταλλευτικών εταιρειών στις σύγχρονες απαιτήσεις από πλευράς οργάνωσης και δομής λειτουργίας και από την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών, οι οποίες μπορεί να μην αναπτύσσονται ειδικά για τον κλάδο (υιοθέτηση δηλ. τεχνολογίας από άλλα πεδία). Μεταξύ άλλων, το μελλοντικό μεταλλείο εκτιμάται ότι θα περιλαμβάνει δυνατότητες απομακρυσμένης λειτουργίας (ήδη στη βορειοδυτική Αυστραλία μια μεταλλευτική εταιρεία έχει επικεντρώσει τις προσπάθειές της στην ανάπτυξη ενός κέντρου απομακρυσμένων λειτουργιών, το οποίο θα ελέγχει διατρητικά φορεία, φορτηγά και τρένα από μια απόσταση 1.300 km). Επίσης, η μελλοντική μεταλλευτική επιχείρηση θα είναι πιο ευέλικτη και πιο καθετοποιημένη, με την έννοια ότι θα βρίσκεται η ίδια σε άμεση επικοινωνία και επαφή με τον τελικό πελάτη. Στην ίδια κατεύθυνση βρίσκεται και το πρόγραμμα της Rio Tinto με τίτλο “Mine of the Future”, το οποίο αποσκοπεί στην ανάπτυξη τεχνολογικών συστημάτων νέας γενιάς για την αυτοματοποίηση της παραγωγής με στόχο τη βελτίωση των συνθηκών ασφάλειας, την αύξηση της παραγωγικότητας τη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Rio Tinto, 2014). Αντίστοιχες προσπάθειες αναπτύσσονται και στην

Ευρώπη, π.χ. το ευρωπαϊκό πρόγραμμα I<sup>2</sup>Mine (Innovative Technologies and Concepts for the Intelligent Deep Mine of the Future). Τέλος, στο εγγύς ή λίγο πιο μακρινό μέλλον η μεταλλευτική δραστηριότητα δεν αποκλείεται να μετακινηθεί από τα χερσαία στα υποθαλάσσια κοιτάσματα. Ήδη η Nautilus Minerals μια εταιρεία με έδρα στην Αυστραλία, η οποία είναι εισηγμένη στο Χρηματιστήριο του Τορόντο, επιθυμεί να εξορύξει χαλκό σε βάθος 1600 m, έξω από τις ακτές της Παπούα-Νέα Γουινέα, το πρώτο τετράμηνο του 2018. Μάλιστα, η εταιρεία ανέθεσε σχετική έκθεση για την εκτίμηση των επιπτώσεων εξόρυξης στην Earth Economics, η οποία κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η υποθαλάσσια εξόρυξη θα έχει μικρότερες επιπτώσεις από τη χερσαία (Nautilus Minerals, 2015).

#### 4. Συμπεράσματα – Κατευθύνσεις για τη Σχολή

Λαμβάνοντας υπόψη τα όσα αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες καθίσταται προφανές ότι υπάρχουν σοβαρές προοπτικές περαιτέρω ανάπτυξης του ελληνικού εξορυκτικού κλάδου. Σε αυτό συνηγορούν τα κάτωθι:

(α) Η ζήτηση των ΟΠΥ σε διεθνές επίπεδο αναμένεται να αυξηθεί τα προσεχή χρόνια. Το ίδιο θα συμβεί και με την εγχώρια κατανάλωση των ΟΠΥ, καθώς από το 2017 εκτιμάται ότι η ελληνική οικονομία θα μπει σε ρυθμούς ανάπτυξης.

(β) Ο κλάδος έχει έντονα εξωστρεφή χαρακτήρα, όπως αποδείχθηκε από την πορεία της παραγωγής και των εξαγωγών την περίοδο της κρίσης, γεγονός το οποίο – σε συνδυασμό με την αυξανόμενη ζήτηση – δημιουργεί θετικές προοπτικές.

(γ) Η ζήτηση των ΟΠΥ και, συνεπώς, οι προοπτικές του κλάδου είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την κατάσταση στην ευρύτερη οικονομία.

(δ) Η Ελλάδα διαθέτει σημαντικό ορυκτό πλούτο και έχει υψηλό δυναμικό ανάπτυξης, δεδομένου ότι ένας μεγάλος αριθμός ελληνικών κοιτασμάτων μεταλλικών, βιομηχανικών και ενεργειακών ορυκτών παραμένουν σήμερα ανεκμετάλλευτα.

(ε) Το ενεργειακό σκέλος των ΟΠΥ αποκτά μια ιδιαίτερη σημασία για τη χώρα. Η πρωτογενής παραγωγή ενέργειας, όχι μόνο στη χώρα αλλά και διεθνώς, θα εξακολουθήσει να προέρχεται από τα «έγκατα της Γης»: υδρογονάνθρακες (πετρέλαιο και φυσικό αέριο), λιγνίτης, γεωθερμικά πεδία υψηλής, μέσης αλλά και χαμηλής ενθαλπίας. Ειδικά οι εξελίξεις στον τομέα των υδρογονανθράκων και η βούληση, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, για αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας θα διαδραματίσουν για τη χώρα σημαίνοντα ρόλο.

(στ) Η ευρωπαϊκή στρατηγική για τις πρώτες ύλες θέτει εκ νέου στο προσκήνιο τη σημασία και τη βαρύτητα του εξορυκτικού κλάδου. Παράλληλα, καθιστά σαφές

ότι η εξορυκτική δραστηριότητα οφείλει να λειτουργήσει σε ένα νέο πλαίσιο αρχών.

Ειδικά ως προς το τελευταίο σημείο, ο εξορυκτικός κλάδος στην Ελλάδα θα πρέπει να βρει απαντήσεις σε μια σειρά εύλογων ενστάσεων από την πλευρά της κοινωνίας που σχετίζονται με:

- το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της παρελθούσης μεταλλευτικής δραστηριότητας, δηλαδή των εγκαταλειμμένων μεταλλείων, λατομείων και εργοστασίων επεξεργασίας ορυκτών πρώτων υλών
- την έλλειψη εμπιστοσύνης στους κρατικούς ελεγκτικούς μηχανισμούς και
- τις επιπτώσεις των έργων στην ποιότητα ζωής των κατοίκων της περιοχής, οι οποίες συχνά μεταφράζονται και σε οικονομικούς όρους (π.χ. μείωση της αξίας γης).

Είναι προφανές ότι μόνο σε ένα πλαίσιο αρχών βιώσιμης ανάπτυξης και κοινωνικής δικαιοσύνης θα μπορέσουν να δραστηριοποιηθούν οι επιχειρήσεις με την αποδοχή της κοινωνίας ώστε να λειτουργήσει ο ορυκτός πλούτος της χώρας ως μοχλός οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης. Το μεγάλο ζητούμενο είναι, προφανώς, οι όροι και οι προϋποθέσεις στην κατεύθυνση αυτή.

Συμπερασματικά, η Σχολή έχει ένα ισχυρό έρεισμα όχι μόνο να διατηρήσει αλλά και να ενισχύσει περαιτέρω την Κατεύθυνση της Μεταλλευτικής Τεχνολογίας. Η ενίσχυση αυτή μπορεί να αφορά παραδοσιακά αντικείμενα και νέα πεδία που ανοίγονται στον εξορυκτικό κλάδο, στη χώρα και διεθνώς, τόσο τεχνολογικά όσο και μη τεχνολογικά (ενδεικτικά): σχεδιασμός μεταλλείων-λατομείων υπό το πρίσμα των αρχών της κυκλικής οικονομίας (π.χ. περιορισμός της παραγωγής στείρων και επαναχρησιμοποίηση αυτών στην «πηγή»), εκμετάλλευση ενεργειακών πηγών (λιγνίτες, υδρογονάνθρακες, γεωθερμική ενέργεια), ελαχιστοποίηση περιβαλλοντικού και ενεργειακού αποτυπώματος της εξορυκτικής βιομηχανίας, διαμόρφωση της κουλτούρας του «πράσινου μεταλλείου» (“green mining”), περιβαλλοντική και ενεργειακή οικονομία, κ.ά.

Υπό το πρίσμα αυτό, η Σχολή ευελπιστεί ότι θα μπορέσει να συμβάλει, στο μέτρο των δυνατοτήτων και του ρόλου της που της αναλογεί, στη βιώσιμη εκμετάλλευση του ελληνικού ορυκτού πλούτου προς όφελος της σημερινής και των μελλοντικών γενεών.

## **Βιβλιογραφία**

BGS (2016). World mineral statistics data, British Geological Survey. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/wms.cfc?method=searchWMS>

- BP (2017). BP Energy outlook 2017. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2017/bp-energy-outlook-2017.pdf>
- Damigos, D. (2012). Monetizing the impacts of climate change on the Greek mining sector, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17, pp. 865–878.
- Damigos, D., Menegaki, M., Kaliampakos, D. and Kazakidis, V. (2015). Rethinking Impact Assessment of Mining Projects in the Context of Ecosystem Services, 24th International Mining Congress and Exhibition of Turkey, April 14-17, Antalya, Turkey, pp. 53-64.
- ICMM (2012). Mining's contribution to sustainable development, Trends in the mining and metals industry, International Council on Mining and Metals. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.icmm.com/document/4441>
- Menegaki, M. and Damigos, D. (2012). An Input-Output analysis of Greek mining sector at macroeconomic level, 21st International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection (MPES 2012), November 28-30, New Delhi, India.
- Nautilus Minerals (2015). Environmental and Social Benchmarking Analysis of the Nautilus Minerals Inc. Solwara 1 Project. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://nus.live.irmau.com/IRM/Company/ShowPage.aspx?CategoryId=438&CPID=1586&EID=37434714&masterpage=31>
- Olsen, N., Bishop, J., and Anstee, S., (2011). Exploring Ecosystem Valuation to Move Towards Net Positive Impact on Biodiversity in the Mining Sector, IUCN and Rio Tinto Technical Series No. 1. IUCN, Cland, vii + 41pp.
- PwC (2015). The World in 2050 - Will the shift in global economic power continue?, PwC. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/the-economy/assets/world-in-2050-february-2015.pdf>
- PwC (2016). Mine 2016 - Slower, lower, weaker... but not defeated, Review of global trends in the mining industry, PwC. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.pwc.com/ca/en/mining/publications/pwc-mine-2016-06-en.pdf>
- Reichl, C., Schatz, M. and Zsak, G. (2016). World Mining Data – Minerals Production, vol. 31, Austrian Federal Ministry of Science, Research and Economy in cooperation with the International Organizing Committee for World Mining Congresses, Austria. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.wmc.org.pl/sites/default/files/WMD2016.pdf>
- Rio Tinto (2014). Mine of the Future - Next-generation mining: People and technology working together, Rio Tinto. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.riotinto.com/documents/Mine of The Future Brochure.pdf>

- UNEP (2011). Recycling Rates of Metals: A Status Report. International Resource Panel. Second Report of the Global Metals Flows Working Group. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8702>
- U.S. Geological Survey (2015). Mineral commodity summaries 2015, U.S. Geological Survey. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://dx.doi.org/10.3133/70140094>
- U.S. Geological Survey (2016). 2013 Minerals Yearbook – Greece (Advance release), U.S. Geological Survey. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/2013/myb3-2013-gr.pdf>
- World Bank (2014). World Development Indicators database, World Bank, updated on 22 September 2014.
- World Economic Forum (2015). Mining & Metals in a Sustainable World 2050. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_MM\\_Sustainable\\_World\\_2050\\_report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_MM_Sustainable_World_2050_report_2015.pdf)
- IOBE (2016). Η συμβολή της εξορυκτικής βιομηχανίας στην ελληνική οικονομία, Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: [http://iobe.gr/docs/research/RES\\_05\\_F\\_31032016\\_REP\\_GR.pdf](http://iobe.gr/docs/research/RES_05_F_31032016_REP_GR.pdf)
- Τζεφέρης, Π. (2015). Η εξορυκτική/μεταλλουργική δραστηριότητα στην Ελλάδα. Στατιστικά δεδομένα για τη διετία 2013-2014. Διεύθυνση Πολιτικής και Ερευνών, Γενική Διεύθυνση Ορυκτών Πρώτων Υλών, Γενική Γραμματεία Ενέργειας και Ορυκτών Πρώτων Υλών, ΥΠΑΠΕΝ, Αθήνα. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.latomet.gr/ypan/Hypertrak/BinaryContent.aspx?pagenb=18561>

#### *Πηγές διαδικτύου*

Πληροφορίες για τα ελληνικά ορυκτά, Ιστορία μεταλλείας:

<http://www.orykta.gr/istoria/istoria-ellinikis-metalleias>

Πληροφορίες για τα ελληνικά ορυκτά, Παραγωγή μεταλλευμάτων:

<http://www.orykta.gr/istoria/paragogi-statistika>

Σύνδεσμος Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων, Παραγωγές:

<http://www.sme.gr/statistika/category/9-paragoges>

Σύνδεσμος Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων, Εξαγωγές:

<http://www.sme.gr/statistika/category/8-eksagoges>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Εθνική Πολιτική Αξιοποίησης των Ορυκτών Πρώτων Υλών: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=785&snid=58524%5D=1658&language=el-GR>

ΟΟΣΑ, Μακροπρόθεσμες προβλέψεις εξέλιξης ΑΕΠ: <https://data.oecd.org/gdp/gdp-long-term-forecast.htm#indicator-chart>

## **Κατεύθυνση Μεταλλουργίας**

### **Τρέχουσα Πραγματικότητα, Προοπτικές και Προτάσεις**

*Δημήτρης Πάνιας,*

*Καθηγητής Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ*

*Ειρήνη Χριστοδούλου,*

*ΕΤΕΠ Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ*

## **1. Εισαγωγή**

### **1.1 Ορισμοί**

Η εξορυκτική δραστηριότητα ως μέσο αξιοποίησης των ορυκτών πρώτων υλών είναι ιδιαίτερης σημασίας για την Ελλάδα, εφόσον ο κλάδος αξιοποιεί εγχώριους πόρους και παρουσιάζει έντονη εξωστρέφεια. Η εξορυκτική δραστηριότητα παρέχει τις ορυκτές πρώτες ύλες που διευκολύνουν την ανάπτυξη άλλων σημαντικών παραγωγικών τομέων με καθετοποίηση των δραστηριοτήτων εξόρυξης και μεταποίησης. Συνεπώς, η εξορυκτική βιομηχανία, σύμφωνα με τον ορισμό που λαμβάνει στην Έκθεση του IOBE (2016), περιλαμβάνει την εξόρυξη ορυκτών πρώτων υλών σε στερεά μορφή, καθώς και τη μεταποίηση βασικών μετάλλων και τσιμέντου με τη χρήση εγχώριων ορυκτών πρώτων υλών.

Στο ως άνω πλαίσιο, ο κλάδος της εξαγωγικής μεταλλουργίας αφορά στην παραγωγή/εξαγωγή μεταλλικών αξιών από ορυκτές πρώτες ύλες [Πρωτογενής (primary) μεταλλουργία], από άλλες πρώτες ύλες όπως π.χ. ανακυκλούμενα υλικά ή βιομηχανικά παραπροϊόντα [Δευτερογενής (secondary) μεταλλουργία] και την παραγωγή τσιμέντου. Για την Ελλάδα, ο κλάδος της εξαγωγικής μεταλλουργίας περιλαμβάνει, ενδεικτικά, τις παρακάτω κατηγορίες δραστηριοτήτων με βάση τη Στατιστική Ταξινόμηση των Κλάδων Οικονομικής Δραστηριότητας (ΣΤΑΚΟΔ 08), της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ):

23 Παραγωγή άλλων μη μεταλλικών ορυκτών προϊόντων

23.2 Παραγωγή πυρίμαχων προϊόντων

23.3 Παραγωγή δομικών υλικών από άργιλο

23.5 Παραγωγή τσιμέντου, ασβέστη και γύψου

23.6 Παραγωγή προϊόντων από σκυρόδεμα, τσιμέντο και γύψο

24 Παραγωγή βασικών μετάλλων

24.1 Παραγωγή βασικού σιδήρου και χάλυβα και σιδηροκραμάτων

24.4 Παραγωγή βασικών πολύτιμων μετάλλων και άλλων μη σιδηρούχων μετάλλων

24.41 Παραγωγή πολύτιμων μετάλλων

24.42 Παραγωγή αλουμινίου (αργιλίου)

- 24.43 Παραγωγή μολύβδου, ψευδαργύρου και κασσιτέρου
- 24.44 Παραγωγή χαλκού
- 24.45 Παραγωγή άλλων μη σιδηρούχων μετάλλων
- 38 Συλλογή, επεξεργασία και διάθεση αποβλήτων, ανάκτηση υλικών
  - 38.2 Επεξεργασία και διάθεση αποβλήτων
  - 38.3 Ανάκτηση υλικών
- 39 Δραστηριότητες εξυγίανσης και άλλες υπηρεσίες για τη διαχείριση αποβλήτων

## **1.2 Βασικοί παραγωγικοί τομείς και προϊόντα**

### *1.2.1 Πρωτογενής εξαγωγική μεταλλουργία*

Η συνοπτική θέση του κλάδου, ως προς τα βασικά προϊόντα του, έχει ως ακολούθως:

- Βωξίτης [η Ελλάδα είναι 1<sup>η</sup> στην ΕΕ στην παραγωγή βωξίτη] – Αλούμινα – Αλουμίνιο [σημαντικότερος κλάδος μη σιδηρούχων μετάλλων / 1% ΑΕΠ και 8% εξαγωγών (2014)]
- Λατερίτης – Σιδηρονικέλιο [η ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ είναι μοναδική παραγωγός σιδηρονικελίου στην ΕΕ από εγχώρια πρώτη ύλη, το παραγόμενο σιδηρονικέλιο (FeNi) εξάγεται για παραγωγή ανοξειδωτού χάλυβα και καλύπτει 7% των αναγκών της ΕΕ]
- Μικτά θειούχα μεταλλεύματα – Χρυσόφορος αρσеноπυρίτης [η Ελλάδα θα μπορούσε να είναι δυνητικός παραγωγός πρωτογενούς χρυσού]
- Λευκόλιθοι – Μαγνησιακά προϊόντα [το μαγνήσιο/μαγνησίτης έχει συμπεριληφθεί στη λίστα των critical raw materials της ΕΕ (2014) και η Ελλάδα διαθέτει τη μεγαλύτερη εξαγωγική επιχείρηση προϊόντων λευκολίθου εντός της ΕΕ]

Ο βωξίτης αποτελεί το μοναδικό μέταλλευμα/πρώτη ύλη παραγωγής αλουμινίου με χρήση επίσης στην τσιμεντοβιομηχανία (αλουμινούχα τσιμέντα και τσιμέντα Portland), στη μεταλλουργία του σιδήρου ως συλλίπασμα και ως συστατικό του πετροβάμβακα και λειαντικών υλικών. Το αλουμίνιο που παράγεται από το βωξίτη έχει τεράστιο φάσμα εφαρμογών στη βιομηχανία, μεταφορές, κατασκευές αλλά και στην καθημερινή ζωή. Η Ελλάδα κατέχει σημαντική θέση όχι μόνο στην ΕΕ αλλά και παγκοσμίως ως μια από τις σημαντικότερες βωξιτοπαραγωγές χώρες. Η ετήσια παραγωγή ξεπερνά τα 2,4 εκατ. τόνους και η εξόρυξη του βωξίτη γίνεται κατά 65% με υπόγειες και 35% με υπαίθριες εκμεταλλεύσεις. Ο ελληνικός κλάδος βωξίτη – αλουμίνιας - αλουμινίου αποτελεί το πλέον χαρακτηριστικό παράδειγμα επιτυχούς καθετοποιημένου κλάδου στην

ελληνική μεταποιητική βιομηχανία για πάνω από 40 χρόνια με κύριο εκπρόσωπο την ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ (Όμιλος Μυτιληναίου), η οποία είναι η σημαντικότερη παραγωγός αλουμινίου και αλουμίνας στην ΕΕ παράγοντας πρωτόχυτο αλουμίνιο και τελικά προϊόντα (Τζεφέρης, 2015). Συνολικά η βιομηχανία αλουμινίου (πρωτόχυτο, δευτερόχυτο, προϊόντα έλασης, τελικά προϊόντα, κ.λπ.) στην Ελλάδα αποτελεί τον κατεξοχήν βιομηχανικό κλάδο μη σιδηρούχων μετάλλων με 2,5 χιλ. εμπλεκόμενες μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις, 40 χιλ. θέσεις εργασίας και ετήσιο κύκλο εργασιών πάνω από 2,5 δισ. €. Τα προϊόντα αλουμινίου αποτελούν με αριθμητικούς όρους: (α) 7% του συνόλου των ελληνικών εξαγωγών, (β) 10% των εξαγωγών βιομηχανικών προϊόντων, (γ) το 1% του ΑΕΠ. Η ανεξαρτησία σε πρώτη ύλη του κλάδου του αλουμινίου και η πλήρης καθετοποίηση έχουν διαμορφώσει μια εύρωστη δραστηριότητα με έντονα αναπτυξιακό και εξαγωγικό χαρακτήρα. Ο κλάδος του αλουμινίου είναι ένας βιομηχανικός κλάδος εντάσεως κεφαλαίου και τεχνολογίας που δε μεταφέρεται εύκολα σε χώρες χαμηλού κόστους. Η υψηλή τεχνογνωσία για την παραγωγή του αλουμινίου σε συνδυασμό με τα βεβαιωμένα αποθέματα βωξίτη (~130 εκατ. τον.) εγγυώνται συνέχιση της δραστηριότητας για τουλάχιστον άλλα 40 έτη.

Ο σιδηρονικελιούχος λατερίτης αποτελεί πρώτη ύλη παραγωγής νικελίου μέσω πυρομεταλλουργικών, υδρομεταλλουργικών διαδικασιών ή συνδυασμό αυτών. Το 87% της παγκόσμιας παραγωγής νικελίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή διαφόρων τύπων κραμάτων και το υπόλοιπο στις επιμεταλλώσεις (8%) και σε άλλες εφαρμογές (5%), κυρίως της χημικής βιομηχανίας. Μεταξύ των κραμάτων του νικελίου, σημαντικότεροι είναι οι ανοξείδωτοι χάλυβες, που απορροφούν το 65% της παγκόσμιας παραγωγής νικελίου. Η Ελλάδα κατέχει σημαντική θέση στην ΕΕ αλλά και παγκοσμίως, καθώς είναι η μοναδική χώρα στην ΕΕ παραγωγός σιδηρονικελίου από εγχώρια μεταλλεύματα μέσω της εταιρείας ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ και του μεταλλουργικού της εργοστασίου στη Λάρυμνα Φθιώτιδας (Τζεφέρης, 2015). Η μονάδα αυτή είναι μία εκ των 57 εγκαταστάσεων μεταλλουργίας νικελίου παγκοσμίως και μία εκ των 22 που επεξεργάζονται λατερίτες. Η επεξεργασία του λατερίτη στη Λάρυμνα είναι πυρομεταλλουργική με προϊόν το κοκκοποιημένο σιδηρονικέλιο (FeNi, 18-24%Ni) το σύνολο του οποίου εξάγεται προς παραγωγή ανοξείδωτου χάλυβα. Η ΛΑΡΚΟ παράγει επίσης αδρανή υλικά και οι σκωρίες των Η/Κ και των μεταλλακτών της αξιοποιούνται στην παραγωγή ειδικών τύπων σκυροδέματος.

Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλης οικονομικής σημασίας κοιτάσματα μεικτών θειούχων κοιτασμάτων (Pb, Zn, Cu κ.ά. που παράγουν Ag και Au) αλλά και κοιτάσματα πορφυρητικού τύπου με επιθερμικό χρυσό, σε πολλές περιοχές της Β. Ελλάδος (Χαλκιδική, Έβρο, Ροδόπη, Κιλκίς) που αποτελούν ουσιαστική προοπτική

για το μεταλλουργικό κλάδο. Η αξία των περιεχομένων μετάλλων στα βεβαιωμένα πολυμεταλλικά αποθέματα όπως του χρυσού και αργύρου στη Β. Ελλάδα υπερβαίνει τα 20 δισ. Ευρώ (ΣΜΕ, 2013). Η ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΧΡΥΣΟΣ (θυγατρική της ELDORADO GOLD) διαχειρίζεται επί του παρόντος 8 παραχωρήσεις μεταλλείων εξορύσσοντας μικτά θειούχα (περίπου 220 χιλ. ξηροί τον. το 2014) και παράγοντας προϊόντα εμπλουτισμού (συμπυκνώματα PbS και ZnS μετά από διαφορική επίπλευση), τα οποία εξάγονται σχεδόν στο σύνολό τους και απέφεραν για το 2014 έσοδα 40,2 εκατ. € (17,9 εκατ. € για τον Pb και 22,3 εκατ. € για τον Zn). Επίσης, εντός του 2014, η εταιρεία ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΧΡΥΣΟΣ ΑΕ παρήγαγε 58.335 τον. συμπυκνώματος χρυσοφόρου αρσеноπυρίτη/πυρίτη με περιεκτικότητα Ag=2.216,73kg και Au=1.318,9Kg, το οποίο διατέθηκε στο σύνολό του στην Κίνα μαζί με προηγούμενο απόθεμα με συνολική αξία 21,7 εκατ. €. Από την κατεργασία του αρσеноπυρίτη αυτού (με βαθμό ανάκτησης 78%) παράγονται πάνω από 29 χιλ. ουγκιές χρυσού. Η αντίστοιχη παραγωγή συμπυκνώματος για το 2013 ήταν 64.837 τον. που επίσης απορροφήθηκε στην Κίνα με αξία 21,3 εκατ. €. Η Ελλάδα θα μπορούσε να καταστεί μια από τις μεγαλύτερες χώρες παραγωγής πολύτιμων μετάλλων στην ΕΕ, εντούτοις, οι συγκεκριμένοι χρυσοφόροι πυρίτες (πάνω από 2,4 Mt με μέση περιεκτικότητα 3,4 gr/τον. Au), εξαιτίας της μη ύπαρξης μεταλλουργικής μονάδας παραγωγής χρυσού στην Ελλάδα, εξάγονται. Η κατασκευή μεταλλουργικής μονάδας προβλέπεται στο Ν.3220/04 αλλά η υλοποίησή της δεν έχει καταστεί δυνατή μέχρι σήμερα (2017). Το σύνολο των επενδύσεων της ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΧΡΥΣΟΣ σε Σκουριές, Ολυμπιάδα και Στρατώνι ανήλθε σε 420,6 εκατ. €. Επίσης το 2014 το σύνολο του απασχολούμενου προσωπικού της ήταν περίπου 2.000 άτομα. Σε εκκρεμότητα είναι η περιβαλλοντική αδειοδότηση και αξιοποίηση των κοιτασμάτων χρυσού στις εκτάσεις: (α) ΒΑ Χαλκιδικής, (β) Περάματος Θράκης και (γ) Σάπες Ροδόπης.

Ο μαγνησίτης (λευκόλιθος) αποτελεί ένα από τα κυριότερα μεταλλεύματα του Ελλαδικού χώρου και η καθετοποιημένη εκμετάλλευσή του παρέχει διάφορα εμπορεύσιμα προϊόντα, όπως μαγνησίτη (ως εξορύσσεται), καυστική και δίπυρο μαγνησία καθώς και πυρίμαχες μάζες ή/και πυρίμαχα. Όλα τα παραπάνω προϊόντα είναι εξαιρετικής ποιότητας και περιζήτητα στη διεθνή αγορά. Ειδικά η δίπυρος μαγνησία αποτελεί κύριο συστατικό στα βασικά πυρίμαχα της μεταλλουργίας και την τσιμεντοβιομηχανία. Σημειώνεται ότι το μαγνήσιο και ο μαγνησίτης, από το 2014 έχουν συμπεριληφθεί στη λίστα των κρίσιμων μετάλλων και ορυκτών για την ΕΕ (ΕC, 2014). Στον τομέα του λευκόλιθου και των μαγνησιακών προϊόντων δραστηριοποιούνται οι εταιρείες «ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΙ» και «ΤΕΡΝΑ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΙ» (πρώην ΒΙΟΜΑΓΝ). Η εταιρεία «ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΙ» διαθέτει κοιτάσματα λευκόλιθου και εγκαταστάσεις

επεξεργασίας κυρίως στη Χαλκιδική, απασχολεί περίπου 360 εργαζομένους, είναι αμιγώς εξαγωγική και επιτυγχάνει, παρά τον σημαντικό διεθνή ανταγωνισμό, να διατηρείται ως η μεγαλύτερη εξαγωγική επιχείρηση προϊόντων λευκολίθου εντός της ΕΕ. Εντός του 2014 πραγματοποίησε εξαγωγές συνολικά 128,4 χιλ. τον. (έναντι 142 χιλ. τον. το 2013) μαγνησιακών προϊόντων με συνολική αξία πάνω από 25 εκατ. €. Αντίστοιχα, η εταιρεία «ΤΕΡΝΑ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΙ» εκμεταλλεύεται τα κοιτάσματα λευκολίθου του Γερορέματος και του Κακάβου Ευβοίας και την περαιτέρω αξιοποίησή τους για παραγωγή μαγνησίας (δίτυρης, καυστικής και Magflot) στις εγκαταστάσεις των Φούρνων Μαντουδίου.

### *1.2.2 Δευτερογενής εξαγωγική μεταλλουργία (ανακύκλωση-αξιοποίηση)*

Ο κλάδος της ανακύκλωσης είναι ένας από τους ταχύτατα αναπτυσσόμενους κλάδους της μεταλλουργίας και αφορά στην επεξεργασία δευτερογενών πρώτων υλών, διαχείριση αποβλήτων και εφαρμογή περιβαλλοντικών πρακτικών προκειμένου να αξιοποιηθούν τα μεταλλουργικά απόβλητα για βιώσιμη/αιφορική ανάπτυξη. Οι σημαντικότερες εταιρείες ανακύκλωσης ανήκουν στον Όμιλο Viohalco και είναι οι εξής: (α) Αειφόρος Α.Ε. (2001) που επεξεργάζεται στα δύο εργοστάσια της στην Ελλάδα περισσότερους από 400.000 τόνους βιομηχανικών αποβλήτων (όπως χάλυβα, παραγωγής μη σιδηρούχων μετάλλων, και εγκαταστάσεις ανακύκλωσης σκραπ μετάλλων) ετησίως. Τα προϊόντα της Αειφόρος επαναχρησιμοποιούνται ως δευτερογενείς πρώτες ύλες σε άλλους τομείς όπως παραγωγή μετάλλων, οδοποιία (ασφαλτοτάπητες) και παραγωγή τσιμέντου, (β) AEIFOROS Bulgaria S.A. (2004) που διαχειρίζεται πάνω από 100.000 τόνους βιομηχανικών αποβλήτων ετησίως. Η Εταιρία αξιοποιεί κυρίως τα απόβλητα και τα υποπροϊόντα της βιομηχανίας και επεξεργασίας σιδήρου και χάλυβα όπως είναι οι σκωρίες χαλυβουργίας και εξέλασης και τα υπολείμματα άλεσης σκραπ σιδήρου, (γ) Αναμέτ Α.Ε. (1966) που εξειδικεύεται στην εμπορία σκραπ μετάλλων όπως επίσης στην ανάκτηση και αξιοποίηση δευτερογενών πρώτων υλών και την ασφαλή διαχείριση των μη ανακυκλώσιμων υπολειμμάτων κατεργασίας, (δ) Βιανάττ Α.Ε. που ειδικεύεται στην επεξεργασία και απορρύπανση Αποβλήτων Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Συσκευών (ΑΗΗΕ) και είναι αδειοδοτημένη για την επεξεργασία 50.000 τόνων ΑΗΗΕ ετησίως, (ε) Metalvalius, η οποία ιδρύθηκε το 2004, επεξεργάζεται και εμπορεύεται μη-σιδηρούχο σκραπ και παράλληλα παρέχει στη Sofia Med υπηρεσίες για την τροφοδοσία δευτερογενών πρώτων υλών και την ολοκληρωμένη διαχείρισή τους, (στ) Inos Balkan Doo ιδρύθηκε στη Σερβία το 1951 και επεξεργάζεται και εμπορεύεται σιδηρούχο και μη-σιδηρούχο σκραπ μετάλλων, (ζ) Novometal Doo η οποία είναι μία από τις

κύριες εταιρίες ανακύκλωσης της Π.Γ.Δ.Μ και συλλέγει και επεξεργάζεται διαφορετικά είδη αποβλήτων, όπως μέταλλα και ΑΗΗΕ.

Στην κατηγορία της αξιοποίησης υπάγονται τα βιομηχανικά κατάλοιπα/παραπροϊόντα τα οποία, ανάλογα με τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά, υφίστανται κατάλληλη επεξεργασία με σκοπό την παραγωγή δευτερογενών υλικών με συγκεκριμένες προδιαγραφές που χρησιμοποιούνται σε άλλες αδειοδοτημένες βιομηχανίες ως δευτερογενείς πόροι (secondary resources). Ενδεικτικά είδη βιομηχανικών μεταλλουργικών καταλοίπων/παραπροϊόντων που μπορούν μετά από κατάλληλη επεξεργασία να αποτελέσουν δευτερογενείς πρώτες ύλες για άλλες βιομηχανίες είναι τα παρακάτω:

- Σκωρίες χαλυβουργίας
- Σκωρίες εξέλασης
- Χρησιμοποιημένη άμμος αμμοβολής
- Σκωρίες και τέφρα από παραγωγή μη σιδηρούχων μετάλλων (π.χ. Al, Cu, Zn)
- Λάσπες φυσικοχημικής επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων
- Χρησιμοποιημένα πυρότουβλα
- Σκόνες φίλτρων

Στον τομέα αυτόν δραστηριοποιούνται κυρίως η POLYECO (πιστοποιημένη κάθετη μονάδα διαχείρισης και αξιοποίησης αποβλήτων στην Ελλάδα) και η ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΕ (Όμιλος Viohalco), η οποία διαχειρίζεται και αξιοποιεί βιομηχανικά στερεά απόβλητα με σκοπό την επαναχρησιμοποίησή τους, σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας και της βιομηχανικής οικολογίας. Στις τρεις εγκαταστάσεις που λειτουργεί στον Αλμυρό Μαγνησίας, στην Ιωνία Θεσσαλονίκης και στο Πέρνικ Βουλγαρίας υφίστανται επεξεργασία 500.000 τόνοι βιομηχανικών αποβλήτων και υποπροϊόντων ετησίως.

### *1.2.3 Ελληνική τσιμεντοβιομηχανία*

Η βιομηχανία παραγωγής τσιμέντου, η οποία είναι μια αμιγώς μεταλλευτική-μεταλλουργική δραστηριότητα, εμφανίστηκε στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα και είναι σημαντική βιομηχανική δραστηριότητα στην Ελλάδα με μεγάλες εξαγωγικές δυνατότητες και σημαντική συμβολή στην εθνική οικονομία. Το μεγάλο της πλεονέκτημα είναι η αφθονία στην Ελλάδα ασβεστολιθικού υλικού, που είναι η κυριότερη πρώτη ύλη στην παραγωγή τσιμέντου και αδρανών υλικών. Μέχρι την έναρξη της οικονομικής κρίσης, ο κλάδος (τσιμεντοβιομηχανία, παραγωγή σκυροδέματος και οικοδομική δραστηριότητα) ήταν εξαιρετικά δυναμικός και με μεγάλο αριθμό απασχολούμενων. Ωστόσο, η τσιμεντοβιομηχανία ακόμη και σήμερα, εν μέσω κρίσης, διατηρεί τη δυναμική της, λόγω της εξωστρέφειας και της

διεθνούς παρουσίας των εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην παραγωγή τσιμέντου. Τα εργοστάσια τσιμέντου στην Ελλάδα είναι τα παρακάτω:

- Όμιλος TITAN: Τέσσερα (4) εργοστάσια στην Ελλάδα (Καμάρι Βοιωτίας, Ελευσίνα, Θεσσαλονίκη, Δρέπανο)
- ΑΓΕΤ «ΗΡΑΚΛΗΣ» (Lafarge Group): Τρία (3) εργοστάσια στην Ελλάδα (Βόλος, Μηλάκι Αλιβερίου)
- Τσιμέντα «ΧΑΛΥΨ» (Italcementi Group): Ένα (1) εργοστάσιο στην Ελλάδα (Ασπρόπυργος).

Η ετήσια παραγωγική δυναμικότητα των ελληνικών εργοστασίων παραγωγής τσιμέντου ανέρχεται σε 16 εκατ. τόνους περίπου. Το 35% της παραγωγής εξάγεται σε χώρες της ΕΕ, στις Η.Π.Α. και τις χώρες της Μ. Ανατολής και της Αφρικής, ενώ το 65 % διατίθεται στην ελληνική αγορά.

#### 1.2.4 Επεξεργασία βιομηχανικών ορυκτών

Σύμφωνα με τα άρθρα 1 και 2 του Ν. 669/77 στην κατηγορία των βιομηχανικών ορυκτών μπορούν να υπαχθούν όλα τα λατομικά ορυκτά εκτός των μαρμάρων και των αδρανών υλικών. Αναφέρονται ιδιαιτέρως ως βιομηχανικά ορυκτά ο καολίνης, ο μπεντονίτης, η κιμωλία, ο γύψος, ο περλίτης, η κίσηρης, η θηραϊκή, γη, ο χαλαζίας, η χαλαζιακή άμμος, οι άργιλοι και οι μάργες πλινθοποιίας, κεραμοποιίας, τσιμεντοβιομηχανίας, ως και εν γένει τα αργιλικά και μαργαϊκά πετρώματα που χρησιμοποιούνται στην τσιμεντοβιομηχανία. Η Ελλάδα είναι σημαντική παραγωγός βιομηχανικών ορυκτών, ορισμένων με μεγέθη αποθεμάτων και ύψη παραγωγής που κατέχουν υψηλότερη θέση στη παγκόσμια κατάταξη. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η Ελλάδα, σε παγκόσμια κλίμακα, είναι η μοναδική χώρα παραγωγής χουντίτη-υδρομαγνησίτη, πρώτη χώρα παραγωγής περλίτη, δεύτερη χώρα παραγωγής κίσηρης και μπεντονίτη καθώς και πρώτη στην εξαγωγή προϊόντων λευκόλιθου/μαγνησίτη στην ΕΕ (ΥΠΕΚΑ, άγνωστο). Όλα τα παραπάνω ορυκτά έχουν ευρεία χρήση σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές αλλά και εξειδικευμένες χρήσεις με υψηλή προστιθέμενη αξία και ακόμη έχουν περιβαλλοντικό προσανατολισμό δηλ. χρησιμοποιούνται με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος (πχ. μπεντονίτης, περλίτης, ζεόλιθος, διατομίτης, άργιλοι ειδικών χρήσεων κλπ). Κύριοι εκπρόσωποι της κατηγορίας επεξεργασίας βιομηχανικών ορυκτών είναι η S&B Βιομηχανικά ορυκτά (Όμιλος IMERYS) και η ΛΑΒΑ Μεταλλευτική & Λατομική (Όμιλος Lafarge). Η S&B Βιομηχανικά Ορυκτά, η παλαιότερα ονομαζόμενη Αργυρομεταλευμάτων και Βαρυτίνης, μια από τις ιστορικότερες παραγωγικές μονάδες της χώρας (από το 1934) με μεγάλη παράδοση στις εξορύξεις βωξίτη, περλίτη, μπεντονίτη, βαρυτίνης (παλιότερα), καολίνη, ζεολίθου, με πάνω από 31 ορυχεία, 51 εργοστάσια, 28 κέντρα διανομής,

παρουσία σε 22 χώρες, απασχολεί συνολικά πάνω από 1800 εργαζόμενους. Η ΛΑΒΑ Μεταλλευτική & Λατομική ιδρύθηκε το 1952 για να εκμεταλλευτεί το Ορυχείο ελαφρόπετρας στη νήσο Γυαλί της Νισύρου. Το 1977 εντάχθηκε στον Όμιλο Εταιρειών ΗΡΑΚΛΗΣ και το 2001 έγινε μέλος του πολυεθνικού Ομίλου Lafarge και επέκτεινε τη δραστηριότητά της. Σε εμπορικό επίπεδο, το έτος 2015, ο συνολικός κύκλος εργασιών της στην εγχώρια αγορά παρουσίασε αύξηση 16% σε αξία σε σχέση με το 2014.

## **2. Η διαδρομή του μεταλλουργικού κλάδου στην Ελλάδα**

### **2.1 Βασικά οικονομικά μεγέθη του κλάδου (2016) και προοπτικές**

Το έτος 2016, οι εξορυκτικές - μεταλλουργικές επιχειρήσεις εκπροσώπησαν το 3,4% του ΑΕΠ με αξία περίπου 6,2 δισ. €. Σύμφωνα με στοιχεία του ΣΜΕ, το ανεκτέλεστο υπόλοιπο επενδύσεων του κλάδου ανέρχεται στα 2 δισ. € στην Ελλάδα μέχρι και το 2020 (Ντόκας, 2017). Το έτος 2016, παρά το ασταθές οικονομικό περιβάλλον, η Ελληνική Εξορυκτική Βιομηχανία σημείωσε σταθερές ή αυξημένες επιδόσεις στους περισσότερους κλάδους της και ειδικά αυτούς που ενδιαφέρουν άμεσα την εξαγωγική μεταλλουργία (ΣΜΕ, 2016). Στα παραγόμενα μέταλλα και μεταλλικά προϊόντα (Ni - Al) καταγράφηκε αύξηση τιμών σε σχέση με το 2015, ενώ τα προϊόντα λευκόλιθου κράτησαν το μερίδιό τους στη διεθνή αγορά, σημειώνοντας και μικρή ανάπτυξη. Οι τιμές τους, όμως, συμπιέστηκαν λόγω υπερπροσφοράς κινεζικών προϊόντων. Τα μεταλλεύματα όπως βωξίτης και τα συμπυκνώματα μικτών θειούχων, διατήρησαν ή οριακά αύξησαν τις τιμές τους. Τα βιομηχανικά ορυκτά παρέμειναν γενικά σε σταθερά επίπεδα, με σημαντική συμβολή στις εξαγωγικές επιδόσεις του κλάδου. Στα αδρανή υλικά σημειώθηκε μικρή αύξηση της παραγωγής κατά 7% έναντι του 2015 και ο κλάδος του τσιμέντου συντηρεί τη δραστηριότητά του κυρίως χάρη στην εξαγωγική του δραστηριότητα. Αναλυτικά στοιχεία αλλά και οι προοπτικές που διαγράφονται για τις δραστηριότητες του κλάδου το 2017 παρουσιάζονται συνοπτικά στις ακόλουθες παραγράφους (στοιχεία που δημοσιεύει περιοδικά ο ΣΜΕ).

**Πίνακας 1.** Στοιχεία και προοπτικές για τον ελληνικό μεταλλουργικό κλάδο

ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΟ ΠΡΟΙΟΝ		
ΒΩΞΙΤΗΣ	ΑΛΟΥΜΙΝΑ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
Εταιρείες δραστηριότητας: ΕΛΜΙΝ ΒΩΞΙΤΕΣ, ΔΕΛΦΟΙ ΔΙΣΤΟΜΟΝ	Πρώτη ύλη (tn): Ελληνικός βωξίτης: 1.383.566 Εισαγόμενος βωξίτης: 491.942	Εταιρείες δραστηριότητας: ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
Παραγωγή 2016 (tn): 1.880.000 Πωλήσεις 2015 (€): 61.000.000 (εκτίμηση) Εξαγωγές 2015 (€): 18.000.000 (εκτίμηση)	Παραγωγές 2016: 820.800 tn ένυδρης αλούμινας από την οποία παρήχθησαν: - 705.800tn άνυδρης αλούμινας για εξαγωγή και παραγωγή ΑΙ - 114.500tn ένυδρης αλούμινας για εξαγωγή Εξαγωγές 2015 (€): 82.969.000€ ένυδρη 88.678.000€ άνυδρη	Πρώτη ύλη: 705.800tn άνυδρη αλούμινα Παραγωγή μετάλλου 2016: 181.000tn Πωλήσεις μετάλλου 2015: 349.000.000€ Εξαγωγές μετάλλου 2015: 258.092.000€
Προοπτικές 2017: ΑΥΞΗΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΜΙΚΡΗ ΑΥΞΗΣΗ ΤΙΜΩΝ	Προοπτικές 2017: Μικρή πτώση τιμών Μικρότερη ζήτηση λόγω επικείμενης αναστολής παραγωγής κινεζικών εργοστασίων για περιβαλλοντικούς λόγους	Προοπτικές 2017: ΑΥΞΗΣΗ ΤΙΜΩΝ ΚΑΙ ΖΗΤΗΣΗΣ
ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΣ ΩΜΟΣ	ΔΙΠΥΡΟΣ ΜΑΓΝΗΣΙΑ	ΠΥΡΙΜΑΧΕΣ ΜΑΖΕΣ
Εταιρείες δραστηριότητας: ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΙ ΤΕΡΝΑ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΙ	Εταιρεία δραστηριότητας: ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΙ	Εταιρεία δραστηριότητας: ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΙ
Εθνική παραγωγή 2016 (tn): 460.000 Πωλήσεις 2015 (€): 2.273.000 Εξαγωγές 2015 (€): 1.784.000	Εθνική παραγωγή 2016 (tn): 20.700 Πωλήσεις 2015 (€): 9.000.000 Εξαγωγές 2015 (€): 8.250.000	Εθνική παραγωγή 2016 (tn): 42.000 Πωλήσεις 2015 (€): 9.300.000 Εξαγωγές 2015 (€): 8.700.000
Προοπτικές 2017: ΑΥΞΗΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΤΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	Προοπτικές 2017: Η Κίνα κλείνει εργοστάσια για περιβαλλοντικούς λόγους και συνεπώς αναμένεται εξισσορόπηση ζήτησης και τιμών	

ΝΙΚΕΛΙΟ	ΜΙΚΤΑ ΘΕΙΟΥΧΑ	ΜΠΕΝΤΟΝΙΤΗΣ
Εταιρεία δραστηριότητας: ΓΜΜΑΕ ΛΑΡΚΟ	Εταιρεία δραστηριότητας: ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΧΡΥΣΟΣ	Εταιρεία δραστηριότητας: IMERYS
Παραγωγή 2016 (tn): 17.071 Εξόρυξη μεταλλεύματος 2016 (tn): 2.202.420 Εξαγωγές 2015 (€): 192.725.639€  Διεθνής αγορά 2016: - Χαμηλές τιμές Ni με τάση ανόδου - Μείωση παγκόσμιας παραγωγής 1% σε σχέση με το 2015 - Μείωση παραγωγής στην ΕΕ 6% σε σχέση με το 2015 - 45% της παγκόσμιας παραγωγής από Κίνα, Ρωσία, Ιαπωνία	Προϊόντα: - Συμπύκνωμα χρυσοφόρου πυρίτη - Συμπύκνωμα Zn - Συμπύκνωμα αργυρούχου Pb  Εξόρυξη μεταλλεύματος 2016 (tn): 190.000  Παραγωγή 2016: 3.500 ουγγιές Au σε: - 6.879 ξηρούς μετρικούς τόνους (dmt) χρυσοφόρου πυρίτη - 34.113 dmt συμπυκνώματος Zn - 14.278 dmt συμπυκνώματος Pb-Ag  Πωλήσεις 2015 (€): 30.323.000€ συμπύκνωμα Pb, Zn 12.903.000€ συμπύκνωμα χρυσοφόρου πυρίτη	Εθνική παραγωγή 2016 (tn): 930.000 ορυκτού μπεντονίτη 870.000 κατεργασμένου  Πωλήσεις 2015: 700.000 € ορυκτού 69.012.000€ κατεργασμένου  Εξαγωγές 2015: 250.000€ ορυκτού 69.011.000 κατεργασμένου
Προοπτικές 2017: ΑΥΞΗΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ (7% παγκοσμίως) και ΑΥΞΗΣΗ ΤΙΜΩΝ	Προοπτικές 2017: - Τελείωσαν τα τέλματα της Ολυμπιάδας – μείωση παραγωγής χρυσοφόρου πυρίτη - Σημαντική αύξηση τιμής Zn, μικρή αύξηση Pb - Αύξηση ζήτησης και τιμής χρυσοφόρου αρσενοπυρίτη γιατί πολλά εργοστάσια αντιμετωπίζουν πλέον επιτυχώς το As - Ξεκινούν τα παραγωγικά έργα στην Ολυμπιάδα	Προοπτικές 2017: ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΣΕ ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ, ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΤΙΜΕΣ ΠΕΡΙΠΟΥ ΙΔΙΕΣ

(Πηγή: oryktosploutos.net)

## 2.2 Πολιτικές σε εθνικό και διεθνές επίπεδο που επιδρούν στον κλάδο

Οι υφιστάμενες πολιτικές που επηρεάζουν τον κλάδο είναι αρκετές. Τα πιο σημαντικά κείμενα ευρωπαϊκής στρατηγικής για τον κλάδο παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω.

**Πίνακας 2.** Κείμενα ευρωπαϊκής στρατηγικής που επηρεάζουν το μεταλλουργικό κλάδο

ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ	
ΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ	
ΤΙΤΛΟΣ	ΣΤΟΧΟΙ
Raw Materials Initiative (EC, 2008) Πλαίσιο που προστατεύει τα υφιστάμενα κοιτάσματα ορυκτών πόρων, διασφαλίζει το φυσικό περιβάλλον, και υποστηρίζει την ανάπτυξη της ευρωπαϊκής βιομηχανίας. Υπογραμμίζεται πως η πρόσβαση σε πρώτες ύλες είναι στρατηγικής σημασίας για την ευρωπαϊκή ανταγωνιστικότητα.	Ενθαρρύνεται η μείωση της κατανάλωσης πρώτων υλών εντός ΕΕ μέσω (α) αποδοτικότητας των πρώτων υλών, (β) επαναχρησιμοποίησης/ανακύκλωσης, (γ) εφαρμογής του θεσμικού πλαισίου για τα απόβλητα και (δ) αύξησης χρήσης ανανεώσιμων πρώτων υλών, λειτουργώντας συμπληρωματικά με την Οδηγία Πλαίσιο για τη διαχείριση των στερεών απορριμμάτων (2008/98/ΕΕ67), στην οποία διαμορφώνεται το απαραίτητο θεσμικό πλαίσιο για την επαναχρησιμοποίηση ή/και ανακύκλωση των εν λόγω δευτερογενών υλικών. Η χρήση ανακυκλωμένου μετάλλου έχει αυξηθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες και πλέον καλύπτει το 40-60% της ζήτησης της ευρωπαϊκής βιομηχανίας.
Metallurgy made in and for Europe: The perspective of producers and end users, <i>Roadmap</i> , Directorate General for Research and Innovation, 2014 Στον οδικό αυτό χάρτη πολιτικής αναφέρεται ότι οι δραστηριότητες της μεταλλουργίας (εξαγωγικής και φυσικής) αντιπροσωπεύουν το 46% της συνολικής αξίας μεταποίησης και το 11% του μέσου ΑΕΠ της ΕΕ. Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών όπως νανοτεχνολογία, ελαχιστοποίηση αποβλήτων και μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αποτελούν διαχρονικούς τομείς έρευνας και καινοτομίας στον κλάδο. Η μεταλλουργία, και ειδικότερα η εξαγωγική μεταλλουργία, θεωρείται ο πιο σημαντικός παράγοντας που θα βοηθήσει στην ανάκτηση της κυριαρχίας της Ευρώπης σε επίπεδο διαθεσιμότητας μεταλλικών πρώτων υλών.	Η στρατηγική της μεταλλουργικής βιομηχανίας έχει και θα συνεχίσει να έχει 4 κύριους άξονες: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ικανοποίηση των απαιτήσεων σε νέα προϊόντα, εφαρμογές, καινοτομίες</li> <li>• Ενισχυμένες ιδιότητες των υλικών και καλύτερες επιδόσεις αυτών σε εφαρμογές</li> <li>• Βελτιωμένη μεταλλευτική έρευνα, εξόρυξη και ανάκτηση μετάλλων, χάρη στην εξαγωγική μεταλλουργία, αλλά και τις διαδικασίες μεταποίησης, επεξεργασίας και ανακύκλωσης</li> <li>• Ύπαρξη τεχνολογιών και υποδομών γενικής εφαρμογής.</li> </ul>
Ενεργειακή πολιτική της ΕΕ (EC, 2011a, b & c, 2013) Η υφιστάμενη ενεργειακή πολιτική της ΕΕ κινείται σε 3 κύριους άξονες	Οι επιμέρους στόχοι για το 2020 είναι: <ul style="list-style-type: none"> <li>• μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990</li> </ul>

<p>(α) ασφάλεια του εφοδιασμού, (β) ανταγωνιστικότητα και (γ) βιωσιμότητα.</p> <p>Ο Ενεργειακός Χάρτης Πορείας 2050 (EC, 2011d) επισημαίνει τον σταδιακό μετασχηματισμό του ενεργειακού συστήματος, τον επανασχεδιασμό των ενεργειακών αγορών, τη στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τελικά απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές.</p> <p>Η ΕΕ έχει θέσει ενεργειακούς και κλιματικούς στόχους για το 2020, το 2030 και το 2050.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• άντληση του 20% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές</li> <li>• βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%.</li> <li>• Αντίστοιχα, οι στόχοι για το 2030 είναι:</li> <li>• μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 40%</li> <li>• άντληση τουλάχιστον του 27% της ενέργειας στην ΕΕ από ανανεώσιμες πηγές</li> <li>• αύξηση της ενεργειακής απόδοσης κατά 27-30%</li> <li>• διασύνδεση της ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό 15% (δηλαδή το 15% της ενέργειας που παράγεται στην ΕΕ πρέπει να μπορεί να μεταφέρεται και προς άλλες χώρες της ΕΕ).</li> </ul> <p>Τέλος, ο βασικός στόχος για το 2050 είναι η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 80-95% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.</p>
ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΕΣ / ΑΡΧΕΣ	
ΤΙΤΛΟΣ	ΣΤΟΧΟΙ
<p>European Innovation Partnership in Raw Materials (EIP) (Ευρωπαϊκή Σύμπραξη για την καινοτομία στα ορυκτά)</p> <p>Ο γενικός στόχος είναι να αυξήσει την συνεισφορά της βιομηχανίας στο ΑΕΠ και να την φέρει στο επίπεδο του 20%. Επίσης, δίδεται ιδιαίτερη σημασία στα European Commission flagship initiatives 'Innovation Union' και 'Resource Efficient Europe' όπου τονίζεται η στρατηγική σημασία της επάρκειας των πρώτων υλών για την σταθερότητα της Ευρωπαϊκής οικονομίας και της κοινωνίας. Για την επίτευξη των στόχων της σύμπραξης διακρίθηκαν τρεις τομείς προτεραιότητας:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Διερεύνηση ορυκτών πρώτων υλών και συντονισμό της καινοτομίας</li> <li>• Τεχνολογίες για την παραγωγή πρωτογενών και δευτερογενών ορυκτών πρώτων υλών</li> </ul>	<p>Οι ειδικότεροι στόχοι της σύμπραξης είναι: (1) υλοποίηση πιλοτικών δράσεων για την αξιοποίηση, εξόρυξη, επεξεργασία και ανακύκλωση πρώτων υλών, (2) υποκατάσταση τουλάχιστον 3 χρήσεων κρίσιμων πρώτων υλών, (3) δημιουργία πλαισίου συνθηκών που θα εξασφαλίζει σταθερή παροχή πρώτων υλών από ευρωπαϊκές πηγές, σε ανταγωνιστικό κόστος, (4) δημιουργία πλαισίου ενίσχυσης της αποδοτικότητας χρήσης, πρόληψη της παραγωγής απορριμμάτων, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και αποτελεσματικό σχεδιασμό προϊόντων, (5) δημιουργία δυναμικών υποδειγμάτων για τη βελτίωση γνώσεων σχετικά με τις πρωτογενείς και δευτερογενείς πρώτες ύλες, (6) δημιουργία δικτύου έρευνας, εκπαίδευσης και κέντρων κατάρτισης και (7) δυναμική ευρωπαϊκή στρατηγική για διεθνή συνεργασία.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Υποκατάσταση ορυκτών πρώτων υλών</li> </ul>	
European Institute on Innovation and Technology (EIT Raw Materials)	Στόχοι (α) ανάδειξη της στρατηγικής σημασίας των πρώτων υλών για την ΕΕ, (β) ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας του κλάδου και (γ) ανάπτυξη του κλάδου μέσω δραστικών καινοτομιών και επιχειρηματικότητας.
Αρχές της Κυκλικής Οικονομίας (Circular Economy) και Βιομηχανικής Συμβίωσης (Industrial Symbiosis) στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης	Δημιουργία κεντρικού σχεδιασμού με ξεκάθαρους νόμους που να εφαρμόζονται από τα κράτη μέλη, ακόμη και εξαναγκαστικά. Η μετάβαση στην κυκλική οικονομία και η βιομηχανική συμβίωση υποστηρίζονται οικονομικά μέσω των χρηματοδοτικών εργαλείων της Κοινότητας (π.χ. HORIZON 2020) και την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων αλλά και από νέα εργαλεία που θα δημιουργηθούν προκειμένου να υλοποιηθούν σχετικές επενδύσεις.

### 3. Οι προοπτικές εξέλιξης

Οι διαφαινόμενες προοπτικές εξέλιξης αφορούν καταρχήν στην εντονότερη κινητικότητα που παρατηρείται στη δευτερογενή μεταλλουργία προς την κατεύθυνση της κυκλικής οικονομίας και της βιομηχανικής συμβίωσης. Επίσης η διαρκής απαίτηση για μικρότερο ενεργειακό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα για την παραγωγή μετάλλων έχει ήδη ωθήσει την πρωτογενή μεταλλουργία να αναπτύξει νέες τεχνολογίες, οι οποίες είναι καινοτόμες και ριζικά διαφορετικές ως προς τις υπάρχουσες τεχνολογίες.

Στο ως άνω περιβάλλον και κατέχοντας σημαντική θέση στην σχετική έρευνα του κλάδου, ο Τομέας Μεταλλουργίας και Τεχνολογίας Υλικών της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών του του ΕΜΠ έχει ήδη συμμετέχει ως partner σε 3 σχετικά έργα χρηματοδοτούμενα από την ΕΕ ενώ 2 ακόμη έργα βρίσκονται στο στάδιο τελικής έγκρισης της πρότασης στο πλαίσιο του χρηματοδοτικού εργαλείου HORIZON2020 αποδεικνύοντας ότι η ελληνική εξαγωγική μεταλλουργία αφουγκράζεται και ακολουθεί τις εξελίξεις προσπαθώντας να διατηρήσει την ανταγωνιστικότητά της.

Ερευνητικά έργα σε εξέλιξη:

1. "Novel technologies for enhanced energy and exergy efficiencies in primary aluminium production industry (ENEXAL)", FP7-ENERGY-2009-2 Energy efficiency in energy intensive industry, Έναρξη: 2010, Λήξη: 2014, Προϋπολογισμός: 8.456.398€. Στόχος του έργου ήταν (α) η βελτιστοποίηση της απόδοσης της ενέργειας και της εξέργειας κατά την παραγωγή του Al,

(β) η σημαντική μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και (γ) η εξάλειψη των στερεών αποβλήτων που σχετίζονται με τη διεργασία.

2. "Development of new methodologies for industrial CO<sub>2</sub>-free steel production by electrowinning (SIDERWIN)", SPIRE 10-2017, Έναρξη: 2017, Διάρκεια: 60 μήνες, Προϋπολογισμός: 6.824.336€. Δεδομένης της ανυπαρξίας οικονομικά βιώσιμης τεχνολογίας για την παραγωγή χάλυβα που να ανταποκρίνεται στους στόχους της ΕΕ για το κλίμα και την ενέργεια κατά το έτος 2030, το έργο αυτό στοχεύει να υλοποιήσει μια εξαιρετικά καινοτομική μέθοδο παραγωγής χάλυβα σε σχέση με την συμβατική μέθοδο μέσω ηλεκτροχημικών διεργασιών. Η τεχνολογία αυτή θα είναι εξαιρετικά ευέλικτη και θα παράγει 87% λιγότερες εκπομπές CO<sub>2</sub>, θα απαιτεί 31% λιγότερη ενέργεια και τέλος, θα παράγει χάλυβα από παραπροϊόντα πλούσια σε Fe της βιομηχανίας μη-σιδηρούχων μετάλλων.
3. "Integrated cross-sectorial approach for environmentally sustainable and resource – efficient alumina production (ENSUREAL)", SPIRE 7-2017, Έναρξη: 2017, Διάρκεια: 48 μήνες, Προϋπολογισμός: 7.251.488€. Δεδομένης της εξάρτησης της ΕΕ από εισαγωγές βωξίτη και αλούμινας είναι απαίτηση πλέον να αναπτυχθούν νέες τεχνικές έτσι ώστε να διατηρηθεί η ανταγωνιστικότητα της Ευρωπαϊκής βιομηχανίας αλουμινίου. Το έργο προτείνει μια νέα τεχνολογία (Pedersen process) με σημαντικά βελτιωμένες αποδόσεις αλλά και εντυπωσιακές επιδόσεις σε περιβαλλοντικό και ενεργειακό επίπεδο.

Ερευνητικά έργα στο στάδιο της αξιολόγησης:

1. "Silicon production with low environmental impact using secondary Aluminium and silicon product streams, (SisAl)", SC5-14c-2016-2017: Sustainable metallurgical processes. Στόχοι του έργου: (α) Αποδοτική παραγωγή και βελτιστοποίηση χρήσης ενέργειας στην παραγωγή Si χρησιμοποιώντας πρώτες ύλες της ΕΕ στη βιομηχανία MG-Si, κράματα Al-Si και solar grade silicon (SoG-Si), (β) αύξηση της ανακύκλωσης του σκράπ αλουμινίου στην ΕΕ, (γ) αξιοποίηση των Al dross, (δ) αξιοποίηση της σκωρίας Si ως πρώτη ύλη για παραγωγή Si.
2. "Developing a sustainable Magnesium production value chain from European Resources and Technologies (MAGNESIA)", SC5-14-2016-2017: Greening the economy. Στόχος του έργου είναι να αναπτύξει και να παρουσιάσει νέες μεταλλουργικές μεθόδους (με υψηλές αποδόσεις σε όρους ενέργειας, υλικών και κόστους) για την παραγωγή οξειδίου του μαγνησίου και μαγνησίου από πρωτογενείς και δευτερογενείς πρώτες ύλες.

#### 4. Συμπεράσματα – Κατευθύνσεις για τη Σχολή

Με βάση όσα έχουν παρουσιαστεί στις προηγούμενες παραγράφους είναι φανερό ότι ο κλάδος της μεταλλουργίας, ως αναπόσπαστο τμήμα της εξορυκτικής βιομηχανίας, είναι πολύ σημαντικός τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο και αποτελεί διαχρονικά αιχμή ανταγωνιστικότητας για την χώρα και την ΕΕ. Η ΕΕ, όπως προκύπτει σαφώς και από τα κείμενα πολιτικής, προωθεί την παραγωγή πρώτων υλών από εγχώριους πόρους κινούμενη πάντα προς την κατεύθυνση της αυτονομίας και της μη εξάρτησης από τρίτες χώρες. Ωστόσο, εφόσον οι πηγές πρώτων υλών της εξορυκτικής βιομηχανίας τείνουν να εξαντλούνται ή να βρίσκονται σε δυσπρόσιτες περιοχές ή μεγάλα βάθη (ηπειρωτικά ή/και υποθαλάσσια), τείνει να αυξάνει δραματικά και η ανάγκη ανακύκλωσης μετάλλων και αξιοποίησης των βιομηχανικών παραπροϊόντων ως δευτερογενείς πρώτες ύλες. Η τάση αυτή αναμένεται να ενισχύσει σύντομα και πολύ σημαντικά τα χρηματοδοτικά εργαλεία έρευνας στην ΕΕ τα αμέσως επόμενα χρόνια (επιβεβαιώνοντας την τάση που διαφαινόταν από το 2014 όταν ανακοινώθηκαν οι άξονες προτεραιότητας της έρευνας μέχρι το 2020) και ωθεί τα πανεπιστήμια να διαμορφώσουν μια νέα γενιά επιστημόνων μεταλλουργών μηχανικών, η οποία θα συγκεντρώνει όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται για να παραμείνει υψηλή η ανταγωνιστικότητα του κλάδου. Αυτή η νέα γενιά αποφοίτων θα πρέπει να είναι επίσης ικανή να χειρίζεται και να αξιοποιεί εργαλεία ανάλυσης και σχεδιασμού διεργασιών.

Συγχρόνως προκύπτει πλέον επιτακτική η ανάγκη η δομή του εκπαιδευτικού συστήματος της Σχολής ΜΜΜ όπως και συνολικά των σχολών της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης να συμβαδίζει με τις ανάγκες της παραγωγής και της αγοράς. Σύμφωνα με τη μελέτη που τιτλοφορείται «Εκπαίδευση, επιχειρηματικότητα και απασχόληση: ζητείται προσέγγιση», την οποία διενήργησαν η ελεγκτική εταιρεία ΕΥ, το Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και η Endeavor Greece το έτος 2015 στα ανώτερα εκπαιδευτικά ιδρύματα της χώρας, πάνω από δύο στους πέντε φοιτητές (53%) εξακολουθούν και σήμερα, όπως και προ κρίσης, να φοιτούν σε αντικείμενα σπουδών και κλάδους που δε συμβάλλουν στην αναπτυξιακή προσπάθεια της χώρας. Εντυπωσιακότερο όμως είναι ότι ποσοστό 82% των σπουδαστών θεωρεί ότι το εκπαιδευτικό σύστημα δεν παρέχει επαρκή καθοδήγηση ή προετοιμασία για την αγορά εργασίας (Endeavor Greece, 2015), λόγω: (α) απηρχαιωμένων προγραμμάτων σπουδών, (β) απουσίας πρακτικής γνώσης και ανάπτυξης soft skills και (γ) περιορισμένης σύνδεσης των Πανεπιστημίων με τον πραγματικό κόσμο.

Τέλος, δε θα πρέπει να παραγνωρίζεται το γεγονός ότι η ενεργειακή πολιτική της ΕΕ για τα επόμενα 30 χρόνια, όπως αυτή αποτυπώνεται στα επίσημα κείμενά

της, οδηγεί στο σημαντικό περιορισμό χρήσης των γαιανθράκων ως καύσιμα και στη δημιουργία νέου ενεργειακού συστήματος. Αυτή η πραγματικότητα αποτελεί μια πρόκληση για τον κλάδο της εξαγωγικής μεταλλουργίας, η οποία είναι ενεργοβόρα, και θα απαιτηθούν σημαντικές επενδύσεις σε έρευνα και τεχνολογικές εξελίξεις, οι οποίες θα επιτρέψουν την αποδοτική χρήση εναλλακτικών καυσίμων. Συνεπώς, προκύπτει εκ των πραγμάτων η ανάγκη η νέα γενιά των μεταλλουργών μηχανικών να μπορεί να αντιλαμβάνεται σε βάθος τις εναλλακτικές και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έτσι ώστε να μπορεί να κατανοήσει και να σχεδιάσει τη μεταλλουργία του μέλλοντος.

### **Βιβλιογραφία**

- Endeavor Greece (2015). Δημιουργώντας Θέσεις Εργασίας για τους Νέους. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: [http://endeavor.org.gr/wp-content/uploads/2015/07/END\\_GR\\_F.pdf](http://endeavor.org.gr/wp-content/uploads/2015/07/END_GR_F.pdf)
- European Commission (2008). The raw materials initiative: Meeting our critical needs for growth and jobs in Europe, SEC(2008) 2741, COM(2008) 0699 final.
- European Commission (2011a). On security of energy supply and international cooperation – The EU energy policy: Engaging with partners beyond our borders, COM(2011) 539 final.
- European Commission (2011b). Key facts and figures on the external dimension of the EU energy policy, Commission staff working paper, SEC(2011) 1022 final.
- European Commission (2011c). Results of the Public Consultation on the External Dimension of the EU Energy Policy, SEC (2011) 1023 final.
- European Commission (2011d). Energy Roadmap 2050, COM(2011) 0885 final.
- European Commission (2013). Implementation of the Communication on Security of Energy Supply and International Cooperation and of the Energy Council Conclusions of November 2011, Commission report on the security of energy supply and international cooperation, COM(2013) 638 final.
- European Commission (2014). Report on Critical Raw Materials for the EU. Report of the Ad hoc Working Group on defining critical raw materials. Raw Materials Supply Group, European Commission, 41 pp.
- IOBE (2016). Η συμβολή της εξορυκτικής βιομηχανίας στην ελληνική οικονομία, Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: [http://iobe.gr/docs/research/RES\\_05\\_F\\_31032016\\_REP\\_GR.pdf](http://iobe.gr/docs/research/RES_05_F_31032016_REP_GR.pdf)

- Ντόκας, Α. (2017). Στο 70% οι εξαγωγές για την εξορυκτική - μεταλλουργική βιομηχανία το 2016. Η Καθημερινή. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.kathimerini.gr/893353/article/oikonomia/epixeirhseis/sto-70-oi-e3agwges-gia-thn-e3oryktikh---metalloyrgikh-viomhxania-to-2016>
- ΣΜΕ (2013). Χρυσός: Ιστορία, τέχνη, επιστήμη, οικονομία, περιβάλλον. Σύνδεσμος Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων, Αθήνα. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.orykta.gr/images/xrysos/xrysos-istoria-texni-epistimi-oikonomia-periballon.pdf>
- ΣΜΕ (2016). Έκθεση δραστηριοτήτων. Σύνδεσμος Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων, Αθήνα. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: [http://www.sme.gr/phocadownload/userupload/ektheseis/ekthesi\\_2016.pdf](http://www.sme.gr/phocadownload/userupload/ektheseis/ekthesi_2016.pdf)
- Τζιμόπουλος, Χ. (2016). Βωξίτης – Αλουμίνα – Αλουμίνιο και η συμβολή τους στην περιφερειακή και την εθνική ανάπτυξη. Πενήντα χρόνια δράσης και συνύπαρξης στους νομούς Βοιωτίας, Φωκίδας και Φθιώτιδας. Εθνικός Χωροταξικός Σχεδιασμός και Εξορυκτική Δραστηριότητα, ΤΕΕ, Αθήνα, 20 Σεπτεμβρίου. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: [http://library.tee.gr/digital/m2147/m2147\\_tzimopoulos.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2147/m2147_tzimopoulos.pdf)
- Τζεφέρης, Π. (2015). Η εξορυκτική/μεταλλουργική δραστηριότητα στην Ελλάδα. Στατιστικά δεδομένα για τη διετία 2013-2014. Διεύθυνση Πολιτικής και Ερευνών, Γενική Διεύθυνση Ορυκτών Πρώτων Υλών, Γενική Γραμματεία Ενέργειας και Ορυκτών Πρώτων Υλών, ΥΠΑΠΕΝ, Αθήνα. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.latomet.gr/ypan/Hypertrak/BinaryContent.aspx?pagenb=18561>
- ΥΠΕΚΑ (άγνωστο). Ελληνική εξορυκτική βιομηχανία, Διεθνές περιβάλλον - Φυσιογνωμία – Προοπτικές. Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και κλιματικής Αλλαγής, Αθήνα. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.latomet.gr/ypan/Hypertrak/BinaryContent.aspx?pagenb=12093>

#### *Πηγές διαδικτύου*

- ΛΑΡΚΟ – Προϊόντα/ Αδρανή: [www.larco.gr/el.aggregates.php](http://www.larco.gr/el.aggregates.php)
- ΛΑΡΚΟ – Προϊόντα/ Σκωρίες: [www.larco.gr/el.slag.php](http://www.larco.gr/el.slag.php)
- Πληροφορίες για τα ελληνικά ορυκτά: [www.orykta.gr](http://www.orykta.gr)
- Ο ελληνικός ορυκτός πλούτος: [www.oryktosploutos.net](http://www.oryktosploutos.net)
- European Commission, Growth – Internal Market/ Industry/ Entrepreneurship/ SMEs: <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en/content/european-innovation-partnership-eip-raw-materials>
- Consortium EIT Raw Materials: <http://eitrawmaterials.eu/>



## **Κατεύθυνση Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών της Σχολής Μ.Μ.Μ. Τρέχουσα Πραγματικότητα, Προοπτικές-Προτάσεις**

*Γεώργιος Φούρλαρης,*

*Καθηγητής Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών Ε.Μ.Π.*

*Σπυρίδων Παπαευθυμίου,*

*Επίκουρος Καθηγητής Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών Ε.Μ.Π.*

### **1. Εισαγωγή**

Οι ανθρώπινες κοινωνίες διαχρονικά στηρίχθηκαν στην αξιοποίηση των πρώτων υλών και στη χρήση των υλικών. Με την πάροδο των ετών και την ανάπτυξη των επιστημών και των μεθόδων κατεργασίας και μορφοποίησης υλικών, η μελέτη των ιδιοτήτων και της δομής μετάλλων και κραμάτων συνδέθηκε με τις ιδιότητες των υλικών. Στις ημέρες μας τα υλικά εξελίσσονται διαρκώς και αποκτούν ολοένα και περισσότερη σημασία.

Η ενδελεχής μελέτη των μετάλλων, των κραμάτων, των κεραμικών, των ημιαγωγών, των μαγνητικών υλικών, των νανοϋλικών, της δομής και των ιδιοτήτων τους, αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της «Επιστήμης των Υλικών (Materials Science)», της «Τεχνολογίας των Υλικών (Materials Technology)» και της «Μηχανικής των Υλικών (Materials Engineering)». Πολλές φορές χάριν συντομίας συμπύσσονται στον όρο «Επιστήμη και Τεχνολογία Υλικών». Η Επιστήμη των Υλικών αναφέρεται στην εις βάθος ανάλυση και ερμηνεία της σχέσης δομής – ιδιοτήτων των υλικών. Περαιτέρω, ο όρος, πρωτίστως, «Μηχανική των Υλικών (Materials Engineering)» και, δευτερευόντως, ο όρος «Τεχνολογία Υλικών», αναφέρονται στο σχεδιασμό συγκεκριμένων ιδιοτήτων μέσω του απόλυτου ελέγχου της δομής των υλικών, της επεξεργασίας, της κατεργασίας και της μορφοποίησής τους.

Η έννοια της δομής (microstructure) είναι εξόχως σημαντική, αφορά στην περιοδική διάταξη της ύλης σε ατομικό επίπεδο (ατομική και νανοκλίμακα) και καθορίζει τις ιδιότητες σε μακροσκοπικό επίπεδο. Για να κατανοήσουμε, να ελέγξουμε, να επιλέξουμε και να σχεδιάσουμε υλικά (π.χ. μέταλλα και κράματα), οφείλουμε να γνωρίζουμε τις βασικές αρχές της ατομικής δομής της ύλης και να αποκτήσουμε βασικές γνώσεις της Μεταλλογνωσίας, Μηχανικής Υλικών και Μεταλλοτεχνίας.

Η Μεταλλουργική Βιομηχανία στην Ελλάδα αναπτύχθηκε παράλληλα με τη μεταλλευτική δραστηριότητα στην προσπάθεια αξιοποίησης των ορυκτών πρώτων υλών και την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών της Κοινωνίας. Με την εδραίωση της Μεταλλουργικής Βιομηχανίας η προσοχή στράφηκε και στη

Μεταποίηση. Ως εκ τούτου, η βιομηχανική δραστηριότητα δεν περιορίστηκε στην παραγωγή ημιτελών προϊόντων από βασικά μέταλλα (σίδηρο, αλουμίνιο και χαλκό), αλλά προχώρησε και στη διαμόρφωση μεταλλικών και μη-μεταλλικών υλικών, τελικών προϊόντων, όπως σωλήνες, ράβδοι, σπλισμός σκυροδέματος, αγωγοί, καλώδια, σύρματα κ.ά. βιομηχανικά προϊόντα. Επιπλέον, προϊόντα για την μικρο-ηλεκτρονική, καθώς και οι κατηγορίες των μη-μεταλλικών υλικών, όπως είναι τα πλαστικά, τα πολυμερή, τα σύνθετα υλικά κ.ά. βρήκαν πληθώρα εφαρμογών και στην Ελλάδα.

Με την πάροδο των ετών και την ανάπτυξη της επιστήμης, η παραγωγή εξευγενίζεται και προχωρά στο βέλτιστο σχεδιασμό και στην απευθείας παραγωγή/διαμόρφωση προϊόντων και πάσης φύσης υλικών. Η υψηλότερης προστιθέμενης αξίας δραστηριότητα αυτή βασίστηκε διεθνώς στην ανάπτυξη της Επιστήμης και Τεχνολογίας των Υλικών. Η βαθιά γνώση της σχέσης δομής-ιδιοτήτων των υλικών απαιτείται πλέον να διεισδύσει μέσα από τις μεθόδους κατεργασίας και βελτιστοποίησης και στην Ελληνική Μεταλλουργική και Μεταποιητική Βιομηχανία. Στόχος η παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, η αύξηση της ανταγωνιστικότητας της Χώρας και η βελτίωση της θέσης του Ε.Μ.Π. και της Σχολής Μ.Μ.Μ. διεθνώς. Έτσι, θα επιτευχθεί ευκολότερα η διάχυση της γνώσης στην Κοινωνία και η εκπαίδευση άριστων επιστημόνων, η απορρόφησή των οποίων από την αγορά εργασίας θα συμβάλλει συνεχώς στην αναβάθμιση της Κοινωνίας.

## **2. Εργασιακά Δικαιώματα Αποφοίτων Σχολής Μ.Μ.Μ. Ε.Μ.Π.**

Οι προσπάθειες για την κατοχύρωση των επαγγελματικών δικαιωμάτων των αποφοίτων της Σχολής Μ.Μ.Μ. οδήγησαν την τελευταία δεκαετία και ιδιαίτερα το 2017 στην προώθηση της κατοχύρωσης των επαγγελματικών δικαιωμάτων, τα οποία είχαν κατηγοριοποιηθεί με τη συμβολή της Σχολής Μ.Μ.Μ. και εγκρίθηκαν από τα όργανα και τις επιτροπές του Κράτους. Καταγράφουμε εδώ τις συμφωνηθείσες προτάσεις όσον αφορά στα δικαιώματα για τους αποφοίτους, τα οποία απορρέουν από την Κατεύθυνση των Υλικών:

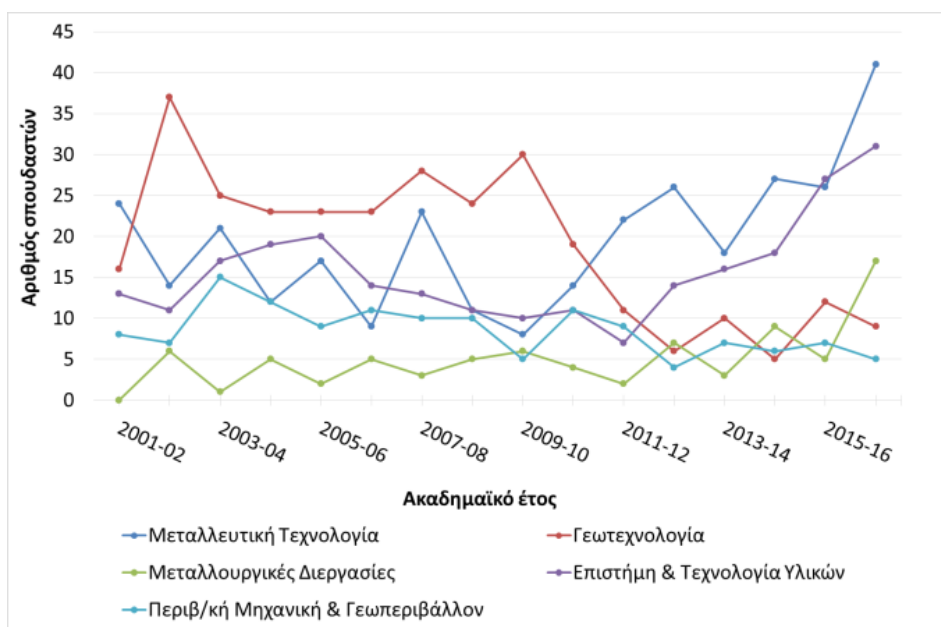
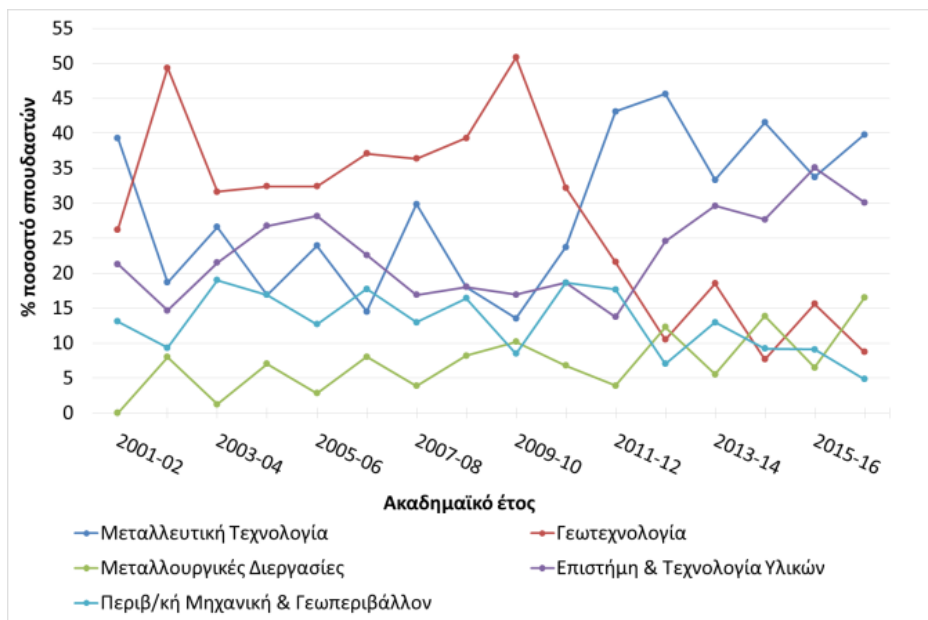
- Μεταλλοτεχνία και μορφοποίηση μετάλλων και κραμάτων
- Τεχνολογία κεραμικών, υάλου και ηλεκτρονικών υλικών

Φυσικά διατηρούν και τα γενικά δικαιώματα όπως π.χ. η «Διαχείριση της ποιότητας» και η «Ασφάλεια της εργασίας». Ο Διπλωματούχος της Σχολής Μ.Μ.Μ. μετά την απόκτηση άδειας άσκησης επαγγέλματος από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ), δύναται να απασχολείται επαγγελματικά στον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα, εφόσον συντρέχουν οι προϋποθέσεις που προβλέπονται από ειδικές διατάξεις, στους εξής τομείς δραστηριοτήτων:

- Μονάδες κατεργασίας και μορφοποίησης μετάλλων και κραμάτων, όπως χαλυβουργία, χυτήρια, σωληνουργίες, επιμεταλλωτήρια, ελασματοουργία, μηχανουργία και άλλα.
- Μονάδες παραγωγής και επεξεργασίας μεταλλουργικών κόνεων, σύνθετων και άλλων υλικών (για παράδειγμα ηλεκτρονικών, μαγνητικών, υπεραγωγίων και άλλων).
- Μονάδες παραγωγής και διαχείρισης πρωτογενούς ενέργειας.
- Εργασίες συγκολλήσεων μετάλλων, καθώς και στον έλεγχο ποιότητας αυτών σε βιομηχανίες, ναυπηγεία, μεταλλικές κατασκευές και άλλα.
- Μονάδες παραγωγής πυρίμαχων υλικών, κεραμικών προϊόντων και προϊόντων υάλου.
- Μονάδες παραγωγής τσιμέντου, μονωτικών και πληρωτικών υλικών, κονιαμάτων, όπως γύψος και άλλα.
- Εργασίες καθαρισμού και προετοιμασίας μεταλλικών ή μη μεταλλικών επιφανειών (αμμοβολή, ψηγματοβολή, υδροβολή κ.ά.) καθώς και στην προστασία αυτών από τη διάβρωση.
- Εργασίες μη καταστρεπτικών ελέγχων σε μέταλλα και κράματα, μεταλλικά προϊόντα, διακοσμητικούς λίθους, μεταλλικές κατασκευές, οπλισμούς και άλλα.

### **3. Τρέχουσα Πραγματικότητα στη Σχολή Μ.Μ.Μ. του ΕΜΠ**

Η κατεύθυνση «Επιστήμη και Τεχνολογία Υλικών» θεσπίστηκε για πρώτη φορά στη Σχολή Μ.Μ.Μ. κατά την αναμόρφωση Προγράμματος Σπουδών (ΠΣ) της Σχολής Μ.Μ.Μ. το 1999. Στην πρώτη πενταετία του νέου ΠΣ είχε ικανοποιητικό αριθμό σπουδαστών. Ωστόσο, την τελευταία πενταετία 2012-2017, η επιλογή των φοιτητών αυξάνεται συνεχώς, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1. Η κατεύθυνση συγκεντρώνει ολοένα και μεγαλύτερο αριθμό φοιτητών εδραιώνοντας τη δεύτερη προτίμηση επιλογής της από τους σπουδαστές της Σχολής Μ.Μ.Μ. Το προσωπικό, που υπηρετεί την κατεύθυνση «Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών» ανέρχεται σε τέσσερα (4) μέλη Διδακτικού και Ερευνητικού Προσωπικού (ΔΕΠ) της Σχολής Μ.Μ.Μ., ένα (1) μέλος ΔΕΠ της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών (ΗΜ), τρία (3) μέλη Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού (ΕΔΙΠ) και ένα (1) μέλος Ειδικού Τεχνικού Εργαστηριακού Προσωπικού (ΕΤΕΠ).



**Εικόνα 1.** Αριθμός φοιτητών που ακολουθούν την κατεύθυνση της «Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών» (2001-2016)

#### **4. Η σπουδαιότητα της εξέλιξης των Υλικών για τη βαριά Βιομηχανία σε Ελλάδα και Ευρώπη - Οι προοπτικές**

##### **4.1 Η σημασία του κλάδου σε ευρωπαϊκό επίπεδο**

Η Φυσική Μεταλλουργία είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη Μεταποιητική Βιομηχανία. Έτσι, η Μεταλλουργία, πέραν της εξαγωγικής εστιάζει στη φυσική Μεταλλουργία, δηλαδή στην επιστήμη και στην τεχνολογία των μετάλλων και των κραμάτων, καθώς και των κατεργασιών τους, στην παραγωγή προϊόντων, αλλά και στην αξιοποίηση αυτών, πιθανών παραπροϊόντων από την παραγωγή τους ή/και την ανακύκλωσή τους. Η κύρια δραστηριότητα αφορά στην παραγωγή των βασικών μετάλλων και κραμάτων, στην κραμάτωση, στις κατεργασίες (έλαση, διέλαση, σφυρηλάτηση), στις επικαλύψεις, στις συνδέσεις και συγκολλήσεις, στη συμπεριφορά κατά τη λειτουργία και αυτή έναντι στατικών, δυναμικών καταπονήσεων και διάβρωσης, καθώς και στη συμπεριφορά κάτω από αντίξοες συνθήκες. Όλες αυτές οι δραστηριότητες καλύπτουν το 46% του συνολικού ποσοστού της μεταποίησης και το 11% του συνολικού Ακαθάριστου Προϊόντος (total gross domestic product - GDP) της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EC, 2014, 2015a & b, 2016, OECD, 2016, World Bank, 2017)

Τα μέταλλα, η τέχνη, η τεχνολογία και οι κατεργασίες τους ονομάτισαν ολόκληρες περιόδους της ανθρωπότητας (εποχή χαλκού, σιδήρου). Στη σημερινή εποχή η τεχνολογία υλικών, έχοντας αρωγό τις σύγχρονες επιστημονικές τεχνικές, έχει εξευγενιστεί και με την παρούσα στάθμη της γνώσης συμβάλει καθοριστικά στα άλματα της κοινωνίας. Καθώς οι κατεργασίες υλικών εν γένει έχουν περιβαλλοντικό αντίκτυπο, γίνεται επίσης κατανοητή η σπουδαιότητα του κατάλληλου σχεδιασμού με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος.

Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, η διείσδυση των αναλυτικών τεχνικών απεικόνισης της μικροδομής και της νανοδομής, της ανάλυσής της, καθώς και οι σύγχρονες τεχνικές μεταποίησης και κατεργασιών οδηγούν σε βελτιστοποίηση της εφαρμογής των υλικών σε πληθώρα κλάδων. Από τις ορυκτές πρώτες ύλες και τον μακρό-κοσμο φτάνουμε σήμερα να ελέγχουμε τον μικρόκοσμο και τον νανόκοσμο αναπτύσσοντας υλικά σε νανοκλίμακα για πληθώρα εφαρμογών. Ο συνδυασμός σήμερα των διεργασιών και των κατεργασιών για την παραγωγή προϊόντων με εξαιρετικές ιδιότητες για δύσκολες, αντίξοες, ειδικές και γενικές εφαρμογές είναι το ζητούμενο για το μέλλον. Δεν είναι μόνο ο κλάδος των κατασκευών, της ναυπηγικής, της αεροναυπηγικής, της αυτοκινητοβιομηχανίας, των ηλεκτρονικών, της βιοϊατρικής που έχουν αποκτήσει ενδιαφέρον, αλλά και βιομηχανικών κλάδοι όπως:

- Οι μεταφορές - Transport sector (Surface, Marine, Aerospace):  
Ζητούμενα είναι η αποδοτική ανακύκλωση με στόχο άνω του 95% και οι ελαφριές κατασκευές για τη μείωση των εκπομπών των ΑτΘ (Αερίων του Θερμοκηπίου – το 2020 στόχος της Ε.Ε. είναι τα αυτοκίνητα να μην εκπέμπουν περισσότερα από 95g CO<sub>2</sub>/χλμ.), τη βελτίωση της απόδοσης, την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης καυσίμου ή ενέργειας εν γένει. Περαιτέρω, έμφαση δίνεται στην ανάπτυξη κραμάτων με αντοχές σε απαιτητικές συνθήκες, όπως πολύ χαμηλές ή πολύ υψηλές θερμοκρασίες, υψηλές πιέσεις λειτουργίας κ.ά., όπως και στην ανάπτυξη υλικών εμπνευσμένων από τη φύση. Τέλος, έμφαση δίνεται στην ποιότητα και αντοχή των τελικών προϊόντων, οπότε και απαιτούνται τροποποιήσεις στις επιφάνειες, στις διεπιφάνειες των υλικών, αλλά και στα ίδια τα υλικά, ώστε αυτά να αντέχουν σε θαλάσσιο, σε διαβρωτικό περιβάλλον και σε μηχανική διάβρωση (erosion/corrosion) με σκοπό τη συνολική αύξηση της ωφέλιμης διάρκειας ζωής κατά τη λειτουργία (increase of the in-service life). Μάλιστα τα αντιδιαβρωτικά και λοιπά υλικά, που θα χρησιμοποιούνται θα πρέπει να συμμορφώνονται με τον κανονισμό της Ε.Ε. «REACH» για τις χημικές ουσίες.
- Οι κατασκευές – Construction sector  
Έμφαση δίνεται στα ακόλουθα:
  - Μηχανικές αντοχές και σταθερότητα (Mechanical Resistance and Stability)
  - Πυρανθεκτικότητα (Safety in case of Fire)
  - Υγιεινή, Ασφάλεια και Περιβάλλον (Hygiene, Health and the Environment)
  - Ασφάλεια κατά τη χρήση (Safety in Use)
  - Προστασία από την Ηχορύπανση (Protection against Noise)
  - Οικονομία ενέργειας και αξιοποίηση της θερμότητας (Energy Economy and Heat Retention)
- Ο τομέας των καταναλωτικών προϊόντων (Consumer Goods Sector):  
Εμφανίζει ευκαιρίες ανάπτυξης επιφανειακών κατεργασιών, τη χρήση «έξυπνων» υλικών συμπεριλαμβανομένων των κραμάτων μνήμης σχήματος και αυτοϊάσιμων επικαλύψεων και υλικών εν γένει. Με τη χρήση διεργασιών βελτιστοποίησης συμπεριλαμβανομένης της προσομοίωσης διεργασιών θα εξασφαλιστεί ο σχεδιασμός υλικών με γνώμονα την γνώση ενώ παράλληλα θα βελτιστοποιηθεί ολόκληρη η αλυσίδα παραγωγής με τελικό σκοπό την βελτίωση της απόδοσης, του κόστους, της αξιοπιστίας και της ποιότητας.

- Ο τομέας μικροηλεκτρονικής - Electronics Sector  
Η διαρκής τάση σμίκρυνσης των προϊόντων προσφέρει νέες προοπτικές για την Ευρώπη να προαγάγει τις κατασκευές από μικρο- σε νανο-ηλεκτρονική με την κατάλληλη χρήση των μετάλλων και κραμάτων.
- Ο τομέας της Ενέργειας - Energy Sector  
Η διαρκής αύξηση της θερμοκρασίας λειτουργίας προσφέρει τεράστιες δυνατότητες βελτίωσης των θερμοδυναμικών διεργασιών με στόχο την αύξηση της απόδοσης ενέργειας. Οι καινοτομίες στη φυσική μεταλλουργία και στην επιστήμη των υλικών θεωρούνται απόλυτα απαραίτητες για την επίτευξη υψηλότερων θερμοκρασιών λειτουργίας.  
Επιπλέον, μια σημαντική ευκαιρία αναδύεται. Αυτή της αντιμετώπισης αντίξωων συνθηκών στη λειτουργία με υλικά, τα οποία θα προέρχονται από την κonioμεταλλουργία. Υλικά σε στρώσεις ή με επιστρώσεις/επικαλύψεις μπορούν να φέρουν τα υπάρχοντα υλικά στο κατάλληλο επίπεδο. Επιπλέον, με τη χρήση κonioμεταλλουργίας και σύγχρονων τεχνικών κατεργασίας όπως η τρισδιάστατη εκτύπωση, γίνονται εφικτή η παραγωγή/κατασκευή προϊόντων σύνθετης/πολύπλοκης γεωμετρίας.
- Ο Τομέας Εργαλείων - Tooling Sector  
Νέα υλικά απαιτούνται για τα εργαλεία διαμόρφωσης και κοπής με γνώμονα την παράταση της λειτουργίας των εργαλείων, την χρήση τους σε απαιτητικότερες εφαρμογές. Συμπεριλαμβάνεται ανάπτυξη εστιασμένη στην εκάστοτε εφαρμογή, όπως ειδικές θερμικές κατεργασίες, σύνδεση μικροδομής-ιδιοτήτων για την ακριβή επίτευξη μηχανικών ιδιοτήτων όπως η σκληρότητα, η αντοχή στη θραύση, στην κόπωση, η χημική σταθερότητα, όπως και αυτή έναντι θέρμανσης ή θερμικών σοκ κ.ά. Απαιτούνται νέες κατεργασίες με χρήση νέων εργαλείων, πολλές φορές πολύ εκλεπτυσμένες (EC, 2014).

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι η Επιστήμη και Τεχνολογία των Υλικών προσφέρει σημαντικές ευκαιρίες στο εγγύς μέλλον για τη διεύρυνση της κλασικής Μεταλλουργίας λαμβάνοντας υπόψη σημαντικές τάσεις και ζητήματα, που αφορούν στην οικονομία, την ενέργεια, το περιβάλλον και τις κοινωνικές απαιτήσεις. Η Φυσική Μεταλλουργία και η Τεχνολογία των Υλικών απαντά σε συγκεκριμένες απαιτήσεις της Κοινωνίας. Για το λόγο είναι καθοριστικής σημασίας η δυνατότητά μας να αφουγκραστούμε τις τάσεις του μέλλοντος, να αναλύσουμε την παρούσα κατάσταση και να σχεδιάσουμε τις μελλοντικές μας κινήσεις με έμφαση στη γνώση. Επομένως, οφείλουμε να παρακολουθούμε τις τάσεις στις Κοινωνίες, στην Πολιτική, στην Αγορά.

Οι καθοριστικές τάσεις για το μέλλον, στην Αγγλική αποδίδονται με τον όρο «Megatrends» είναι καθοριστικής σημασίας για την κατεύθυνση της Έρευνας και της ανάπτυξης των Κοινωνιών ανά την υφήλιο. Οι κοινωνίες, που γερνάνε ολοένα και περισσότερο, η κλιματική αλλαγή με βίαιες πολλές φορές εκφάνσεις των φυσικών φαινομένων, οι προκλήσεις στην υγεία, η ψηφιοποίηση όλων των επιπέδων της ζωής (digitization) είναι άξονες, οι οποίοι θα καθορίσουν στις επόμενες δεκαετίες την έμφαση στην ανάπτυξη, στην Έρευνα και Τεχνολογική Ανάπτυξη, θα κινητοποιήσουν πόρους και θα συμβάλλουν στην αλλαγή των έως σήμερα δεδομένων. Η καινοτομία θα κινηθεί γύρω από τέτοιες δραστηριότητες. Νέες αγορές θα αναδυθούν, νέες δεξιότητες θα απαιτηθούν, νέες θέσεις εργασίας θα δημιουργηθούν. Τα Πανεπιστήμια, οι Κοινωνίες αλλά και οι Εταιρείες (του Δημόσιου και Ιδιωτικού τομέα) θα πρέπει να αφουγκραστούν τις επικείμενες αλλαγές και να προετοιμαστούν καταλλήλως.

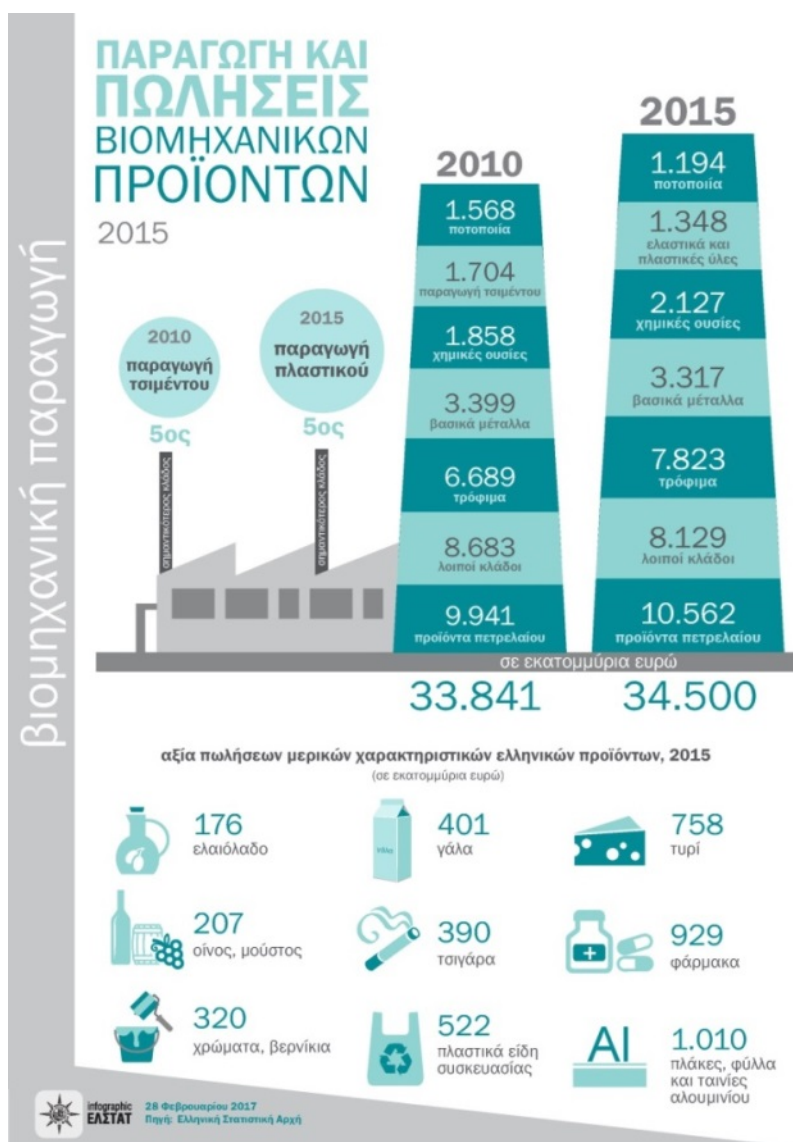
Νέες προσεγγίσεις στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης έρχονται ως απάντηση στην ολοένα αυξανόμενη απαίτηση για κυκλική οικονομία, για διασφάλιση ορυκτών πρώτων υλών, για βέλτιστο σχεδιασμό κραμάτων υποστηρίζοντας παράλληλα την οικονομική ανάπτυξη. Η εμβάθυνση της γνώσης μαζί με τη διάχυσή της είναι απόλυτες προτεραιότητες (EC, 2014).

#### **4.2 Η σημασία του κλάδου σε εθνικό επίπεδο**

Η παραγωγή βασικών μετάλλων στην Ελλάδα διατηρείται την τελευταία 7ετία (2010-2017) σε επίπεδο άνω των 3,3 δισ. € / έτος (3,399 δισ. € το 2010 και 3,317 δισ. € το 2015) σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ). Στην Εικόνα 2 διακρίνεται η σημασία του βιομηχανικού κλάδου, της παραγωγής βασικών μετάλλων, πλαστικών και της μεταποίησης για την Ελλάδα εν μέσω ύφεσης. Τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ είναι χαρακτηριστικά. Ο κλάδος της μεταποίησης καταφέρνει παρά την οικονομική δυσπραγία από το 2009 να αυξήσει την ανταγωνιστικότητά του ελαφρά. Σε απόλυτους αριθμούς, παρατηρείται αύξηση από 33,841 δισ. € το 2010 σε 34,5 δισ. € το 2015. Μόνο η παραγωγή προϊόντων αλουμινίου (πλάκες, φύλλα και ταινίες) αντιστοιχεί σε 1,010 δισ. € και καταλαμβάνει το 33% της απόδοσης των βασικών μετάλλων. Αντίστοιχα τα πλαστικά είδη συσκευασίας αγγίζουν το 0,522 δισ. € το 2015. Οι λοιποί κλάδοι της μεταποίησης υποχωρούν ελαφριά από 8,683 δισ. € το 2010 σε 8,129 δισ. € το 2015 ενώ αντίστοιχα τα προϊόντα πετρελαίου αυξάνονται από 9,941 δισ. € σε 10,562 δισ. € την ίδια περίοδο.

Στη συνέχεια, ας δούμε λίγα στοιχεία σχετικά με το σύνολο της δαπάνης για την Παιδεία στη Χώρας μας, καθώς και τα αντίστοιχα στοιχεία για την έρευνα. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τις συνολικές δαπάνες για την Παιδεία στην Ελλάδα για το

έτος 2016 και την πρόβλεψη για το 2017 ως ποσοστό του ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν). Αυτές ανέρχονται σε 2,85% του ΑΕΠ ή 4,518 δισ. € για το 2017.



**Εικόνα 2.** Πωλήσεις βιομηχανικών προϊόντων στην Ελλάδα

Αντίστοιχα, ο Πίνακας 2 παρουσιάζει την εξέλιξη της δαπάνης για Έρευνα από το 2011. Οι συνολικές δαπάνες για την έρευνα ανέρχονται σε 0,96% του ΑΕΠ ή 1,730 δισ. € για το 2017 (ΑΕΠ 2016: 175,49 δισ. € / Πρόβλεψη για ΑΕΠ 2017: 180,187 δισ. €).

**Πίνακας 1.** Δαπάνες για την Παιδεία

Έτος	% επί του ΑΕΠ	Συνολική δαπάνη (σε εκατ. €)	Αύξηση σε σχέση με το προηγούμενο έτος (%)	Αύξηση σε σχέση με το προηγούμενο έτος (σε εκ. €)
2016	2,44%	4.286		
2017	2,85%	4.518	+ 5,3%	+ 257

(Πηγές: ΕΛΣΤΑΤ και Υπουργείο Παιδείας)

**Πίνακας 2.** Εξέλιξη της δαπάνης για Έρευνα από το 2011

Έτος	Συνολική δαπάνη (σε εκατομμύρια €)	% επί του ΑΕΠ
2011	1.391,2	0,67
2014	1.488,7	0,84
2016	1.683,8	0,959
2017	1.729,974	0,96

(Πηγές: ΕΛΣΤΑΤ και Υπουργείο Παιδείας)

Οι τομείς της Βιομηχανίας (Ορυχεία-Λατομεία) και οι Μεταποιητικές Βιομηχανίες συνεισφέρουν σημαντικά στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας της Χώρας. Από τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ προκύπτει ότι ο Δείκτης Κύκλου Εργασιών στη Βιομηχανία όπως φαίνεται (στοιχεία Ιουλίου 2017 της ΕΛΣΤΑΤ) παρουσιάζει ετήσια αύξηση 8,6%. Η αύξηση της ανταγωνιστικότητας αποδίδεται περισσότερο στην εξωστρέφεια των ελληνικών επιχειρήσεων και λιγότερο στο αποκτηθέν προ-ανταγωνιστικό πλεονέκτημα μέσω της έρευνας και τεχνολογικής ανάπτυξης (Ε&ΤΑ). Μάλιστα, η συνολική δαπάνη για την έρευνα παραμένει χαμηλή στη χώρα μας περίπου στο 1% του ΑΕΠ, ενώ την ίδια ώρα σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat στην Ε.Ε. ανέρχεται στο 2% του ΑΕΠ. Περαιτέρω, η ιδιωτική δαπάνη για Ε&ΤΑ ανέρχεται περίπου στο 33% της συνολικής δαπάνης για την έρευνα, την ώρα που ο αντίστοιχος μέσος όρος στην Ευρώπη αγγίζει ως και το 66%. Η Ελλάδα παρουσιάζει εξαιρετικά χαμηλή ανταγωνιστικότητα. Μόνος τρόπος να ανακάμψει, είναι να επενδύσει σε έρευνα και καινοτομία και να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ της παραχθείσας γνώσης και της τεχνολογικής ανάπτυξης.

## 5. Ευρωπαϊκή πολιτική για τη Μεταλλουργική και Μεταποιητική Βιομηχανία

Για πάνω από τρεις δεκαετίες η τεχνολογική και οικονομική πρόοδος στηρίχθηκε σε μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη νέων υλικών και των αντίστοιχων λύσεων για την παραγωγή και την αξιοποίησή τους (EC, 2014, 2015a, 2016, OECD, 2016). Σημαντική, καθοριστική θα λέγαμε, σημασία στην ανάπτυξη αυτή αποτέλεσε η εξέλιξη της βιομηχανίας βασικών μετάλλων στηριζόμενη στην εξέλιξη της μεταλλουργίας. Η Ευρώπη για να μπορέσει να ανταποκριθεί στις προκλήσεις του μέλλοντος πρέπει να κινηθεί ταχύτερα και παράλληλα με μείωση του κόστους

στα πλαίσια του εφικτού. Σήμερα το χρονικό πλαίσιο ανάπτυξης υλικών από 10 και 20 έτη τείνει να μειωθεί σημαντικά. Η εξέλιξη της επιστήμης και των αναλυτικών τεχνικών χαρακτηρισμού τους (κύρια της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας και μικροανάλυσης), η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και η εφαρμογή τεχνικών βελτιστοποίησης υλικών μείωσαν τον χρόνο εξέλιξης και το κόστος ανάπτυξης νέων κραμάτων και κατηγοριών υλικών.

Η Μεταλλουργική και Μεταποιητική Βιομηχανία στην Ευρώπη πρόκειται να αντιμετωπίσει προκλήσεις στους εξής τομείς:

- Κατασκευές - Μεταποίηση
- Νέες και βελτιωμένες λύσεις Υλικών και διαθεσιμότητα δεδομένων αναφορικά με Υλικά
- Βελτιστοποίηση κατεργασιών, μεθόδων και σχεδιασμού υλικών
- Ανακύκλωση και ανάκτηση
- Ενεργειακή αποδοτικότητα

Με βάση τους Ευρωπαϊκούς Οργανισμούς και τις Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Πλατφόρμες (European Associations and Technology Platforms) οι ακόλουθες τάσεις έχουν επισημανθεί:

Για τις Κατασκευές - Μεταποίηση (Manufacturing):

(α) Κονιομεταλλουργία και Διαμορφώσεις – Κατεργασίες (Powder metallurgy and Forming)

(β) Συνδέσεις – Συγκολλήσεις (Joining technologies) και

(γ) Βελτιωμένες κατεργασίες – διεργασίες (Improved processes).

Για τα νέα και βελτιωμένα Υλικά (New and improved materials):

(α) Μέταλλα και κράματα (Metals and alloys)

(β) Επενδύσεις-επικαλύψεις, επεξεργασίες- θερμικές κατεργασίες (Coatings and treatments)

(γ) Λειτουργικά και πολύ-λειτουργικά υλικά (Functional and multi-functional materials)

(δ) Σύνθετα μεταλλικής μήτρας και μεταλλικοί αφροί (Metal Matrix Composites & Metal Foams) και

(ε) Βελτιωμένη απόδοση και επιδόσεις υλικών (Improved material performance).

Προκλήσεις για την Ευρωπαϊκή Βιομηχανία (EC, 2014, 2015a, 2016, OECD, 2016):

- (1) Ανάπτυξη βιομηχανίας υλικών ως υπηρεσία
- (2) Μείωση του χρόνου ανάπτυξης υψηλής ποιότητας υλικών και προϊόντων
- (3) Εμβάθυνση της σχέσης βιομηχανίας και Πανεπιστημίου

- (4) Αύξηση του αριθμού των φοιτητών φυσικής και επιστήμης υλικών στο επίπεδο της μελέτης των βασικών αρχών στα μεταλλικά υλικά και τη φυσική μεταλλουργία

## **6. Το μέλλον στην Εκπαίδευση Μηχανικών στο Κλάδο της Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών**

Το πιο πρόσφατο Διεθνές Συνέδριο με θέμα «Το μέλλον της εκπαίδευσης των μηχανικών στον κλάδο της Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών» (Georgia Tech, 2013) ανέδειξε τις προκλήσεις και τις δύο τάσεις, που επικρατούν διεθνώς στην εκπαίδευση σπουδαστών στον κλάδο της «Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών».

- Σε προπτυχιακό επίπεδο, η έμφαση να είναι στη διδασκαλία των θεμελιωδών αρχών της επιστήμης και τεχνολογίας υλικών. Ταυτόχρονα το πρόγραμμα σπουδών θα πρέπει να δίνει στους απόφοιτους σημαντικές προοπτικές απασχόλησης σε διεθνές πεδίο και σε νέες αναδυόμενες περιοχές.
- Για Σχολές Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών, τα θεμέλια της επιστημονικής περιοχής είναι ξεκάθαρα και βασίζονται στη σύνθεση/διεργασίες, δομή/σύσταση, ιδιότητες και συμπεριφορά/εφαρμογές και εφαρμόζονται σε όλες τις κατηγορίες υλικών από τα μέταλλα, τα κεραμικά, τα πολυμερή, τους ημιαγωγούς, τα μαγνητικά και τα οπτικά υλικά, τα βιοϋλικά, αλλά και τα οργανικά στερεά.

Τα θεμέλια αυτά δεν είναι τόσο σαφή σε προγράμματα σπουδών άλλων σχολών με Κατευθύνσεις Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, για προφανείς λόγους, η έμφαση τείνει να παραμένει στο κομβικό γνωστικό αντικείμενο, αλλά με έντονη εστίαση στους άλλους κλάδους υλικών. Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι απόφοιτοι μεταπτυχιακών και διδακτορικών σπουδών είναι κατά πολλούς τρόπους παρόμοιοι αυτών που αντιμετωπίζουν απόφοιτοι προπτυχιακών προγραμμάτων σπουδών (Υπουργείο Παιδείας).

## **7. Προοπτικές**

Η περαιτέρω ανάπτυξη της Επιστήμης των Υλικών και της Μεταλλουργίας προσφέρει ευκαιρίες και στην επόμενη 10ετία με άμεσο αντίκτυπο στη διεθνή οικονομία και στην εικόνα της Κοινωνίας. Η στρατηγική της Μεταποιητικής Βιομηχανίας θα περιστραφεί γύρω από τους ακόλουθους άξονες:

- Εκπλήρωση της ζήτησης σε νέα προϊόντα και εφαρμογές μέσω της διεύρυνσης της καινοτομίας σε πεδία ιδιαίτερου κοινωνικού και οικονομικού ενδιαφέροντος.
- Διεύρυνση των ιδιοτήτων των υλικών και της απόδοσής τους.

- Βελτιωμένη αξιοποίηση, εξόρυξη, ανάκτηση με χρήση σύγχρονων τεχνικών εξαγωγικής μεταλλουργίας, κατεργασιών και ανακύκλωσης.
- Διεύρυνση νέων τεχνολογιών, δικτύων και υποδομών.
- Ψηφιοποίηση υποδομών.
- Σχεδιασμός κραμάτων με γνώμονα την ανακύκλωση, την επαναχρησιμοποίηση, την ασφάλεια ύπαρξης πρώτων υλών, το κόστος παραγωγής.

## **8. Συμπεράσματα – Κατευθύνσεις για τη Σχολή Μ.Μ.Μ.**

Η κοινωνία θέτει τα Πανεπιστήμια και τη Βιομηχανία αντιμέτωπη με νέες προκλήσεις. Σε γενικές γραμμές όπως είδαμε στις προηγούμενες παραγράφους απαιτούνται νέα, αποδοτικότερα, ελαφρύτερα, φθηνότερα υλικά, υλικά (μέταλλα/κράματα) με βελτιωμένες ιδιότητες για την εκπλήρωση των αναγκών της Κοινωνίας με βάση τις αναδυόμενες νέες τάσεις. Οι διεθνείς τάσεις παρουσιάζουν αυξημένο ενδιαφέρον και ραγδαίες εξελίξεις γύρω από την έρευνα στον τομέα των Υλικών. Αυτή θα είναι άρρηκτα συνυφασμένη με τις κατεργασίες παραγωγής, το σχεδιασμό κραμάτων και τις υψηλότερες απαιτήσεις ως προς τη λειτουργία και επαναχρησιμοποίηση πόρων. Υλικά και προϊόντα σχεδιασμένα για την εκάστοτε εφαρμογή, βελτιστοποιημένα με στόχο τη μείωση του κόστους και του χρόνου ανάπτυξης τεχνολογικά προηγμένων προϊόντων. Απαιτείται στενότερη διασύνδεση με τη Διεθνή και Ελληνική Βιομηχανία και δίκτυο συγγενικών σε γνωστικό αντικείμενο Πανεπιστημιακών Σχολών.

Η Σχολή Μ.Μ.Μ. διατηρεί ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ανάμεσα στις αντίστοιχες διεθνείς Σχολές και Τμήματα, διδάσκει μηχανικούς εντάσσοντάς τους σε ένα ευρύ φάσμα επιστημονικής, οικονομικής και τεχνολογικής δραστηριότητας.

Ως προς την κατεύθυνση της «Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών» σε προπτυχιακό επίπεδο έμφαση πρέπει να δίνεται στη διδασκαλία των θεμελιωδών αρχών της Μεταλλογνωσίας (Φυσική Μεταλλουργία) καθώς και της Επιστήμης και Τεχνολογίας των Υλικών. Ταυτόχρονα το ΠΣ θα πρέπει να μεριμνά, ώστε οι φοιτητές να αποκτούν απαραίτητες δεξιότητες αναγνωρίσιμες σε διεθνές επίπεδο για να δραστηριοποιηθούν και να ηγηθούν πρωτοβουλιών σε νέες αναδυόμενες περιοχές. Το ΠΣ θα πρέπει να προετοιμάζει τους αποφοίτους να πραγματεύονται διεπιστημονικά προβλήματα σε έναν τάχιστα μεταβαλλόμενο κόσμο. Όπως και για κάθε Σχολή Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών διεθνώς, έτσι και στη Σχολή Μ.Μ.Μ. τα θεμέλια της επιστημονικής περιοχής είναι ξεκάθαρα και βασίζονται στη σχέση δομής/σύστασης-ιδιοτήτων και την παραγωγή/διεργασίες- διαμόρφωση-σύνδεση-λειτουργία. Επιπλέον, η ανανέωση του ΠΣ θα πρέπει:

α) να εισαγάγει νέους και πρωτότυπους τρόπους για την προσφορά γνώσεων και δεξιοτήτων (π.χ. αναφορικά με τη διαχείριση επιχειρήσεων, έργων, προγραμμάτων)

β) να προσφέρει και να διευρύνει την κινητικότητα και τις διεθνείς εμπειρίες προπτυχιακών σπουδαστών

Ειδικότερα, ως προς την κατεύθυνση της Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών και με γνώμονα τις διεθνείς κοινωνικές, οικονομικές, επιστημονικές και τεχνολογικές τάσεις η Σχολή Μ.Μ.Μ. θα πρέπει να εμβαθύνει και επενδύσει στα ακόλουθα πεδία:

- Επέκταση και περαιτέρω υποστήριξη του «Κέντρου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας» της Σχολής Μ.Μ.Μ. (Centre for Electron Microscopy) ιδιαίτερα με πρόσθετο εξοπλισμό χαρακτηρισμού σε νανοκλίμακα (π.χ. EELS spectroscopy για ανάλυση σε ελαφρών στοιχείων σε νανοκλίμακα, focus ion beam microscopy). Η περαιτέρω ενίσχυση του «Κέντρου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας» θα επιτρέψει τη σύνδεση της μικροδομής/νανοδομής με τον σχεδιασμό και βελτιστοποίηση βιομηχανικών διεργασιών. Η Σχολή Μ.Μ.Μ. τη δεκαετία 2006-2015 επένδυσε στην δημιουργία μοντέρνου «Κέντρου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας», που υποστηρίζει κατά κύριο λόγο το εκπαιδευτικό αντικείμενο των σπουδαστών της Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών, των σπουδαστών της κατεύθυνσης Μεταλλουργικών Αντιδραστήρων και των Γεωεπιστημών καθώς και την έρευνα. Αυτή η επένδυση έχει αναδείξει τη Σχολή Μ.Μ.Μ. σε κομβικό κέντρο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας στο Ε.Μ.Π., καθώς και στην ευρύτερη περιφέρεια Αττικής. Χρειάζεται τώρα να υποστηριχθεί περαιτέρω το «Κέντρο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας» για να αναδειχθεί και σε Κέντρο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Ευρωπαϊκής Εμβέλειας και αναδυόμενης Αριστείας.
- Ανάπτυξη υλικών σε αντίξοες (διαβρωτικές/οξειδωτικές) συνθήκες
- Πειραματικός σχεδιασμός κραμάτων με έμφαση στα μη-σιδηρούχα Κράματα.
- Βελτιστοποίηση των υπαρχόντων κραμάτων χάλυβα και ανάπτυξη νέων, προηγμένων χαλύβων υψηλής και υπερ-υψηλής αντοχής (απαιτείται επένδυση σε εξοπλισμό πχ. διαστολόμετρο, thermal treatment simulator Gleeble, κ.ά.).
- Ανάπτυξη και σχεδιασμός διεργασιών για την αποδοτικότερη παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας στον Ελλαδικό χώρο (θερμομηχανικά ελεγχόμενη έλαση, διέλαση κτλ.) και διεύρυνση των

δυνατοτήτων της τρισδιάστατης εκτύπωσης ή της απευθείας έλασης σε λεπτά ελάσματα (Αλουμίνιο, Μαγνήσιο, ανοξείδωτους χάλυβες).

- Μοντελοποίηση και προσομοίωση διεργασιών, κατεργασιών, μικροδομής και ιδιοτήτων υλικών σε μακροσκοπικό, μικρο- και νανο- επίπεδο (πεπερασμένα στοιχεία για μοντελοποίηση μηχανικών ιδιοτήτων-μακροσκοπικό επίπεδο).

Καθώς η Σχολή Μ.Μ.Μ. αναπτύσσεται στους κλάδους της ενέργειας, των εξορύξεων, των σπάνιων γαιών και των ορυκτών πρώτων υλών απαιτείται καινοτομία για την προετοιμασία μετάλλων/κραμάτων/υλικών – προϊόντων σε εφαρμογές πχ. για την παραγωγή ενέργειας, για αντοχές σε μεγάλα βάθη σε θάλασσα και στεριά, για μεγάλες κατασκευές (mega structures), για εξορύξεις, για αντοχή υπό συνθήκες υπερ-υψηλού ρυθμού παραμόρφωσης (δυναμικές φορτίσεις ή/και κακόβουλες ενέργειες), για αντοχή σε δυναμικές καταπονήσεις ή/και αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες ή/και σε παράλληλη έκθεση σε δυναμικές φορτίσεις σε υψηλές θερμοκρασίες, για αντίσταση σε έκθεση σε ακτινοβολία (πχ. κράματα για αντοχή σε ακτινοβολία, ιατρικές εφαρμογές κ.ά.), για αντικατάσταση σπάνιων γαιών για την αποδοτικότερη κραμάτωση (και μικρο-κραμάτωση μεταλλικών υλικών/κραμάτων).

Η Σχολή Μ.Μ.Μ. είναι απόλυτα απαραίτητο να δρομολογήσει την επένδυση τόσο σε ανθρώπινο δυναμικό όσο και σε εξοπλισμό, για να αναβαθμίσει τη θέση της στον διεθνή επιστημονικό χώρο, να αυξήσει την επιρροή της στην Κοινωνία και να βελτιώσει αντίστοιχα τη θέση της ανάμεσα στις προτιμήσεις των εισακτέων νέων φοιτητών παρουσιάζοντας στοιχεία σχετικά με τους τρόπους εξεύρεσης λύσεων σε κρίσιμα και καυτά ζητήματα της Κοινωνίας. Η διασύνδεση με τη Βιομηχανία μέσω της Πρακτικής Άσκησης πρέπει να ενδυναμωθεί και να διευρυνθεί.

Περαιτέρω απαιτούνται επενδύσεις σε υλικοτεχνική υποδομή διδασκαλίας και σε ανανέωση των διδακτικών εγχειριδίων, ώστε να βελτιωθεί η εμπειρία του φοιτητή. Είναι απαραίτητη η αναβάθμιση των εργαστηρίων και η οργάνωση ψηφιακών εργαστηρίων με την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών.

## **Βιβλιογραφία**

European Commission (2014). Metallurgy made in and for Europe: The Perspective of Producers and End-Users - Roadmap, Stalios, A. (ed.). Directorate-General for Research and Innovation, European Commission. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: [https://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/pdf/metallurgy-made-in-and-for-europe\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/metallurgy-made-in-and-for-europe_en.pdf)

- European Commission (2015a). What makes a material function? Let me compute the way - Modelling in FP7 NMP Programme Materials projects, 4<sup>th</sup> version, de Baas, A.F. and Rosso, L. (eds.). Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: [https://ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/pdf/review\\_of\\_materials\\_modelling\\_iv.pdf](https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/review_of_materials_modelling_iv.pdf)
- European Commission (2015b). Short-term Industrial Outlook, DG Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Brussels. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/10909>
- European Commission (2016). Single market integration and competitiveness report 2016, DG Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Brussels. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/20210>
- Georgia Tech (2013). Proceedings of the Symposium on "The Future of Materials Science and Engineering: An Industry Perspective". Georgia Institute of Technology, , May 14 – 15, Atlanta, GA. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.mse.gatech.edu/sites/default/files/2013%20Industry%20Symposium%20Proceedings.pdf>
- OECD (2016). OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016, OECD Publishing, Paris. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: [http://dx.doi.org/10.1787/sti\\_in\\_outlook-2016-en](http://dx.doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-en)
- World Bank (2017). Global Economic Monitor. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <https://data.worldbank.org/data-catalog/global-economic-monitor>
- Υπουργείο Παιδείας: στοιχεία για την Έρευνα και τον Προϋπολογισμό για την Παιδεία. Προσβάσιμα στους συνδέσμους: <https://www.minedu.gov.gr/to-ypourgeio/proupologismos> και <http://www.minedu.gov.gr/to-ypourgeio/proupologismos/25782-05-12-16-ayksisi-ton-pistoseon-gia-tin-paideia-ston-proypologismo-tou-2018>

#### *Πηγές διαδικτύου*

- World Aluminium: <http://www.world-aluminium.org/>
- Copper alliance: <http://copperalliance.org/>
- The International Copper Study Group (ICSG): <http://www.icsg.org/>
- Copper Development Association: <https://www.copper.org/>
- German Steel Federation "Stahl": <http://en.stahl-online.de/>
- "Stahl": <http://en.stahl-online.de/index.php/statistics/>

## **Κατεύθυνση Γεωτεχνολογίας**

### **Τρέχουσα Πραγματικότητα, Προοπτικές και Προτάσεις**

*Παύλος Νομικός,*

*Αναπληρωτής Καθηγητής Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ*

*Κωνσταντίνος Λουπασάκης,*

*Επίκουρος Καθηγητής Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ*

## **1. Εισαγωγή**

Η Γεωτεχνολογία αποτελεί αναγνωρισμένη και διακριτή κατεύθυνση σπουδών της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ. Εμπεριέχει αντικείμενα, επιλεγμένα από το ευρύ φάσμα των γεω-επιστημών, που είτε είναι απαραίτητα για την εκπλήρωση του σκοπού της (π.χ. τεχνική γεωλογία, εδαφομηχανική, μηχανική πετρωμάτων, υδρογεωλογία), είτε απεικονίζουν την από μακρού χρόνου αντίληψη της Σχολής για τα πεδία εφαρμογής της (π.χ. σήραγγες και υπόγεια έργα). Γίνεται λοιπόν σαφές, δια μέσω του προγράμματος σπουδών, η εστίαση των αντικειμένων της Γεωτεχνολογίας στον κλάδο των κατασκευών και ειδικότερα στον τομέα των τεχνικών έργων υποδομής. Από το σύνολο των οικονομικών δραστηριοτήτων του κατασκευαστικού κλάδου, το πρόγραμμα σπουδών της Σχολής ΜΜΜ, μέσω της κατεύθυνσης της Γεωτεχνολογίας, υποστηρίζει την απασχόληση των αποφοίτων της τουλάχιστον στις αναφερόμενες στον Πίνακα 1 δραστηριότητες. Επιπλέον, πεδίο απασχόλησης του απόφοιτου της Σχολής ΜΜΜ της κατεύθυνσης Γεωτεχνολογίας αποτελούν και οικονομικές δραστηριότητες του τομέα των επαγγελματικών, επιστημονικών και τεχνικών δραστηριοτήτων (τομέας Μ κατά ΣΤΑΚΟΔ-08) και ειδικότερα οι συναφείς με τον τομέα των υποδομών δραστηριότητες των ομάδων 71.1 (δραστηριότητες μηχανικών και παροχής τεχνικών συμβουλών), 71.2 (τεχνικές δοκιμές και αναλύσεις) και 72 (επιστημονική έρευνα και ανάπτυξη).

Η κατασκευή έργων υποδομής στη νεοελληνική ιστορία, ξεκινάει με την ίδρυση του ανεξάρτητου ελληνικού κράτους το 1830, δημιουργώντας μία παράδοση δημοσίων επενδύσεων για τον εκσυγχρονισμό της χώρας, που διήρκησε μέχρι το διάστημα του μεσοπολέμου (Δερτίλης 1984, Πατρώνης 2015, Καλλιάνου 2006, Συναρέλλη 1989). Επίκεντρο των έργων απετέλεσε διαχρονικά η ανάπτυξη του οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου, καθώς και ενεργειακά, λιμενικά, υδραυλικά και εγγειοβελτιωτικά έργα (αντιπλημμυρικά και αποστραγγιστικά), έργα ναυσιπλοΐας, κ.ά. Η παράδοση αυτή συνεχίστηκε και στη μεταπολεμική περίοδο, όπου ένα

σημαντικό ποσοστό οικονομικών και ανθρωπίνων πόρων προσανατολίσθηκε στον τομέα υποδομών (Σκάγιαννης, 2005).

Τα τεχνικά έργα υποδομής αποτελούν τις τελευταίες δεκαετίες σημαντικό προσδιοριστικό παράγοντα της ελληνικής οικονομίας. Σε αυτό συνετέλεσε και το πρόγραμμα σύγκλισης με την Ευρωπαϊκή Ένωση, με τη χρηματοδότηση μίας σειράς έργων (οδικοί άξονες, λιμάνια, σιδηροδρομικό δίκτυο, αεροδρόμια και αστικές συγκοινωνίες), που συνεισφέρουν αποφασιστικά (μακροπρόθεσμα) στην αναπτυξιακή προσπάθεια της χώρας. Από την εκτέλεσή τους προέκυψε αύξηση της συνολικής απασχόλησης αλλά και σημαντική θετική επίδραση στη βιομηχανία και γενικότερα στην αλυσίδα εφοδιασμού των κατασκευών.

**Πίνακας 1.** Οικονομικές δραστηριότητες κατασκευαστικού κλάδου (Τομέας ΣΤ-Κατασκευές) κατά ΣΤΑΚΟΔ-08

<b>Κωδικοποίηση</b>		<b>Περιγραφή</b>
<b>Ομάδα</b>	<b>Τάξη</b>	
42.1		Κατασκευή δρόμων και σιδηροδρομικών γραμμών
	42.11	Κατασκευή δρόμων και αυτοκινητόδρομων
	42.12	Κατασκευή σιδηροδρομικών γραμμών και υπόγειων σιδηροδρόμων
	42.13	Κατασκευή γεφυρών και σηράγγων
42.2		Κατασκευή κοινωφελών έργων
	42.21	Κατασκευή κοινωφελών έργων σχετικών με υγρά (περιλαμβάνονται οι γεωτρήσεις νερού)
	42.22	Κατασκευή κοινωφελών έργων ηλεκτρικού ρεύματος και τηλεπικοινωνιών
42.9		Κατασκευή άλλων έργων πολιτικού μηχανικού
	42.91	Κατασκευή υδραυλικών και λιμενικών έργων (περιλαμβάνονται τα φράγματα και τα αναχώματα)
	42.99	Κατασκευή άλλων έργων πολιτικού μηχανικού π.δ.κ.α.*
43.1		Κατεδαφίσεις και προετοιμασία εργοταξίου
	43.11	Κατεδαφίσεις
	43.12	Προετοιμασία εργοταξίου
	43.13	Δοκιμαστικές γεωτρήσεις
43.9		Άλλες εξειδικευμένες κατασκευαστικές δραστηριότητες
	43.99	Άλλες εξειδικευμένες κατασκευαστικές δραστηριότητες π.δ.κ.α. (περιλαμβάνονται: κατασκευή θεμελίων, πασσάλων, διάνοιξη φρεάτων, κ.ά.)

\* που δεν καταχωρείται αλλού

## **2. Η διαδρομή του τομέα των υποδομών την τελευταία δεκαπενταετία**

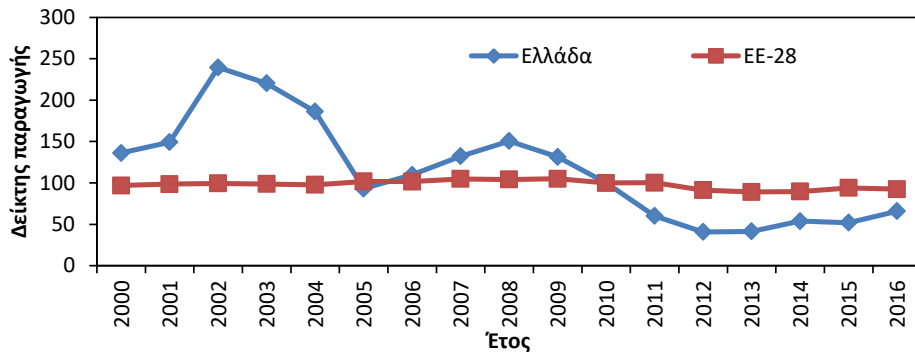
### **2.1 Βασικά οικονομικά μεγέθη του τομέα των υποδομών στην Ελλάδα την τελευταία δεκαετία**

Ο κατασκευαστικός κλάδος επηρεάστηκε περισσότερο από οποιονδήποτε άλλο κλάδο από την κρίση της ελληνικής οικονομίας τα τελευταία χρόνια, με το συνολικό κύκλο εργασιών από αμιγώς κατασκευαστικές δραστηριότητες (συμπεριλαμβανομένης της οικοδομικής δραστηριότητας) να παρουσιάζει μείωση της τάξης του 53% την περίοδο 2008-2014.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ και της Eurostat, ο κύκλος εργασιών από αμιγώς κατασκευαστικές δραστηριότητες του τομέα των τεχνικών έργων υποδομής (κωδικός 42 κατά ΣΤΑΚΟΔ-08) μειώθηκε κατά 33% την περίοδο 2008-2014, από περίπου 4,8 δισ.€ το 2008, σε 3,2 δισ.€ το 2014. Η μείωση της προστιθέμενης αξίας (σε τιμές κόστους συντελεστών παραγωγής) του τομέα την περίοδο 2008-2014 έφτασε το 12%, από περίπου 1,29 δισ.€ το 2008, σε 1,14 δισ.€ το 2014. Στις αμιγώς κατασκευαστικές δραστηριότητες του τομέα απασχολούνταν, το 2013, περίπου 32,3 χιλ. άτομα και σχεδόν 5,3 χιλ. επιχειρήσεις έναντι 42,7 χιλ. ατόμων και 8,5 χιλ. επιχειρήσεων, το 2008.

Η συρρίκνωση του τομέα των υποδομών στην Ελλάδα συνδέεται με τη μείωση των επενδύσεων την περίοδο της οικονομικής ύφεσης. Ειδικότερα, η επενδυτική δαπάνη για την κατασκευή έργων υποδομής μειώθηκε κατά περίπου 80% την περίοδο 2008-2011. Ωστόσο, για τα έτη 2012 και 2013 παρουσιάζεται αύξηση των επενδύσεων η οποία φθάνει το 22% μεταξύ 2013 και 2008. Η εξέλιξη του δείκτη παραγωγής διαχρονικά (Σχήμα 1) αντανάκλα την τεράστια πτώση της κατασκευαστικής δραστηριότητας των έργων υποδομής την τελευταία δεκαετία, τόσο σε απόλυτες τιμές όσο και σε σχέση με το μέσο όρο της ΕΕ-28. Ωστόσο, η πτωτική πορεία του δείκτη αντιστράφηκε την περίοδο 2012-2016, εμφανίζοντας αισθητά σημάδια ανάκαμψης.

Παρά την τεράστια πτώση της κατασκευαστικής δραστηριότητας, η συνεισφορά του τομέα των υποδομών στην ελληνική οικονομία παραμένει σημαντική, συνεισφέροντας άμεσα πάνω από 1,1 δισ. € προστιθέμενης αξίας σε τιμές κόστους παραγωγής το 2014, επί συνόλου 3,7 δισ.€ του κατασκευαστικού κλάδου. Η συνολική συμβολή του τομέα στο ΑΕΠ, στην απασχόληση και σε άλλα μεγέθη της οικονομίας αναδεικνύεται μόνο εφόσον ληφθούν υπόψη οι αλληλεπιδράσεις του με τους υπόλοιπους κλάδους οικονομικής δραστηριότητας.



**Σχήμα 1.** Εξέλιξη του δείκτη παραγωγής του τομέα των υποδομών την περίοδο 2000-2016, Δείκτης 2010=100 (Πηγή: Eurostat, Επεξεργασία: Π. Νομικός).

Κατά το IMF (IMF 2016), για κάθε 1 € που δαπανάται σε υποδομές, το ΑΕΠ αυξάνεται επιπλέον κατά 0,8 ευρώ. Σύμφωνα με μελέτη του IOBE (IOBE 2015), η προστιθέμενη αξία λόγω της έμμεσης επίδρασης του κατασκευαστικού κλάδου είναι 1,33 φορές μεγαλύτερη από την άμεση προστιθέμενη αξία, ενώ η αντίστοιχη προστιθέμενη αξία λόγω της προκαλούμενης επίδρασης είναι σχεδόν 2,5 φορές μεγαλύτερη της άμεσης. Όπως χαρακτηριστικά σημειώνεται στη μελέτη του IOBE «για κάθε €1 που δαπανάται στον τομέα των κατασκευών προστίθενται €1,8 στο ΑΕΠ της χώρας, εκ των οποίων €0,4 καταλήγουν στα ταμεία του κράτους. Αντίστοιχα, για κάθε €1 εκατ. αξίας που παράγουν οι κατασκευές, δημιουργούνται 39 θέσεις εργασίας στην οικονομία, εκ των οποίων 13 αφορούν άμεσα τον κλάδο των κατασκευών». Εξάλλου, σύμφωνα με μελέτη της PWC (PWC, 2017), στην Ελλάδα, οι επενδύσεις σε έργα υποδομών έχουν οικονομικό πολλαπλασιαστή της τάξης του 1,8, ο οποίος ενισχύει τη ζήτηση σε άλλους κλάδους και μπορεί να οδηγήσει την ελληνική οικονομία σε ανάπτυξη.

## 2.2 Βασικά μεγέθη κατασκευαστικού κλάδου διεθνώς

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat, στο διάστημα μεταξύ 2003 και 2013 το μερίδιο του κατασκευαστικού κλάδου στην προστιθέμενη αξία στην ΕΕ-28 ανήλθε σε 5,7% του ΑΕΠ. Ο κατασκευαστικός κλάδος σημείωσε τη βαθύτερη και πιο μακροχρόνια συρρίκνωση, με την παραγωγή να σημειώνει πτώση κατά 18,4% μεταξύ 2007 και 2013, μειούμενη σε ετήσια βάση κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης περιόδου. Η αύξηση κατά 0,7% που σημειώθηκε στον κατασκευαστικό κλάδο το 2014 ήταν η πρώτη ετήσια μεγέθυνση σε επτά έτη. Έκτοτε, ο δείκτης παραγωγής παρέμεινε σχετικά σταθερός.

Υπάρχουν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ της εξέλιξης στην οικοδομική δραστηριότητα που αντιστοιχεί σε ποσοστό 78% της συνολικής κατασκευαστικής

δραστηριότητας στην ΕΕ-28 και στην εξέλιξη της κατασκευής πολιτικών έργων (έργων υποδομής όπως σιδηροδρομικών, οδικών, γεφυρών, αεροδρομίων, φραγμάτων, κλπ.), που αντιστοιχεί σε περίπου 22% της συνολικής παραγωγής. Στα έργα υποδομής, η επίδραση της οικονομικής και χρηματοοικονομικής κρίσης είναι μικρότερη.

Παγκοσμίως, με εξαίρεση την ΕΕ-28, την Euro Area-19 και τη Βραζιλία, οι δείκτες παραγωγής του κατασκευαστικού κλάδου εμφανίζουν είτε αύξηση (11% στον Καναδά, 20% στην Αυστραλία, 33% στις ΗΠΑ, 42% στη Ρωσία, 66% στη Χιλή) είτε σταθεροποίηση την περίοδο 2010-2015.

Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Κίνας, όπου για το 2015 συνεχίστηκε η σταδιακή επιβράδυνση της οικονομίας (ετήσιος ρυθμός αύξησης του ΑΕΠ 6,8% το 2015, έναντι 7,3% το 2014) με ταυτόχρονη βραδύτερη αύξηση των επενδύσεων. Εντούτοις, σε ότι αφορά τη δημοσιονομική πολιτική, οι δαπάνες σε δημόσιες υποδομές αυξήθηκαν για να ενισχυθούν οι συνολικές επενδύσεις (ΕΚΤ, 2015).

### **3. Το παρόν και το μέλλον των έργων υποδομής στην Ελλάδα – Προοπτικές εξέλιξης**

Στην παράγραφο αυτή γίνεται μία προσπάθεια να αποτυπωθούν με συνοπτικό τρόπο τα σημαντικότερα έργα υποδομής που έχουν κατασκευαστεί στην Ελλάδα, με έμφαση σε εκείνα τα έργα που έχουν άμεση σχέση με το αντικείμενο της κατεύθυνσης της Γεωτεχνολογίας της Σχολής ΜΜΜ και που αποτελούν πεδίο απασχόλησης του Μηχανικού Μεταλλείων - Μεταλλουργού. Επιπλέον, σκιαγραφείται η ορατή εικόνα για το μέλλον τέτοιων έργων.

#### **3.1 Αυτοκινητόδρομοι**

Τα έργα οδοποιίας περιλαμβάνουν πλήθος γεωτεχνικών προβλημάτων που εντάσσονται στο πεδίο απασχόλησης του Μηχανικού Μεταλλείων - Μεταλλουργού. Στο πλαίσιο των συγκεκριμένων γεωτεχνικών μελετών, ο απόφοιτος της Σχολής μπορεί να προσφέρει στις ακόλουθες ειδικότερες εργασίες:

- Επιχώματα, συμβατικά ή οπλισμένα με γεωσυνθετικά, καθώς και επιχώματα προφόρτισης.
- Θεμελιώσεις σε βραχώδεις ή εδαφικούς σχηματισμούς (ελαστικά και δύσκαμπτα θεμέλια, φρέατα θεμελίωσης, κ.ά.) και βελτιώσεις γεωλογικών σχηματισμών σε περιοχές με δυσμενείς συνθήκες.
- Πρανή ορυγμάτων, σε βραχώδεις ή εδαφικούς σχηματισμούς, με καθορισμό των μεθόδων υποστήριξης και τη διαστασιολόγηση αγκυρώσεων, εδαφοηλώσεων ή έργων αντιστήριξης.

- Έλεγχο και σταθεροποίηση κατολισθήσεων, είτε με έργα αντιστήριξης (π.χ. πασσαλότοιχοι) είτε με έργα αποστράγγισης.
- Σήραγγες, σε βραχώδεις ή εδαφικούς σχηματισμούς, με δυνατότητα εφαρμογής όλων των σύγχρονων μεθόδων διάνοιξης και υποστήριξης, καθώς και των στομίων των σηράγγων.

Σε ότι αφορά στα σχετικά τεχνικά έργα που βρίσκονται στο στάδιο της μελέτης ή ακόμα και της κατασκευής και μπορούν στο άμεσο μέλλον να προσφέρουν θέσεις εργασίας στους αποφοίτους της Σχολής, αυτά είναι:

- Οι μελλοντικές επεκτάσεις της Αττικής Οδού και γενικά του οδικού δικτύου Αττικής: η επέκταση της Δυτικής Περιφερειακής Υμηττού από τον κόμβο Κατεχάκη έως την Λεωφ. Ποσειδώνος (μήκους 14,5 χλμ.), η μεγάλη Σήραγγα Υμηττού (μήκος 3,5 χλμ.) για τη σύνδεση της Αγίας Μαρίνας με τα Μεσόγεια (Ραφήνα), ο συνολικός οδικός άξονας σύνδεσης Μεσογείων – Ραφήνας (μήκους 17 χλμ.) κ.ά.
- Η Περιφερειακή Οδός Θεσσαλονίκης: Ήδη προχωρά η υλοποίηση από την Εγνατία Οδό ΑΕ του νέου σχεδίου για την ανάπτυξη του Εξωτερικού Δακτυλίου Θεσσαλονίκης, που θα ξεκινά από τον Α/Κ Χορτιάτη και θα καταλήγει σε σύνδεση με τον δρόμο Θεσσαλονίκη-Γαλάτιστα-Πολύγυρος (μήκος 30-35 χλμ.).
- Η Εγνατία Οδός: ορισμένα τμήματά της έχουν «παγώσει» τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της έλλειψης χρηματοδότησης. Σε αυτά προβλεπόταν και η κατασκευή σημαντικών έργων σηράγγων, όπως π.χ. η σήραγγα μήκους 5 χλμ. που είχε προταθεί στο τμήμα Πτολεμαΐδα-Φλώρινα. Ορισμένα από τα έργα αυτά προχωρούν σήμερα είτε με ένταξη της χρηματοδότησης στο ΕΣΠΑ 2014-2020 είτε ως μικρής έκτασης εργολαβίες παραχώρησης.
- Η Ολυμπία Οδός: Το τμήμα Κόρινθος – Πάτρα, είναι στο μεγαλύτερο ποσοστό κατασκευασμένο, ενώ εκκρεμεί η παράδοση ορισμένων γεφυρών και ανισόπεδων κόμβων.
- Ο οδικός άξονας Πάτρα – Πύργος - Καλό Νερό – Τσακώνα: Τα έργα που είχαν εκτελεσθεί έως το 2013 αποτελούν περίπου το 16% του συνόλου του έργου. Τα υπόλοιπα τμήματα βρίσκεται σήμερα σε διαδικασία δημοπράτησης. Το τμήμα Καλό Νερό-Τσακώνα αναμένεται να ενταχθεί στο λεγόμενο «Πακέτο Γιουνγκέρ».
- Αυτοκινητόδρομος Κεντρικής Ελλάδος – Ε65: Το έργο περιλαμβάνει τρία τμήματα: το νότιο τμήμα Λαμία-Ξυνιάδα μήκους 32,5 χλμ., το μεσαίο τμήμα Ξυνιάδα-Τρίκαλα μήκους περίπου 80.χλμ., και το βόρειο τμήμα Τρίκαλα-Εγνατία, το οποίο με τα σημερινά δεδομένα (Ιούλιος 2017) έχει μήκος 62 χλμ. και καταλήγει στην Εγνατία Οδό στην περιοχή του Κηπουρειού

Γρεβενών. Στο τέλος του καλοκαιριού αναμένεται η παράδοση σε λειτουργία του μεσαίου τμήματος του Ε65 Ξυνιάδα-Τρίκαλα. Η κατασκευή του νότιου τμήματος Λαμία-Ξυνιάδα μήκους 32,5 χλμ. αναμένεται να ξεκινήσει μέσα στο 2018 καθώς στην παρούσα φάση (Ιούλιος 2017) βρίσκεται υπό έγκριση από την DG Comp (την ειδική υπηρεσία της Κομισιόν για τον ανταγωνισμό) για ένταξη στο ΕΣΠΑ 2014-2020. Το βόρειο τμήμα βρίσκεται σήμερα στη διαδικασία ελέγχου των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

- **Η Ιόνια Οδός:** Το έργο έχει δοθεί σε κυκλοφορία από το καλοκαίρι του 2017. Στα μελλοντικά σχέδια προβλέπεται η βόρεια επέκταση της Ιόνιας Οδού μέχρι την Κακαβιά, στα Ελληνο-Αλβανικά σύνορα.
- **Βόρειος Οδικός Άξονας Κρήτης, ΒΟΑΚ:** Η ολοκλήρωση του έργου δεν προβλέπεται πριν από το 2023, χωρίς ωστόσο να έχει ξεκαθαριστεί το θέμα των απαλλοτριώσεων που θα απαιτηθούν.

### **3.2 Έργα μητροπολιτικού σιδηροδρόμου (ΜΕΤΡΟ)**

Τα έργα ΜΕΤΡΟ περιλαμβάνουν πλήθος υπόγειων έργων αλλά και πολυάριθμες βαθιές εκσκαφές που εντάσσονται στο πεδίο απασχόλησης του Μηχανικού Μεταλλείων - Μεταλλουργού. Στο πλαίσιο των συγκεκριμένων γεωτεχνικών έργων ο Μηχανικός Μεταλλείων - Μεταλλουργός μπορεί να προσφέρει τουλάχιστο στις ακόλουθες εργασίες:

- Ανοικτές εκσκαφές σε βραχώδεις αλλά και εδαφικούς σχηματισμούς με την εφαρμογή σύγχρονων τεχνικών αντιστήριξης.
- Σήραγγες, σε βραχώδεις ή εδαφικούς σχηματισμούς, με δυνατότητα εφαρμογής όλων των σύγχρονων μεθόδων διάνοιξης και υποστήριξης, καθώς και των στομίων των σηράγγων.

Σε ότι αφορά στα σχετικά τεχνικά έργα που βρίσκονται στο στάδιο της μελέτης ή ακόμα και της κατασκευής και μπορούν στο άμεσο μέλλον να προσφέρουν θέσεις εργασίας στους αποφοίτους της Σχολής, αυτά είναι:

- Το Μετρό Αθήνας: Σήμερα, βρίσκεται υπό κατασκευή η επέκταση της Γραμμής 3 του Μετρό στα Δυτικά Προάστια με κατάληξη στον Πειραιά, συνολικού μήκους 7,6 χλμ. Η υπόγεια διάνοιξη αναμένεται να ολοκληρωθεί το Νοέμβριο του 2017 με την είσοδο του μηχανήματος ολομέτρωτης κοπής στον τερματικό σταθμό. Στα μελλοντικά έργα του Μετρό της Αθήνας περιλαμβάνεται η κατασκευή της Γραμμής 4, όπου για το πρώτο τμήμα της, από το Άλσος Βεΐκου μέχρι το Γουδή, ολοκληρώνεται η πρώτη φάση της υποβολής εκδήλωσης ενδιαφέροντος και σύντομα αναμένεται να ξεκινήσει η φάση κατάθεσης των τεχνικών και οικονομικών προσφορών. Επίσης, σε

φάση μελέτης βρίσκονται τα 3 επόμενα στάδια υλοποίησης της Γραμμής 4, η οποία στην πλήρη ανάπτυξη της αναμένεται να ξεκινά από τον Περισσό και να καταλήγει στην Εθνική Οδό, στο ύψος της Λυκόβρυσσης, ενώ θα διαθέτει και ένα κλάδο από τον Ευαγγελισμό μέχρι την Άνω Ηλιούπολη (συνολικά 30 χλμ. και 33 σταθμούς).

- Το Μετρό Θεσσαλονίκης: Η έναρξη της λειτουργίας του προβλέπεται για τα τέλη του 2020, τουλάχιστον μερικώς. Ταυτόχρονα, είναι σε κατασκευή η επέκταση του Μετρό προς Καλαμαριά (μελλοντική Γραμμή 2), μήκους 4,78 χλμ. υπόγειας γραμμής, η οποία προχωράει με γρήγορους ρυθμούς. Στο πρόγραμμα των μελλοντικών επεκτάσεων προβλέπεται η επέκταση προς τα ανατολικά, για τη σύνδεση με το Α/Δ Μίκρας, καθώς και προς τα δυτικά, με επέκταση της βασικής γραμμής από Νέο Σιδηροδρομικό Σταθμό προς Εύοσμο και Κορδελιό, με 4 σταθμούς. Παράλληλα εξετάζεται και η δυνατότητα δημιουργίας νέων κλάδων του βασικού έργου.

### **3.3 Έργα υπεραστικού σιδηροδρόμου**

- Τα περισσότερα υπό κατασκευή σιδηροδρομικά έργα μεταφορών βρίσκονται σήμερα υπό ολοκλήρωση. Εντός του 2017 αναμένεται η ολοκλήρωση του έργου Αθήνα - Λιανοκλάδι με διπλή γραμμή και ηλεκτροκίνηση. Στα μέσα του 2018 αναμένεται η παράδοση του τμήματος Λιανοκλάδι- Δομοκός που θα σημάνει την ολοκλήρωση των έργων του άξονα Αθήνας-Θεσσαλονίκης. Στην γραμμή Αθήνα-Πάτρα τα έργα αναμένεται να παραδοθούν σταδιακά από το τέλος του 2017 έως το 2020.
- Τα σημαντικότερα μελλοντικά έργα που διαφαίνονται σήμερα είναι η «Σιδηροδρομική Εγνατία» και το διευρωπαϊκό έργο «Sea2Sea», με το οποίο θα ενωθούν τα λιμάνια Θεσσαλονίκης, Καβάλας και Αλεξανδρούπολης με τα λιμάνια Μπουργκάς, Βάρνας και Ρούσε. Ειδικότερα για τη Σιδηροδρομική Εγνατία, αν και μέχρι σήμερα βρίσκεται σε στάδιο αρχικού σχεδιασμού, πυκνώνουν τα δημοσιεύματα περί προώθησης του έργου και διαβούλευσης με τα ευρωπαϊκά όργανα και με την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, ως ένα διακρατικό έργο συνδυασμένων μεταφορών.

### **3.4 Λιμενικά έργα**

Τα λιμενικά έργα αντιμετωπίζουν πλήθος γεωτεχνικών προβλημάτων, που εντάσσονται στο πεδίο απασχόλησης του Μηχανικού Μεταλλείων-Μεταλλουργού, καθώς και γεωτεχνικά προγράμματα ερευνών με δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, επί τόπου δοκιμές, εφαρμογή τεχνικών βελτίωσης εδαφικών κυρίως σχηματισμών κ.ά. Στο πλαίσιο τέτοιων έργων, ο απόφοιτος της Σχολής ΜΜΜ μπορεί να προσφέρει

τόσο στην εκπόνηση και στον έλεγχο των μελετών, όσο και στην κατασκευή έργων, σε αντικείμενα όπως:

- Επιχώματα προφορτίσεων, για τον μετρίασμό των καθιζήσεων.
- Εφαρμογή προηγμένων τεχνικών βελτίωσης της γεωτεχνικής συμπεριφοράς των γεωλογικών σχηματισμών θεμελίωσης.
- Θεμελιώσεις έργων σε βραχώδεις ή εδαφικούς σχηματισμούς (μεμονωμένα πέδιλα, φρέατα θεμελίωσης, κ.ά.).

Σε ότι αφορά στα σχετικά τεχνικά έργα που βρίσκονται στο στάδιο της μελέτης ή ακόμα και της κατασκευής και μπορούν στο άμεσο μέλλον να προσφέρουν θέσεις εργασίας στους αποφοίτους της Σχολής, αυτά είναι:

- Ο Λιμένας Πειραιά, ΟΛΠ: Σύμφωνα με τον προϋπολογισμό του ΟΛΠ, οι δύο κύριοι τομείς στους οποίους θα κατευθυνθούν οι μεγαλύτερες δαπάνες στο πλαίσιο των υποχρεωτικών επενδύσεων είναι η ναυπηγο-επισκευή (30 εκατ. ευρώ) και η επέκταση του Car Terminal (20 εκατ. ευρώ). Στο πλαίσιο των υπόλοιπων επενδύσεων προβλέπεται μεταξύ άλλων να διατεθούν 30 εκατ. ευρώ για την κατασκευή του κέντρου Logistics σε έκταση 120 στρεμμάτων του πρώην ΟΔΔΥ, όπου η σύνδεση με το λιμάνι θα γίνεται μέσω υπόγειας οδικής σύνδεσης. Θα υπάρξουν οι επενδύσεις και έργα αναβάθμισης της κρουαζιέρας, με τη δημιουργία συνολικά έξι νέων θέσεων ελλιμενισμού με δυνατότητα υποδοχής των μεγαλύτερων κρουαζιερόπλοιων διεθνώς, κατασκευή του προβλήτα πετρελαιοειδών και έργα επισκευής του προβλήτα Ι του Σταθμού Εμπορευματοκιβωτίων.
- Ο Λιμένας Βόλου, ΟΛΒ: Έργα της τάξης των 80 εκατ. ευρώ προβλέπει το νέο πενταετές business plan που έχει καταρτίσει ο Οργανισμός Λιμένος Βόλου, μεταξύ των οποίων η δημιουργία Σταθμού Εμπορευματοκιβωτίων (ΣΕΜΠΟ) μέσω ΣΔΙΤ, για την οποία έχει εκδηλωθεί ενδιαφέρον συνεργασίας από το εξωτερικό προς τη διοίκηση του λιμανιού.
- Αναβάθμιση των λιμενικών εγκαταστάσεων στην νησιωτική Ελλάδα: Τα έργα αυτά περιλαμβάνουν τις ακόλουθες εργασίες που άπτονται των γνωστικών αντικειμένων σπουδών της γεωτεχνολογίας: κατασκευή - θεμελίωση μόλων, κατασκευή κρηπιδοτοίχων και ανακατασκευή υπάρχοντος κρηπιδώματος, κατασκευή περιμετρικών συνδετήριων οδών, κατασκευή ζωνών προστασίας από φυσικούς ογκόλιθους, κ.ά.

### 3.5 Ενεργειακά έργα

- Διαδριατικός Αγωγός Φυσικού Αερίου (TAP): Ο αγωγός TAP έχει μήκος περίπου 878 χλμ. και θα μεταφέρει φυσικό αέριο από το κοιτάσμα Shah Deniz II του Αζερμπαϊτζάν προς την Ευρώπη. Ο αγωγός διασχίζει την

Ελλάδα, την Αλβανία, την Αδριατική θάλασσα και εξέρχεται στη Νότια Ιταλία. Το τμήμα του αγωγού που θα διέρχεται από την Ελλάδα θα έχει μήκος 550 χλμ. Πρόκειται για το μεγαλύτερο σε μήκος τμήμα του TAP. Θα ξεκινάει από τους Κήπους, κοντά στα ελληνοτουρκικά σύνορα και θα καταλήγει στα σύνορα με την Αλβανία, νοτιοδυτικά της Ιεροπηγής. Το έργο του TAP στην Ελλάδα προβλέπει, εκτός από την τοποθέτηση του ίδιου του αγωγού, την κατασκευή ενός σταθμού συμπίεσης κοντά στους Κήπους με μεταφορική ικανότητα 10 δισ. κ.μ. και ενός δεύτερου σταθμού κοντά στις Σέρρες σε περίπτωση μελλοντικής αναβάθμισης της μεταφορικής ικανότητας του αγωγού σε 20 δισ. κ.μ. Κατά μήκος της διαδρομής του ελληνικού τμήματος του αγωγού θα κατασκευαστούν 22 βαλβιδοστάσια. Έως σήμερα έχει καθαριστεί σημαντικό μήκος της όδευσης του αγωγού (480 από τα 550 χλμ.), ενώ έχουν τοποθετηθεί επί εδάφους περισσότερα από 340 χλμ. αγωγού.

### **3.6 Ειδικά υπόγεια έργα**

- Στον τομέα των ειδικών υπογείων έργων την τελευταία δεκαετία έχει κατασκευασθεί ένας μεγάλος αριθμός υπόγειων χώρων στάθμευσης, οι οποίοι απαιτούν βαθιές εκσκαφές και ως εκ τούτου εμπίπτουν στον ενδιαφέρον της κατεύθυνσης γεωτεχνολογίας της Σχολής MMM. Εξάλλου, το τελευταίο διάστημα είναι έκδηλο το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη υπόγειων χώρων πολιτιστικού χαρακτήρα, όπως η ανάπτυξη υπόγειου πειραματικού πολυχώρου που θα φιλοξενεί εκδηλώσεις μουσικής, προβολές, χορό καθώς και συνεδριακές δραστηριότητες, που εντάσσεται στο πρόγραμμα εκσυγχρονισμού του Ωδείου Αθηνών.

### **4. Ευρωπαϊκή πολιτική για τις υποδομές και έργα διακρατικού ενδιαφέροντος**

Ο κατασκευαστικός κλάδος παράγει περίπου το 9% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ) στην ΕΕ και παρέχει 18 εκατ. άμεσες θέσεις απασχόλησης. Σημαντικό βάρος στην ευρωπαϊκή πολιτική έχει δοθεί πρόσφατα στον τομέα των υποδομών για μεταφορές. Ειδικότερα ως προς αυτό, σημειώνεται ότι καθώς η ανάπτυξη των υποδομών μεταφορών στην Ευρώπη είναι σήμερα άνιση, προκύπτει ανάγκη κάλυψης σημαντικών ελλειψουσών συνδέσεων, ενώ μεγάλο μέρος της υποδομής μεταφορών στην Ευρώπη χρήζει επέκτασης και αναβάθμισης. Τις ανάγκες αυτές καλείται να καλύψει το διευρωπαϊκό δίκτυο μεταφορών (ΔΕΔ-Μ), το οποίο έχει ως σκοπό τον εκσυγχρονισμό και τη μετεξέλιξη του σημερινού δικτύου εθνικών δικτύων μεταφορών σε ένα πανευρωπαϊκό λειτουργικό δίκτυο. Μέσω του ΔΕΔ-Μ η ΕΕ σχεδιάζει να δημιουργήσει ένα βασικό δίκτυο έως το 2030, καλύπτοντας

τις ελλείπουσες διασυνοριακές συνδέσεις. Για το σκοπό αυτό έχει θέσει προθεσμίες, οι οποίες εγγυώνται ότι όλα τα έργα υλοποίησης του βασικού δικτύου θα εκτελούνται ως έργα προτεραιότητας. Ο στόχος είναι σταδιακά, έως το 2050, η μεγάλη πλειονότητα των πολιτών και των επιχειρήσεων της Ευρώπης να μην χρειάζονται πάνω από 30 λεπτά διαδρομής για να φτάσουν στο εκτεταμένο αυτό δίκτυο, με μεγαλύτερη ασφάλεια και λιγότερες συμφορήσεις κατά τις μετακινήσεις. Η χρηματοδότηση των μεταφορών στο πλαίσιο της Διευκόλυνσης «Συνδέοντας την Ευρώπη» για το διάστημα 2014–2020 εστιάζει, μεταξύ άλλων, στο βασικό αυτό δίκτυο μεταφορών.

Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στο σιδηροδρομικό δίκτυο, καθώς η γενική οδηγία της ΕΕ συνοψίζεται ως «*λιγότεροι δρόμοι και ανάπτυξη του σιδηρόδρομου τα επόμενα χρόνια*». Η ευρωπαϊκή πολιτική για τους σιδηρόδρομους στοχεύει να βελτιώσει την εικόνα, την αποτελεσματικότητα και το μερίδιο του σιδηρόδρομου στην ευρωπαϊκή αγορά μεταφορών και να ανοίξει περαιτέρω τον κλάδο στον ανταγωνισμό με στόχο την αναβάθμιση της ποιότητας των διασυνοριακών υπηρεσιών.

Επενδύσεις και χρηματοδότηση: Η ανάπτυξη των αναγκαίων υποδομών για την κάλυψη της προβλεπόμενης αύξησης της ζήτησης στον κλάδο των ευρωπαϊκών μεταφορών αναμένεται να κοστίσει 1,5 τρισ. ευρώ έως το 2030. Έως το 2020, η Επιτροπή εκτιμά ότι θα απαιτηθούν περίπου 500 δισ. ευρώ για την ολοκλήρωση του διευρωπαϊκού δικτύου, ενώ από το ποσό αυτό το μισό θα χρειαστεί να διατεθεί για την εξάλειψη των βασικών σημείων συμφόρησης. Από τη Διευκόλυνση «Συνδέοντας την Ευρώπη» (CEF), το χρηματοδοτικό μέσο που θα χρησιμοποιηθεί από τον προϋπολογισμό της ΕΕ για επενδύσεις στις μεταφορές, την ενέργεια και την ΤΠΕ την περίοδο 2014–2020, η μερίδα του λέοντος, ήτοι περίπου 26 δισ. ευρώ, θα διατεθεί για έργα στον κλάδο των μεταφορών.

Σε ότι αφορά στα έργα κοινού ενδιαφέροντος αυτά συνιστούν σημαντική συνιστώσα των κανονισμών της ΕΕ για τις διευρωπαϊκές ενεργειακές υποδομές, καθώς προσφέρουν μια λύση για την κάλυψη της τεράστιας ανάγκης για επενδύσεις στον συγκεκριμένο τομέα. Τα Έργα Κοινού Ενδιαφέροντος βοηθούν τα κράτη μέλη να προβούν στην ολοκλήρωση των ενεργειακών αγορών τους, παρέχοντάς τους τη δυνατότητα να διαφοροποιήσουν τις πηγές ενεργειακού εφοδιασμού τους, και επιδιώκουν να θέσουν τέλος στην ενεργειακή απομόνωση ορισμένων κρατών μελών.

Ο Διαδριατικός Αγωγός Φυσικού Αερίου (TAP) έχει αναγνωριστεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο ως «Έργο Κοινού Ενδιαφέροντος» (PCI) στο πλαίσιο των νέων κατευθυντήριων γραμμών για τις διευρωπαϊκές ενεργειακές υποδομές (ΔΕΔ-Ε).

## 5. Οι προοπτικές ανάπτυξης

Κατά τον ορισμό του ΟΟΣΑ, υποδομές είναι το σύστημα δημόσιων έργων μιας χώρας, ενός κράτους ή μιας περιοχής, συμπεριλαμβανομένων των οδικών δικτύων, των δικτύων υπηρεσιών κοινής ωφέλειας και των δημόσιων κτιρίων. Στα έργα υποδομών, τα οποία αφορούν την κατεύθυνση της γεωτεχνολογίας, περιλαμβάνονται: έργα μεταφορών (αεροδρόμια, λιμάνια, οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο), ενεργειακά έργα (ηλεκτρική ενέργεια, πετρέλαιο & φυσικό αέριο) και έργα ύδρευσης και αποχέτευσης.

Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη της PwC (2017), οι προβλέψεις του ΟΟΣΑ για τις παγκόσμιες ανάγκες σε έργα υποδομών (εξαιρουμένων των τηλεπικοινωνιών και των κοινωνικών υποδομών) αναμένεται να αυξηθούν, αγγίζοντας τα 41 τρισ. ευρώ έως το 2030, ενώ μελέτη της Oxford Economics εκτιμά ότι οι παγκόσμιες δαπάνες για έργα υποδομών θα ανέλθουν σε 44 τρισ. δολάρια μέχρι το 2025. Μεταξύ 2016-2030, το 2,8% του παγκόσμιου ΑΕΠ χρειάζεται να επενδυθεί σε υποδομές ύδρευσης, οδικές και σιδηροδρομικές συγκοινωνίες, αεροδρόμια, λιμάνια και ενέργεια. Εξάλλου, σε αντίστοιχη μελέτη (PwC, 2016) ο μέσος ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης των κατασκευών εκτιμάται σε 3,9% έως το 2030, ξεπερνώντας τον ρυθμό ανάπτυξης του παγκόσμιου ΑΕΠ πάνω από μία ποσοστιαία μονάδα, καθοδηγούμενος από την ανάκαμψη των ανεπτυγμένων χωρών από την οικονομική αστάθεια και τη συνεχιζόμενη εκβιομηχάνιση των αναδυόμενων οικονομιών.

Σύμφωνα με την PwC (2017), σήμερα στην Ελλάδα, οι επενδύσεις σε υποδομές ανέρχονται σε 1,1% του ΑΕΠ, έναντι του ιστορικού ελληνικού μέσου όρου 2,5% και του ευρωπαϊκού μέσου όρου 1,9% του ΑΕΠ. Την περίοδο 2006-2016, ο μέσος όρος των επενδύσεων για υποδομές στην Ελλάδα παρουσιάζεται ως ο χαμηλότερος από κάθε άλλη χώρα της ΕΕ (σύμφωνα με τη PwC αντιστοιχεί σε 19,4% του ΑΕΠ, μετρούμενος από τον Ακαθάριστο Σχηματισμό Πάγιου Κεφαλαίου). Επιπλέον, παρουσιάζεται ένα σημαντικό έλλειμμα ποιότητας των υποδομών, με το δείκτη ποιότητας (4,2) να υστερεί κατά 0,8 μονάδες σε σχέση με τον μέσο όρο των χωρών μελών της ΕΕ (5,0).

Σύμφωνα με την ίδια μελέτη (PwC, 2017), κατά το διάστημα 2014 έως Φεβρουάριος 2017, ολοκληρώθηκαν στην Ελλάδα έργα υποδομών συνολικού προϋπολογισμού 2 δισ. ευρώ. Τα μεγάλα έργα αυτοκινητοδρόμων είναι κυρίως σε τελικό στάδιο παράδοσης, τα περισσότερα ενεργειακά έργα και έργα σιδηροδρόμων είναι σε εξέλιξη ή υπό ολοκλήρωση, ενώ τα έργα διαχείρισης αποβλήτων και τουριστικής αναβάθμισης είναι ακόμα σε αρχικό στάδιο. Το ανεκτέλεστο υπόλοιπο των έργων υποδομών σε εξέλιξη και των έργων που έχουν προγραμματιστεί υπολογίζονται περίπου στα 21,4 δισ. ευρώ έως το 2022 ή περίπου 3,6 δισ. ευρώ σε ετήσια βάση. Από τα συνολικά έργα που αναμένεται να

παραδοθούν έως το 2022, τα μισά αφορούν οδικά και λιμενικά έργα, το 1/6 αφορά έργα του σιδηροδρομικού δικτύου (ολοκλήρωση του μετρό Θεσσαλονίκης, επέκτασή προς Καλαμαριά, επέκταση του μετρό της Αθήνας, νέα γραμμή 4, ολοκλήρωση του σιδηροδρομικού κόμβου στο Θριάσιο, επέκταση του τραμ), το 1/6 τη διαχείριση αποβλήτων, ενώ τα ενεργειακά έργα αντιστοιχούν σε 40% περίπου του συνολικού ανεκτέλεστου υπολοίπου (έργα στους κλάδους πετρελαίου, φυσικού αερίου και ηλεκτρισμού).

Τέλος, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της BMI (2017), μέλος του οίκου Fitch, η προβλεπόμενη ανάπτυξη του τομέα των υποδομών ανέρχεται σε 1,5% για το 2016 και αναμένεται να ανέλθει στο 3,5% το 2017.

Αντιστρόφως, καθώς οι όποιες γεωτεχνικές εργασίες προηγούνται του συνόλου των έργων υποδομής, η αναμενόμενη και προσδοκώμενη ανάκαμψη της οικονομίας θα οδηγήσει στην άμεση και κατά προτεραιότητα ανάκαμψη του κλάδου και την ενίσχυση της απασχόλησης στα αντικείμενα της γεωτεχνολογίας.

## 6. Το μέλλον της Γεωτεχνολογίας

Σήμερα, η Γεωτεχνολογία αποτελεί ένα πλούσιο όσο και πολύπλοκο επιστημονικό πεδίο με διάχυτα σύνορα, επιμέρους κλάδους και περιοχές υπερκάλυψης μεταξύ των επιστημονικών αντικειμένων. Το ζητούμενο για τη Σχολή είναι να εκτιμήσει τον τρόπο με τον οποίο αυτό το πεδίο θα εξελιχθεί όχι μόνο βραχυπρόθεσμα αλλά και μακροπρόθεσμα. Ομοίως, απαιτείται να εκτιμηθεί ο ρόλος του Μηχανικού Μεταλλείων-Μεταλλουργού στο ευρύτερο σύνολο των επιστημόνων που θα απαρτίζουν τις ομάδες εργασίας των γεωτεχνικών έργων και τον τρόπο με τον οποίο αυτές θα λειτουργούν. Προς την κατεύθυνση αυτή, διατυπώνονται στην παρούσα έκθεση οι εξής διαπιστώσεις:

- Σύμφωνα με τα μέχρι σήμερα στοιχεία αναμένεται να αυξηθεί η ζήτηση για την κατασκευή νέων υποδομών (κυρίως στην Ασία και την Αμερική, αλλά και στην Ευρώπη), για την αποκατάσταση και συντήρηση υφιστάμενων υπόγειων έργων (σε παγκόσμιο επίπεδο και στην Ελλάδα), για την αξιολόγηση της ευστάθειας και ασφάλειας των επιφανειακών ορυγμάτων και φυσικών πρηνών (που αφορά έντονα στην Ελλάδα π.χ. σε περιοχές τουριστικού ενδιαφέροντος), για την κατασκευή φραγμάτων υδροηλεκτρικής ενέργειας και στρατηγικών υδατικών αποθεμάτων (σε παγκόσμιο επίπεδο), για την κατασκευή ειδικών υπόγειων έργων και ιδιαίτερα υπόγειων έργων για την αποθήκευση υδρογονανθράκων (λόγω της αστάθειας των τιμών), κ.ά. Συνεπώς, τα παραδοσιακά αντικείμενα της γεωτεχνολογίας αναμένεται να έχουν σημαντικό ρόλο παγκοσμίως αλλά και στην Ελλάδα και την επόμενη δεκαετία.

- Η γεωτεχνολογία είναι ένα ώριμο επιστημονικό πεδίο και πολλά σχετικά προβλήματα έχουν λυθεί τις τελευταίες δεκαετίες. Στα συνήθη τεχνικά έργα, η μηχανική συμπεριφορά των γεωυλικών μπορεί να προβλεφθεί σε ικανοποιητικό βαθμό, ενώ η υπάρχουσα γνώση επιτρέπει την κατασκευή ισχυρών θεμελίων, ασφαλών σηράγγων, πρανών και επιχωμάτων. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμη σημαντικά κενά ιδιαίτερα στην ικανότητα λεπτομερούς χαρακτηρισμού του υπεδάφους, στην ενσωμάτωση της επίδρασης του χρόνου, στην κατανόηση των βιο-γεωχημικών διεργασιών στα εδάφη και στα πετρώματα, στη χρήση προχωρημένων τεχνολογιών της πληροφορικής και των επικοινωνιών και στην κατανόηση της συμπεριφοράς των γεωυλικών σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Οι σημερινοί τεχνολογικοί περιορισμοί στον τομέα της Γεωτεχνολογίας είναι σε πολλές περιπτώσεις περισσότερο πιθανό να επιλυθούν με διεπιστημονικές προσεγγίσεις, μέσω της αλληλεπίδρασης με άλλους κλάδους, ιδίως στους τομείς της βιοτεχνολογίας, της νανοτεχνολογίας, των μικροαισθητήρων, των γεωαισθητήρων<sup>1</sup> (SAR Interferometry, LiDAR), της τεχνολογίας της πληροφορίας, των υπολογιστικών υποδομών (cyber infrastructures) και της μοντελοποίησης, της ανάλυσης και της απεικόνισης πολυδιάστατων γεωχωρικών δεδομένων. Η ταχεία πρόοδος στην εφαρμογή αυτών των νέων τεχνολογιών θα απαιτήσει αναθεωρημένα εκπαιδευτικά προγράμματα με διεπιστημονικές συνεργασίες και καινοτόμες ερευνητικές προτεραιότητες, καθώς και ενημερωμένες και ανανεωμένες εργαστηριακές υποδομές.
- Καθώς η αιφρορία είναι πλέον μία παγκόσμια επιταγή που αναγνωρίζεται από το επάγγελμα του Μηχανικού, ο γεωτεχνικός σχεδιασμός οφείλει να στραφεί περισσότερο στην αλληλεπίδραση της γεωτεχνολογίας με την κοινωνική δομή, την οικονομία και το περιβάλλον. Η γεωτεχνολογία οφείλει σήμερα να ενστερνίζεται τα προβλήματα της κοινωνίας προκειμένου να παρέχει κοινωνικά αποδεκτές λύσεις. Επιπλέον, καθώς τα προβλήματα της γεωτεχνολογίας λαμβάνουν παγκόσμια κλίμακα, οι νέες προκλήσεις απαιτούν «μηχανικούς της γης» με καλή αίσθηση των κοινωνικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών παραγόντων που οδηγούν στην αιφρόρο ανάπτυξη της υποδομής και των πόρων του πλανήτη. Σήμερα,

<sup>1</sup> Κάθε συσκευή που λαμβάνει και μετρά περιβαλλοντικά ερεθίσματα με γεωγραφική αναφορά, όπως: δορυφορικοί αισθητήρες πληροφοριών ευρέως (εικόνα, εδαφική κάλυψη, βλάστηση, κλπ.), αισθητήρες λεπτομερούς απεικόνισης φυσικών ή τεχνητών δομών (π.χ. LiDAR), υπεδαφικοί καταστατικοί αισθητήρες του γεωυλικού (πίεση, θερμοκρασία, υγρασία) κ.ά.

διακρίνεται η τάση ανάπτυξης ενός νέου πεδίου της «γεωτεχνολογίας των γήινων συστημάτων» (geotechnology of earth systems), με σκοπό την αντιμετώπιση προβλημάτων που αφορούν στη γεωτεχνολογία και έχουν επιπτώσεις στα γήινα συστήματα, στη βιόσφαιρα, στη γεώσφαιρα (πετρώματα, εδάφη, νερό και ατμόσφαιρα), και στην ανθρωπόσφαιρα (πολιτικά, οικονομικά και κοινωνικά συστήματα).

- Η εξέλιξη της παγκόσμιας ανάγκης για την εκτέλεση γεωτεχνικών έργων επηρεάζεται καθοριστικά από τις εξελίξεις στη γεωπολιτική, την παγκόσμια οικονομία και χρηματοδότηση, τη ζήτηση ενέργειας και παραγωγής και τους περιβαλλοντικούς περιορισμούς. Ιδιαίτερη επίδραση αναμένεται να έχει το είδος των ενεργειακών λύσεων που θα επικρατήσουν στο μέλλον. Η γεωτεχνολογία τα επόμενα χρόνια αναμένεται να έχει σημαντικό ρόλο και στον τομέα της ενέργειας. Παρόλο που σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας παγκοσμίως προέρχεται από ορυκτά καύσιμα (περίπου το 80%), η σχέση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων με την υπερθέρμανση του πλανήτη συνιστά ένα άμεσο πρόβλημα. Σήμερα, η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας, που μπορεί να παράγεται τόσο από βαθιά όσο και από αβαθή συστήματα, αποτελεί μία υποσχόμενη λύση στο ζητούμενο της μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Ο βέλτιστος σχεδιασμός και η βιώσιμη λειτουργία των γεωθερμικών συστημάτων απαιτούν καλή γνώση των θερμικών ιδιοτήτων των γεωυλικών, αποδοτικές τεχνολογίες χαρακτηρισμού του υπεδάφους, καλή εκτίμηση των συνθηκών ροής των υπογείων υδάτων, ανάλυση των υδρο-θερμο-χημικο-μηχανικών συζευγμένων διεργασιών για την πρόβλεψη των βραχυπρόθεσμων επιδόσεων και των μακροπρόθεσμων αλλαγών στο γεωθερμικό ταμειυτήρα. Επίσης, απαιτούν εξελιγμένες τεχνικές γεωτρήσεων και τεχνητής ρωγμάτωσης των γεωλογικών σχηματισμών (π.χ. υπό υψηλές θερμοκρασίες), καθώς και καλή ανάλυση της μικροσεισμικής δραστηριότητας.

## **7. Συμπεράσματα – Κατευθύνσεις για τη Σχολή**

Λαμβάνοντας υπόψη τα όσα αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες συνάγονται τα εξής συμπεράσματα:

- Υπάρχουν θετικές προοπτικές ανάπτυξης του τομέα των υποδομών την επόμενη δεκαετία ειδικότερα στα αντικείμενα που θεραπεύει η κατεύθυνση της Γεωτεχνολογίας στη Σχολή ΜΜΜ. Στο συμπέρασμα αυτό οδηγούν τόσο η αναμενόμενη αύξηση της ζήτησης για έργα υποδομών τα προσεχή χρόνια όσο και η ευρωπαϊκή πολιτική για τα δίκτυα μεταφορών και ενέργειας.

Συνεπώς, η Σχολή έχει όφελος να διατηρήσει την κατεύθυνση της Γεωτεχνολογίας, καθώς και τα παραδοσιακά αντικείμενα που περιλαμβάνονται σε αυτήν.

- Η Σχολή έχει στραφεί ήδη αλλά οφείλει και να προετοιμασθεί περαιτέρω για τις αλλαγές που αναμένεται να επέλθουν στο αντικείμενο της γεωτεχνολογίας μακροπρόθεσμα, δίνοντας περαιτέρω έμφαση στη διεπιστημονική εκπαίδευση, καθώς και στην προσαρμογή και τη μεταφορά γνώσεων προς τη γεωτεχνολογία από κλάδους τεχνολογιών αιχμής.

## **Βιβλιογραφία**

Δερτίλης, Γ. (1984). Ελληνική Οικονομία (1830-1910) και Βιομηχανική Επανάσταση. Εκδ. Σάκουλα, Αθήνα.

Ελληνική Στατιστική Αρχή (2015). Ελλάς με αριθμούς.

Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα (2015). Ετήσια Έκθεση 2015.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2013). Προκλήσεις και πολιτική στον τομέα της ενέργειας. Εισήγηση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο της 22ας Μαΐου 2013.

ΙΟΒΕ (2015). Η σημασία ανάπτυξης, τα εμπόδια και το μέλλον του κλάδου των Κατασκευών. Μάρτιος 2015.

Καλλιάνου, Α. (2006). Η ελληνική οικονομία μετά την Επανάσταση.

Καλτσούνης, Α. (2007). Συμπράξεις Δημόσιου και Ιδιωτικού τομέα στην κατασκευή οδικών έργων: Θεωρητικές Αρχές και Μεθοδολογικές Οδηγίες. Τεχνικά Χρονικά, Ιούλιος-Αύγουστος 2007.

Παπαγιαννάκης, Λ. (1982). Οι ελληνικοί σιδηρόδρομοι (1882-1910). Γεωπολιτικές, οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις, εκδ. ΜΙΕΤ, Αθήνα.

Πατρώνης, Β. (2015). Ελληνική οικονομική ιστορία. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. <http://hdl.handle.net/11419/1700>.

Σκάγιαννης, Π. (2005). Ελλάδα 2021: Από την Κοινωνία των Κατασκευών στην Κοινωνία της Γνώσης. 7ο Εθνικό Συνέδριο Περιφερειακή Επιστήμη και Πολιτική: Ελλάδα και Βαλκάνια. Ελληνικό Τμήμα της Ευρωπαϊκής Εταιρείας Περιφερειακής Επιστήμης. Ινστιτούτο Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πάντειο Πανεπιστήμιο, 7-8 Μαΐου.

Συναρέλλη, Μ. (1989). Δρόμοι και λιμάνια στην Ελλάδα 1830-1880. Εκδ. ΠΤΙ-ΕΤΒΑ, Αθήνα.

Basu D., Misra A., & Puppala A. J. (2014). Sustainability and geotechnical engineering: Perspectives and review. Canadian Geotechnical Journal, 52(1), 96-113. BMI

- Research (2017). Greece Infrastructure Report: Executive summary. Published Date: 01 Apr 2017.
- Chowdhury R., Flentje P. (2007). Perspectives for the future of Geotechnical Engineering. Proceedings of the International Conference on Civil Engineering For the New Millennium: Opportunities and Challenges, Bengal Engineering College, Shibpur, India, 2007.
- European Commission (2015). The Union List of Projects of Common Interest.
- IMF (2016). The welfare multiplier of Public Infrastructure Investment, IMF Working paper.
- Industrial Research Institute (2016). Global R&D Funding Forecast. R&D Magazine, Winter 2016.
- Gomes Correia A., M.G. Winter, A.J. Puppala (2016). A review of sustainable approaches in transport infrastructure geotechnics. Transportation Geotechnics, 7, 21–28.
- National Research Council, Committee on Geological and Geotechnical Engineering in the New Millennium (2006). Geological and Geotechnical Engineering in the New Millennium: Opportunities for Research and Technological Innovation. National Academies Press, USA, 222 p., DOI 10.17226/11558.
- PWC (2017). Έργα υποδομών στην Ελλάδα: Χρηματοδοτώντας το μέλλον.
- PWC (2015). The World in 2050 - Will the shift in global economic power continue?, PwC. <https://www.pwc.com/gx/en/issues/the-economy/assets/world-in-2050-february-2015.pdf>
- Resende R. (2011). Future Directions for Engineering Rock Mechanics. Presentation on the occasion of the 50th ISRM Anniversary.
- Tkach S.M., Batugin S.A. (2017). One of the current trends of geotechnology modernization. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 53, doi:10.1088/1755-1315/53/1/012016.

#### *Πηγές διαδικτύου*

- Ενημερωτική ιστοσελίδα για μείζονα έργα υποδομών: <http://www.ypodomes.com>
- Ιστοσελίδα της «Αττική Οδός Α.Ε.»: <http://www.aodos.gr>
- Ιστοσελίδα της «Ολυμπίας Οδός Α.Ε.»: <https://www.olympiaodos.gr>
- Ιστοσελίδα της «Μορέας Α.Ε.»: <http://www.moreas.com.gr/>
- Ιστοσελίδα της «Νέα Οδός Α.Ε.»: <http://www.neaodos.gr>
- Ιστοσελίδα της «Αυτοκινητόδρομος Αιγαίου Α.Ε.»: <http://www.aegeanmotorway.gr/>
- Ιστοσελίδα της «Κεντρική Οδός Α.Ε.»: <http://kentrkiodos.gr/>
- Ιστοσελίδα της εταιρίας συμβούλων OMEK: <http://www.omekgroup.com.gr>
- Ιστοσελίδα της «Εγνατία Οδός Α.Ε.»: <http://www.egnatia.eu>
- Ιστοσελίδα της «Αττικό Μετρό Α.Ε.»: <http://www.ametro.gr>



## **Κατεύθυνση Περιβαλλοντικής Μηχανικής και Γεωπεριβάλλοντος Τρέχουσα Πραγματικότητα, Προοπτικές και Προτάσεις**

*Εμμανουέλλα Ρεμουντάκη,*

*Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ*

### **1. Εισαγωγή**

Η Σχολή Μ.Μ.Μ. είναι η μοναδική Σχολή του Ε.Μ.Π. που έχει αναπτύξει και προσφέρει την κατεύθυνση της Περιβαλλοντικής Μηχανικής και Γεωπεριβάλλοντος στους σπουδαστές της. Η αναγκαιότητα ύπαρξης μιας τέτοιας κατεύθυνσης στο πρόγραμμα της Σχολής έχει αναγνωρισθεί και αντιμετωπιστεί αντίστοιχα και από άλλες Σχολές Μεταλλευτικής και Μεταλλουργίας ανά τον κόσμο (Mahamud-Lopez & Menendez-Aguado, 2005) και προκύπτει από τις παρακάτω κύριες αιτίες:

- Η μεταλλευτική είναι η βιομηχανική δραστηριότητα που εξορύσσει, διακινεί και διαχειρίζεται τις μεγαλύτερες ποσότητες υλικών συγκριτικά με οποιαδήποτε άλλη βιομηχανική δραστηριότητα.
- Η εκμετάλλευση και επεξεργασία των μη ανανεώσιμων πόρων συνδέεται με σημαντικές επιδράσεις στο φυσικό περιβάλλον και ανθρωπογενές περιβάλλον. Είναι, λοιπόν, κατανοητό ότι το περιβαλλοντικό και κοινωνικοοικονομικό αποτύπωμα της μεταλλευτικής δραστηριότητας είναι σημαντικό και σύνθετο.
- Η εξορυκτική δραστηριότητα και η πρωτογενής και δευτερογενής μεταλλουργία έχουν ως επακόλουθο την παραγωγή σημαντικών ποσοτήτων στερεών, υγρών και αέριων αποβλήτων, επιβαρυνμένων με μέταλλα και άλλα στοιχεία. Πολλές φορές τα απόβλητα αυτά εντάσσονται στα επικίνδυνα απόβλητα και χρήζουν ειδικής διαχείρισης. Οι ποσότητες δε των στερεών αποβλήτων είναι πολλαπλάσιες από αυτές των αστικών αποβλήτων.
- Η μεταλλευτική και μεταλλουργική βιομηχανία αποτελούν μια ιδιαίτερα ενεργοβόρα δραστηριότητα. Με δεδομένο ότι ο τομέας της πρωτογενούς παραγωγής ενέργειας (κάθε είδους) έχει σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, τα οφέλη από την εξοικονόμηση ενέργειας στο μεταλλευτικό-μεταλλουργικό κλάδο, μέσω της βελτιστοποίησης των συστημάτων παραγωγής, της υιοθέτησης ενεργειακά πιο αποδοτικού εξοπλισμού, κλπ., είναι πολλαπλάσια.

Πέραν των παραπάνω, η ανάγκη ύπαρξης μιας εξειδικευμένης κατεύθυνσης πηγάζει και από τις αλλαγές στο θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας τις τελευταίες δεκαετίες. Οι άδειες λειτουργίας και άσκησης των δραστηριοτήτων οποιασδήποτε

μεταλλευτικής και μεταλλουργικής εγκατάστασης προϋποθέτουν την τήρηση συγκεκριμένων περιβαλλοντικών όρων. Οι περιβαλλοντικοί όροι μπορούν να τηρηθούν εφόσον εφαρμόζονται οι αντίστοιχες περιβαλλοντικές τεχνολογίες. Επιπλέον, η νομοθεσία εξελίσσεται διαρκώς προς την κατεύθυνση όλο και χαμηλότερων ορίων εκπομπών. Η νέα οδηγία για τις Βιομηχανικές Εκπομπές (Industrial Emissions Directive 2010/75/EK) άρχισε σχετικά πρόσφατα να εφαρμόζεται στη χώρα μας (2012), περιλαμβάνει χαμηλότερα όρια για ένα πλήθος εκπομπών σε σχέση με την προγενέστερη νομοθεσία και υποχρεώνει τη βιομηχανία να εφαρμόσει Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές προκειμένου να ανταποκριθεί στα όρια αυτά.

Για παράδειγμα, η διαχείριση των εξορυκτικών αποβλήτων, διέπεται από τις διατάξεις της οδηγίας 2006/21/EK, η οποία έχει ενσωματωθεί στο Ελληνικό δίκαιο με την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) με αρ. 39624/2209/Ε103/2009. Επιπρόσθετα, ισχύουν και οι αποφάσεις της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων: 2009/337/EK, 2009/359/EK, 2009/360/EK, 2009/358/EK, 2009/335/EK, ενώ έχει εγκριθεί και κείμενο εγγράφου αναφοράς για τις «Βέλτιστες Διαθέσιμες τεχνικές διαχείρισης των αποβλήτων της εξορυκτικής βιομηχανίας».

Πέραν όμως του νομοθετικού πλαισίου, η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί ήδη από τη δεκαετία του '90 βασική επιχειρηματική επιλογή για τη σύγχρονη μεταλλευτική και μεταλλουργική βιομηχανία. Όπως είχε δηλώσει χαρακτηριστικά, το 1993, ο πρόεδρος μιας εκ των μεγαλύτερων μεταλλευτικών εταιρειών: *«...Για πολλά χρόνια, τα βασικά αντικείμενα της βιομηχανίας των ορυκτών πρώτων υλών διαχωριζόταν σε τέσσερις βασικούς άξονες: γεωλογία, μεταλλευτική, εμπλουτισμός και μεταλλουργία, αλλά σήμερα αναδύεται ένα νέο κύριο πεδίο, αυτό του περιβάλλοντος».*

Η ανάγκη αυτή είναι αναγνωρισμένη και στην ελληνική πραγματικότητα. Για παράδειγμα, στον ιστότοπο του Συνδέσμου Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων, τονίζεται χαρακτηριστικά η αναγκαιότητα για την παραγωγή υψηλού επιπέδου κατάρτισης αποφοίτων Μεταλλειολόγων-Μεταλλουργών Μηχανικών στο πεδίο της Βιώσιμης Ανάπτυξης:

*«Η επίτευξη των στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης από πλευράς εξορυκτικής βιομηχανίας απαιτεί και την δημιουργία νέων γενεών στελεχών και επιστημόνων που θα επικεντρωθούν στους τομείς προτεραιότητάς της, μέσα από κατάλληλες εκπαιδευτικές κατευθύνσεις. Αυτές πρέπει να στοχεύουν στη διατήρηση σε υψηλό επίπεδο της γεωεπιστημονικής γνώσης της Ελλάδος, και στην προώθηση της έρευνας και της καινοτομίας σε κλάδους αιχμής όπως:*

- Μη οχλούσες και τεχνολογικά προηγμένες εκμεταλλεύσεις

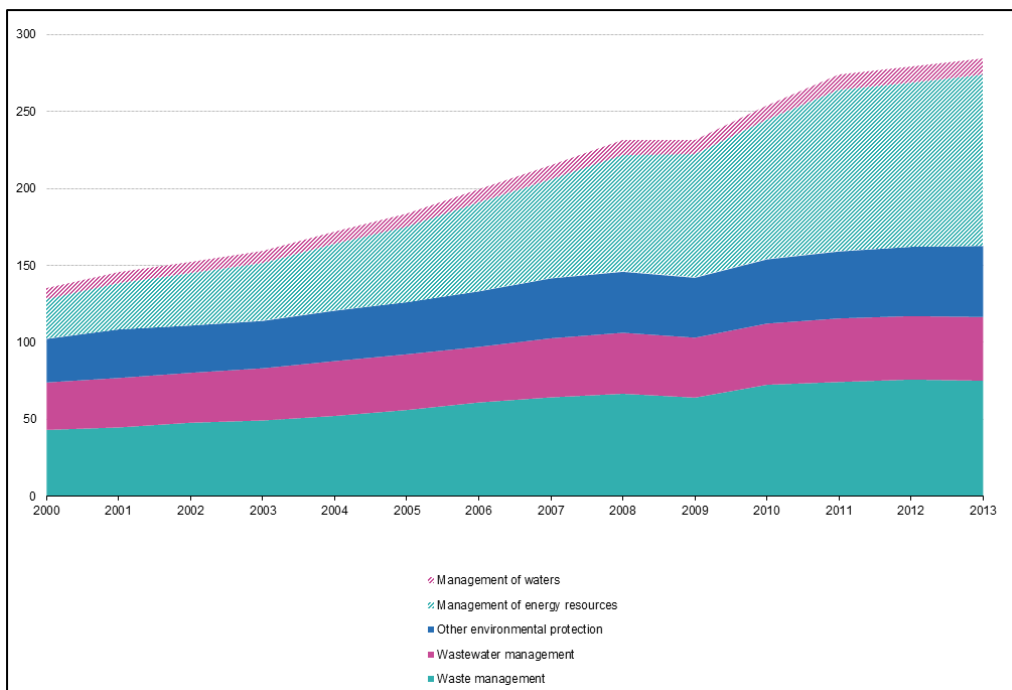
- Καινοτόμες παραγωγικές διαδικασίες, αυτοματισμοί παραγωγής και βελτιστοποίηση συστημάτων παραγωγής.
- Οικοαποδοτική χρήση υλικών, ενέργειας και υδάτων.
- Ελαχιστοποίηση εκπομπών
- Βελτιστοποίηση χημικών – βιομηχανικών διαδικασιών.
- Γεωπληροφοριακά συστήματα.
- Καινοτόμες τεχνολογίες μεταλλευτικής έρευνας.
- Βελτίωση χρήσης ελληνικών πρώτων υλών - νέες χρήσεις, ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα, αύξηση προστιθέμενης αξίας.
- Ανακύκλωση και εναλλακτικές πρώτες ύλες.
- Διαχείριση και αξιολόγηση - μέτρηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων και αντιμετώπιση».

Είναι προφανές από τα παραπάνω, ότι ο σύγχρονος Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργός καλείται να αποκτήσει το κατάλληλο επιστημονικό υπόβαθρο, ώστε να είναι σε θέση να σχεδιάσει, να επιλέξει, να εφαρμόσει/προσαρμόσει στις εκάστοτε ανάγκες, αλλά και να βελτιώσει τις τεχνικές παρακολούθησης και προστασίας του περιβάλλοντος.

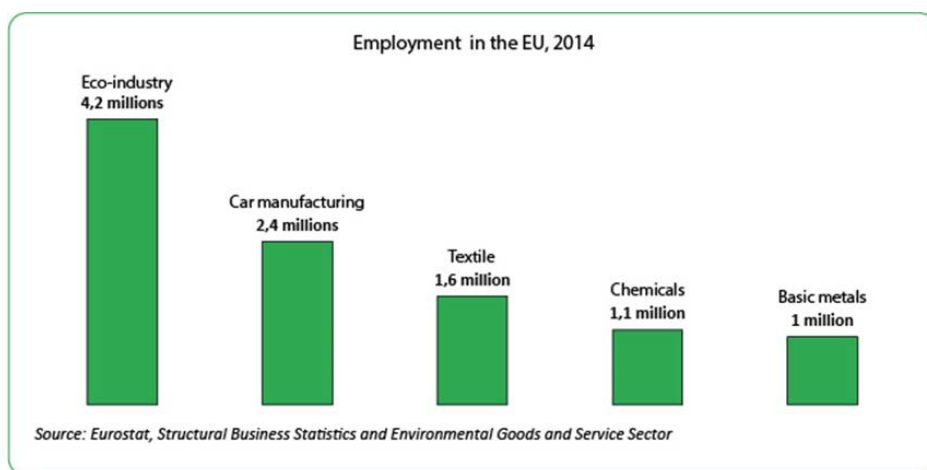
## **2. Η σημερινή πραγματικότητα και οι προοπτικές**

Η Ευρωπαϊκή οικο(λογική)-βιομηχανία (EU ECO INDUSTRY) αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους βιομηχανικούς τομείς στην Ευρώπη. Συνεισφέρει στην οικονομική της ανάπτυξη και την απασχόληση, ενώ παράλληλα συμβάλλει σε καθαρότερο περιβάλλον. Το 2014, ο συνολικός τζίρος της Ευρωπαϊκής οικοβιομηχανίας ανήλθε στο ποσό των 337 δισ. ευρώ και η Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία σε 128 δισ. ευρώ (Eurostat, 2017). Μεταξύ 2000-2013, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1, η Ευρωπαϊκή οικο-βιομηχανία αναπτυσσόταν σταθερά, με μέσο όρο 7% περίπου, με μια μικρή κάμψη μόνο κατά τη διάρκεια της διεθνούς κρίσης (2008-2009).

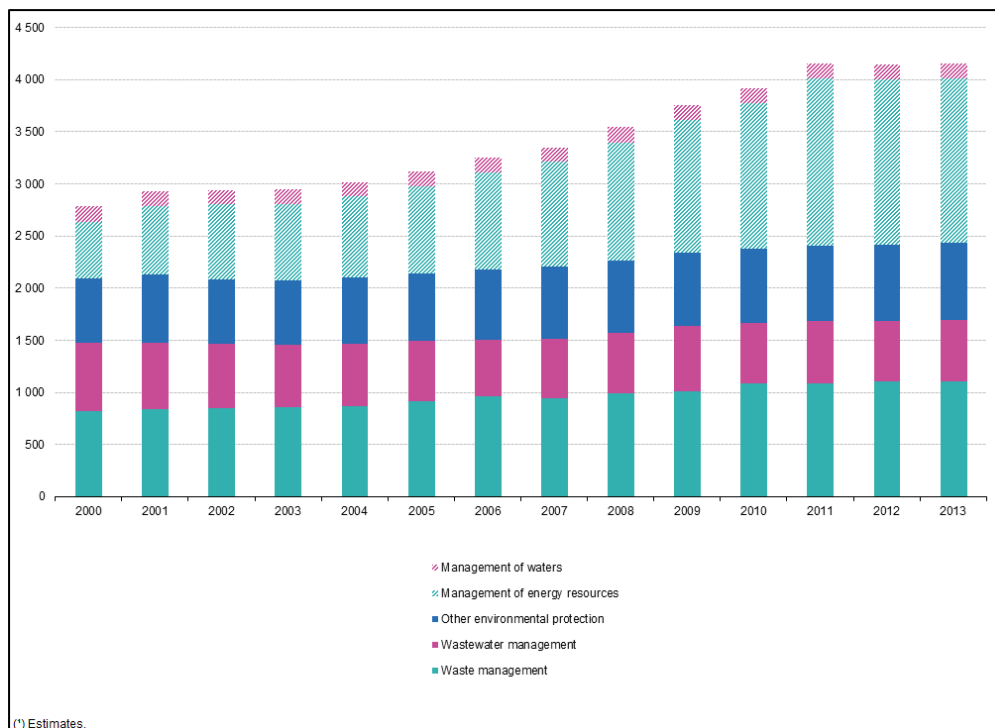
Η άμεση απασχόληση, το 2014, ανήλθε σε περισσότερα από 4,2 εκατ. εργαζόμενους, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2 (EC, 2016), η οποία κατανέμεται στους επιμέρους κλάδους σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο Σχήμα 3.



**Σχήμα 1.** Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία της Ευρωπαϊκής οικο-βιομηχανίας το διάστημα 2000–2013 κατά κλάδο (Πηγή: Eurostat, 2017)



**Σχήμα 2.** Άμεση απασχόληση σε βιομηχανικούς κλάδους της Ε.Ε., 2014 (Πηγή: EC, 2016)



**Σχήμα 3.** Απασχόληση στην Ευρωπαϊκή οικο-βιομηχανία το διάστημα 2000–2013 κατά κλάδο (Πηγή: Eurostat, 2017)

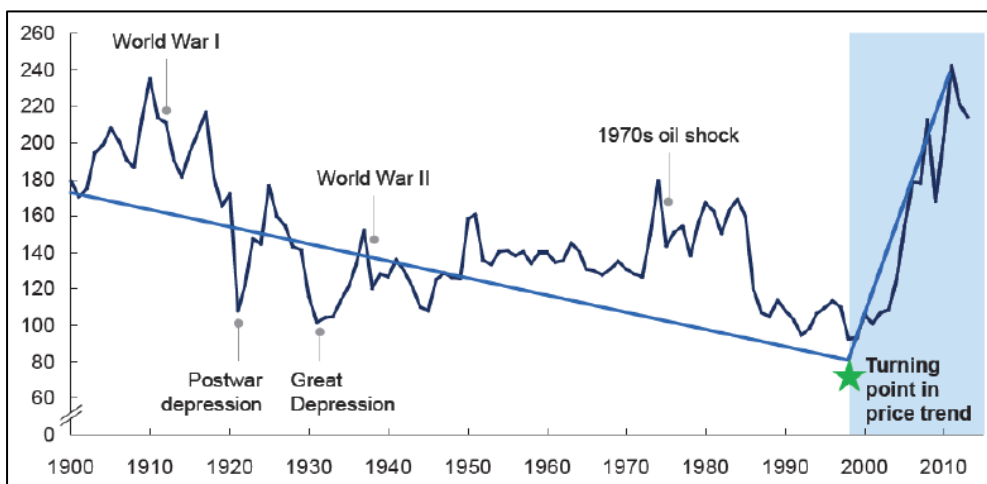
Η αντιμετώπιση ζητημάτων που αφορούν στη διαχείριση αποβλήτων, στον έλεγχο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, στην αποκατάσταση εδαφών, στην ανακύκλωση και διαχείριση πόρων και ύδατος, στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν τους σημαντικότερους τομείς της Ευρωπαϊκής οικο-βιομηχανίας.

Οι παραπάνω δραστηριότητες διακρίνονται σε δύο κύριους τομείς: την προστασία του περιβάλλοντος και τη διαχείριση των φυσικών πόρων. Η αντιμετώπιση περιβαλλοντικών προβλημάτων καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος των δραστηριοτήτων αυτών. Σύμφωνα με διαθέσιμα στοιχεία, το 2007, ο ετήσιος κύκλος εργασιών ανερχόταν σε περισσότερα από 150 δισ. ευρώ που αντιστοιχούν στην επεξεργασία αέριων, στερεών και υγρών αποβλήτων. Η διαχείριση των πόρων, η οποία περιλαμβάνει τη διαχείριση του νερού, την ανακύκλωση των υλικών και την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας, είχε ετήσιο κύκλο εργασιών περίπου 82 δισ. ευρώ.

Όσον αφορά στην Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία, οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την προστασία του περιβάλλοντος παρουσίασαν αύξηση από 102 δισεκατομμύρια ευρώ, το 2000, σε 165 δισ. ευρώ, το 2014. Η αύξηση της Ακαθάριστης Προστιθέμενης Αξίας στον τομέα της διαχείρισης πόρων ήταν

ακόμη μεγαλύτερη, καθώς από τα 33 δισ. ευρώ, το 2000, εκτινάχθηκε στα 124 δισ. ευρώ, το 2014, κυρίως λόγω της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ (Eurostat, 2017).

Λαμβάνοντας υπόψιν την εξάντληση των φυσικών πόρων, η βελτίωση της παραγωγικότητας των υλικών γίνεται απαραίτητη με την ενίσχυση της κυκλικής οικονομίας. Η κυκλική οικονομία αποτελεί σήμερα προτεραιότητα σε παγκόσμιο επίπεδο και κεντρική πολιτική κατεύθυνση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με κύριους στόχους την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση των τελικών αποβλήτων, την πρόληψη των περιβαλλοντικών συνεπειών και τη μεγιστοποίηση της αξιοποίησης υλικών σε επόμενους παραγωγικούς κύκλους. Σημαντικό ρόλο σε αυτό διαδραματίζει η αύξηση των τιμών των πρώτων υλών. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4, οι τιμές των πρώτων υλών έχουν περίπου τριπλασιαστεί μέσα σε λιγότερο από 20 χρόνια.



**Σχήμα 4.** Εξέλιξη τιμών πρώτων υλών (Πηγή: McKinsey, 2013)

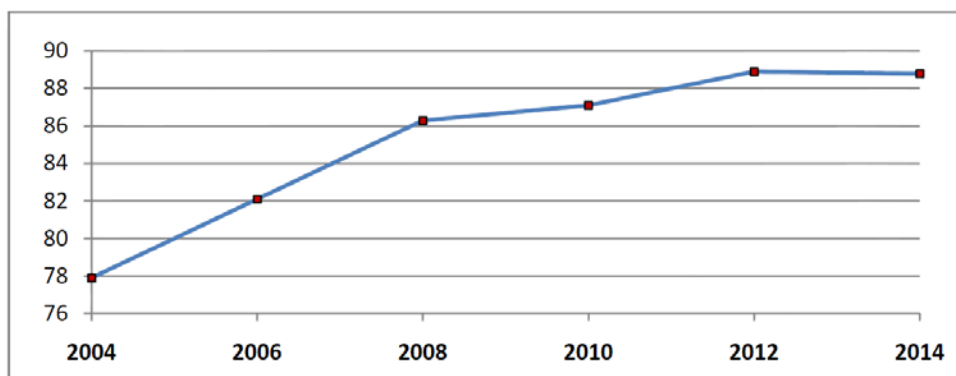
Ένα τυπικό σχήμα κυκλικής οικονομίας περιλαμβάνει τη συλλογή των αποβλήτων, την επεξεργασία τους, την ανάκτηση των υλικών, την επαναπροώθησή τους στην αγορά ή/και την παραγωγή άλλων υλικών και, τέλος, την εμπορική διάθεση νέων προϊόντων. Ο πρώτος αντιπρόεδρος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Φρανς Τίμερμανς χαρακτηριστικά τονίζει ότι στην Ε.Ε. θα υπάρξουν περισσότερες από 170.000 άμεσες θέσεις εργασίας, μέχρι το 2035, μέσω των μέτρων για τη διαχείριση των αποβλήτων και της μετάβασης στην κυκλική οικονομία.

Η απασχόληση στην Περιβαλλοντική Βιομηχανία στην Ευρώπη, όπως αναφέρθηκε, έχει ξεπεράσει το 2% της αμειβόμενης πλήρους απασχόλησης ή περίπου τα 4 εκατομμύρια πλήρους ισοδύναμης απασχόλησης. Παρουσιάζει

μάλιστα αυξητικούς ρυθμούς παρά την κρίση και έχει ξεπεράσει ήδη την απασχόληση σε άλλους μεγάλους βιομηχανικούς κλάδους όπως η αυτοκινητοβιομηχανία και η χημική βιομηχανία, όπως εμφανίστηκε στο Σχήμα 2. Ένας κύριος λόγος για αυτήν την αύξηση είναι η εξελισσόμενη περιβαλλοντική πολιτική και νομοθεσία καθώς συνεισφέρουν σε δομική μετατόπιση προς τομείς εργασίας που σχετίζονται με την περιβαλλοντική τεχνολογία. Η οικο-βιομηχανία από μόνη της είναι μια σημαντική πηγή νέων θέσεων εργασίας. Η περιβαλλοντική πολιτική ωστόσο είναι ο «δημιουργός» των θέσεων εργασίας.

### **Ένα κλασικό και ένα σύγχρονο παράδειγμα διαχείρισης αποβλήτων για την ελληνική πραγματικότητα...**

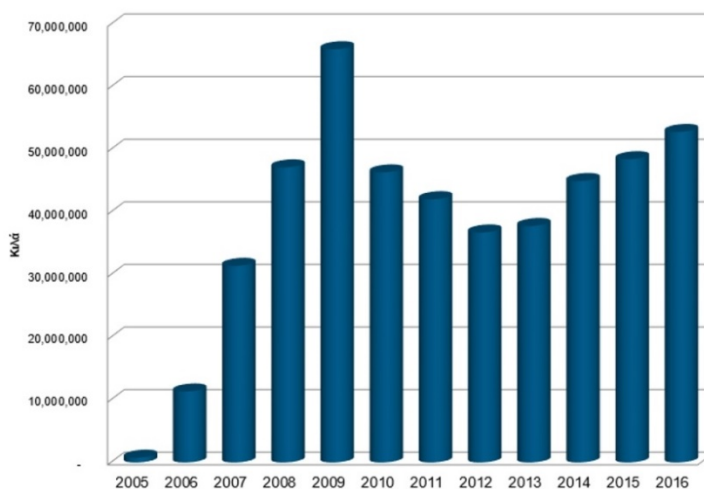
Κλασικό παράδειγμα διαχείρισης αποβλήτων που αφορούν στο μεταλλευτικό κλάδο είναι τα απόβλητα από εξορυκτικές δραστηριότητες, οι ποσότητες των οποίων, όπως αναφέρθηκε, είναι πολλαπλάσιες από αυτές των αστικών αποβλήτων. Στο Σχήμα 5 φαίνεται η εξέλιξή τους τα τελευταία χρόνια. Όπως αναφέρθηκε, οι μεταβολές στο θεσμικό πλαίσιο, που διέπει τη συγκεκριμένη κατηγορία αποβλήτων, δημιουργούν νέες συνθήκες και απαιτήσεις για τη διαχείρισή τους.



**Σχήμα 5.** Ποσοστιαία (%) εξέλιξη της συμμετοχής των εξορυκτικών αποβλήτων στα συνολικά παραγόμενα στερεά απόβλητα (Δελτίου τύπου, ΕΛΣΤΑΤ, 2017).

Ένα πιο σύγχρονο παράδειγμα αποτελούν τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ). Στο ακόλουθο Σχήμα 6 φαίνονται οι ποσότητες ΑΗΗΕ που συλλέχθηκαν στην Ελλάδα την περίοδο 2005-2016 ([www.electrocycle.gr](http://www.electrocycle.gr)). Τα ΑΗΗΕ οδηγούνται σήμερα προς διαχείριση και ανάκτηση χρήσιμων, πολύτιμων και στρατηγικής σημασίας μετάλλων με μηχανικές και

μεταλλουργικές διαδικασίες, αντίστοιχες με αυτές που εφαρμόζονται στον κλάδο της μεταλλουργίας.



**Σχήμα 6.** Συλλογή ποσοτήτων ΑΗΗΕ την περίοδο 2005-2016 (www.electrocycle.gr, 2017)

Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι η εξέλιξη των διαφόρων περιβαλλοντικών τεχνολογιών χαρακτηρίζεται από δύο τάσεις:

- Τη βελτιστοποίηση των συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων και αντιρρυπαντικής τεχνολογίας, με στόχο την ελαχιστοποίηση των αποβαλλόμενων ρυπαντικών φορτίων στα φυσικά συστήματα.
- Την ανάκτηση του μέγιστου δυνατού ποσοστού υλικών από τα πάσης φύσεως απόβλητα με στόχο την επαναχρησιμοποίησή τους. Εδώ υπάρχει ένα πολύ σημαντικό αντικείμενο για τα επόμενα χρόνια που σχετίζεται με την ανάκτηση μετάλλων και σπανίων γαιών από ένα ευρύ φάσμα, το οποίο ξεκινά από τα βιομηχανικά απόβλητα της μεταλλευτικής/μεταλλουργικής βιομηχανίας και φτάνει ως καταναλωτικά προϊόντα π.χ. ηλεκτρονικά απόβλητα.

Επιπλέον, καθίσταται προφανές ότι η υψηλού επιπέδου κατάρτιση των Μ.Μ.Μ. στα αντικείμενα της Περιβαλλοντικής Μηχανικής είναι απαραίτητη για την κάλυψη των αναγκών όχι μόνο της ελληνικής αλλά και της διεθνούς αγοράς. Για την Ελλάδα, ο κλάδος της Περιβαλλοντικής Μηχανικής περιλαμβάνει, ενδεικτικά, τις παρακάτω κατηγορίες δραστηριοτήτων με βάση τη Στατιστική Ταξινόμηση των Κλάδων Οικονομικής Δραστηριότητας (ΣΤΑΚΟΔ 08), της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (ΕΛΣΤΑΤ):

36	Συλλογή, επεξεργασία και παροχή νερού
36.00	Συλλογή, επεξεργασία και παροχή νερού
37	Επεξεργασία λυμάτων
38	Συλλογή, επεξεργασία και διάθεση απορριμμάτων· ανάκτηση υλικών
38.1	Συλλογή απορριμμάτων
38.11	Συλλογή μη επικίνδυνων απορριμμάτων
38.12	Συλλογή επικίνδυνων απορριμμάτων
38.2	Επεξεργασία και διάθεση απορριμμάτων
38.21	Επεξεργασία και διάθεση μη επικίνδυνων απορριμμάτων
38.22	Επεξεργασία και διάθεση επικίνδυνων απορριμμάτων
38.3	Ανάκτηση υλικών
38.31	Αποσυναρμολόγηση παλαιών ειδών
38.32	Ανάκτηση διαλεγμένου υλικού
39	Δραστηριότητες εξυγίανσης και άλλες υπηρεσίες για τη διαχείριση αποβλήτων
39.00	Δραστηριότητες εξυγίανσης και άλλες υπηρεσίες για τη διαχείριση αποβλήτων Άλλες υπηρεσίες εξυγίανσης και εξειδικευμένου ελέγχου ρύπανσης  Υπηρεσίες εξυγίανσης, περιορισμού της ρύπανσης, ελέγχου και παρακολούθησης εργοταξίου και άλλες υπηρεσίες εξυγίανσης εργοταξίου  Υπηρεσίες διαχείρισης βιομηχανικών ρύπων  Υπηρεσίες ελέγχου βιομηχανικού και εργασιακού περιβάλλοντος  Άλλες υπηρεσίες εξειδικευμένου ελέγχου ρύπανσης

Στο πλαίσιο αυτών των δραστηριοτήτων, ο Μ.Μ.Μ. θα πρέπει να είναι προετοιμασμένος να υλοποιήσει ένα πλήθος επαγγελματικών αντικειμένων, όπως είναι ενδεικτικά τα παρακάτω:

- Μελέτες για έγκριση περιβαλλοντικών όρων σε εξορυκτικές, μεταλλουργικές και άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες, σε γεωτεχνικά έργα, κ.λπ.
- Μηχανικός/υπεύθυνος περιβάλλοντος σε εξορυκτική ή μεταλλουργική βιομηχανία.

- Μηχανικός σε ελέγχους τήρησης περιβαλλοντικών όρων π.χ. επιθεωρητές περιβάλλοντος.
- Μηχανικός σε έργα περιβαλλοντικής αποκατάστασης σε ρυπασμένα εδάφη και νερά.
- Μηχανικός σε εταιρείες με αντικείμενο την ανακύκλωση υλικών.
- Μηχανικός εμπλεκόμενος στη διαδικασία πιστοποίησης-διαπίστευσης περιβαλλοντικών προτύπων.

### **3. Ευρωπαϊκή Σύμπραξη για την Καινοτομία στις Πρώτες Ύλες**

Στη συνέχεια, ακολουθεί ειδική αναφορά στην Ευρωπαϊκή Στρατηγική και την Εθνική Πολιτική για την Αξιοποίηση των Ορυκτών Πρώτων Υλών (ΕΠΑΟΠΥ), επειδή επιδρά με τον έναν ή άλλον τρόπο στους αποφοίτους της Σχολής μας και αποτελεί και ένα παράδειγμα συνδυασμού των όσων αναφέρθηκαν παραπάνω.

Η Ευρωπαϊκή Σύμπραξη για την Καινοτομία στις Πρώτες Ύλες (European Innovation Partnership on Raw Materials) είναι μια πλατφόρμα που επιχειρεί να φέρει κοντά εταιρείες, ερευνητές και ΜΚΟ, με στόχο την ενίσχυση της έρευνας και ανάπτυξης στον τομέα των πρώτων υλών. Ένας από τους βασικούς σκοπούς της Σύμπραξης είναι να βοηθήσει στην αύξηση της συμμετοχής της βιομηχανίας περίπου στο 20% του ΑΕΠ της Ε.Ε. μέχρι το 2020, διασφαλίζοντας την πρόσβαση στις πρώτες ύλες. Επιπρόσθετα, εκτιμάται ότι θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για μια καινοτόμο και αποδοτική χρήση των πόρων στην Ευρώπη. Η Σύμπραξη αυτή έχει αναπτύξει ένα στρατηγικό σχέδιο με 95 δράσεις προκειμένου να προωθήσει καινοτόμες λύσεις, τεχνολογικές και μη.

Όσον αφορά στην Ελλάδα, το 2012 εξαγγέλθηκε από το ΥΠΕΝ η Εθνική Πολιτική για την Αξιοποίηση των Ορυκτών Πρώτων Υλών (ΕΠΑΟΠΥ), οι βασικοί στόχοι της οποίας είναι (ypreka.gr):

- Η επαρκής και σταθερή διάθεση ΟΠΥ στην κοινωνία με οικονομικά βιώσιμο τρόπο, εναρμονισμένο με τις εθνικές τομεακές πολιτικές ανάπτυξης άλλων δραστηριοτήτων.
- Η ανάδειξη και εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών που προλαμβάνουν ή μειώνουν και τελικά αποκαθιστούν, στο μέτρο του δυνατού, τις επιπτώσεις της εξόρυξης και των συναφών δραστηριοτήτων στο περιβάλλον και στη ανθρώπινη υγεία.
- Η εξοικονόμηση των ΟΠΥ μέσα από βέλτιστες οικο-αποδοτικές πρακτικές παραγωγής.
- Η αναβάθμιση και στήριξη των Πανεπιστημιακών Τμημάτων και Σχολών που σχετίζονται με την αξιοποίηση των ΟΠΥ με παράλληλη

αναπροσαρμογή των χρηματοδοτικών ροών που διατίθενται από τα κάθε είδους προγράμματα του Υπουργείου Παιδείας , της Γ.Γ.Ε.Τ., του ΕΣΠΑ κτλ.

- Η διασφάλιση της χρήσης των ΟΠΥ για όσο το δυνατόν περισσότερο χρονικό διάστημα μέσα από κατάλληλες πρακτικές αποτελεσματικής χρήσης, αύξησης του κύκλου ζωής τους και ανακύκλωσης.
- Η μεγιστοποίηση του αναπτυξιακού οφέλους και η ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων της εξορυκτικής δραστηριότητας.
- Η εναρμόνιση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών και αναγκών των τοπικών κοινωνιών με τις αναπτυξιακές δυνατότητες που δημιουργούν οι εκμεταλλεύσεις σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Η διαμόρφωση πολιτικών και μέτρων που θα μεγιστοποιούν την ωφελιμότητα των δράσεων στις τοπικές κοινωνίες με πολλαπλούς (και όχι μόνο οικονομικούς ή απασχόλησης) τρόπους.
- Η διαμόρφωση των χώρων των λατομείων και μεταλλείων, ώστε να είναι αυτοί δεκτικοί άλλων προγραμματισμένων χρήσεων, μετά την ολοκλήρωση των εκμεταλλεύσεων.
- Η χωροταξική οργάνωση της μεταποίησης πρώτων υλών, όταν αυτή συντελείται εκτός των μεταλλευτικών ή λατομικών χώρων.

Η ΕΠΑΟΠΥ δομείται στους ακόλουθους έξι βασικούς άξονες:

- i. Η εθνική πολιτική για τον Ορυκτό Πλούτο ως βασικό συστατικό της εθνικής και περιφερειακής αναπτυξιακής πολιτικής της Χώρας.
- ii. Χωροταξικός σχεδιασμός που θα διασφαλίζει την δυνατότητα πρόσβασης στα κοιτάσματα ΟΠΥ και την επίλυση των θεμάτων ανταγωνισμού των χρήσεων γης.
- iii. Κωδικοποίηση και εκσυγχρονισμός της λατομικής/μεταλλευτικής νομοθεσίας (αδειοδοτικό σύστημα, θέματα έρευνας και εκμετάλλευσης, ασφάλειας και ελέγχου, περιβάλλοντος κλπ.).
- iv. Προώθηση διαλόγου - Αποδοχή από τοπική κοινωνία.
- v. Εκπαίδευση - Έρευνα - Καινοτομία.
- vi. Αποδοτικότητα στην χρήση ΟΠΥ συμπεριλαμβανομένων της υποκατάστασης, επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και αξιοποίησης παραπροϊόντων / απορριμμάτων εξορυκτικών διεργασιών, τελμάτων εμπλουτισμού και αποβλήτων μεταλλουργίας. Στόχος είναι η ορθολογική διαχείριση και ελαχιστοποίηση όλων των «εν γένει» μεταλλευτικών αποβλήτων.

Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι αυτοί, η πολιτική θα βασίζεται:

- Στη γνώση του κοιτασματολογικού δυναμικού της χώρας.

- Στην εξασφάλιση και προώθηση της βιωσιμότητας ΟΠΥ με μεγάλο ειδικό βάρος για τη χώρα.
- Στην ενσωμάτωση των διακυμάνσεων και προοπτικών της Ευρωπαϊκής και παγκόσμιας αγοράς πρώτων υλών.
- Στην αξιοποίηση του μεταλλευτικού δυναμικού της χώρας με σεβασμό στο περιβάλλον και στο πλαίσιο των αρχών της βιώσιμης ανάπτυξης.

Όπως είναι εμφανές, η ΕΠΑΟΠΥ ακολουθεί σε μεγάλο βαθμό την αντίστοιχη ευρωπαϊκή πολιτική. Στο άμεσο μέλλον αναμένεται να λάβει τη μορφή νομοθετικών κειμένων και να εφαρμοστεί στη πράξη.

#### **4. Συμπεράσματα**

- Η οργάνωση Κατεύθυνσης Περιβαλλοντικής Μηχανικής και Γεωπεριβάλλοντος στο πρόγραμμα σπουδών της Σχολής ήταν μια καινοτόμος πρακτική, η οποία απεδείχθη ότι ήταν απαραίτητη με βάση τις σύγχρονες απαιτήσεις, εξελίξεις και προοπτικές.
- Τα μαθήματα της Κατεύθυνσης θα πρέπει να συμπληρώνονται και να επικαιροποιούνται διαρκώς με στόχο να εξασφαλίσουν σύγχρονη και επαρκή εκπαίδευση και κατάρτιση των Μηχανικών της Σχολής μας.
- Ένα πλήθος νόμων, που εντάσσονται στην κατηγορία της περιβαλλοντικής νομοθεσίας και επηρεάζουν τον εξορυκτικό κλάδο, διαμορφώνονται και τίθενται σε ισχύ. Η νομοθεσία αυτή συνδέεται στενά με ένα πλήθος τεχνικών αντικειμένων που για να υλοποιηθούν απαιτούν εξειδικευμένες επιστημονικές ομάδες.
- Νέες επαγγελματικές προοπτικές προστίθενται στις υπάρχουσες στην αγορά εργασίας, οι οποίες παρουσιάζουν αυξητική τάση, ακολουθώντας την επέκταση της περιβαλλοντικής νομοθεσίας και πολιτικής και τις συνδεδεμένες με αυτήν τεχνολογίες.
- Ο κλάδος των μετάλλων και των στρατηγικής σημασίας στοιχείων καταλαμβάνει εξέχουσα θέση στην κυκλική οικονομία. Η μετάβαση στην κυκλική οικονομία αποτελεί σημερινή και μελλοντική πρόκληση για τους μηχανικούς και ειδικά για τους αποφοίτους της Σχολής για ένα ευρύ πεδίο αποβλήτων που ξεκινά από κλασικά απόβλητα της μεταλλευτικής και μεταλλουργικής βιομηχανίας και εκτείνεται ως το ευρύ φάσμα των ΑΗΗΕ.

#### **Βιβλιογραφία**

Ernst & Young (2006). Eco-industry, its size, employment, perspectives and barriers to growth in an enlarged EU.

European Commission (2007). Facts and figures the links between EU's ECONOMY and Environment. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://ec.europa.eu/environment/enveco/pdf/facts.pdf>

European Commission (2016). Green jobs – a success story in Europe. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: [https://ec.europa.eu/environment/efe/themes/economics-strategy-and-information/green-jobs-success-story-europe\\_en](https://ec.europa.eu/environment/efe/themes/economics-strategy-and-information/green-jobs-success-story-europe_en)

Eurostat (2017). Environmental economy - employment and growth. . Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Environmental\\_economy\\_-\\_employment\\_and\\_growth](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Environmental_economy_-_employment_and_growth)

Görlach, B., Porsch, L., Marcellino, D. and Pearson, A. (2014). How crisis-resistant and competitive are Europe's Eco-Industries?, Ecologic Institute, Berlin. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.ecologic.eu/sites/files/publication/2014/how-crisis-resistant-and-competitive-are-europes-eco-industries.pdf>

Mahamud-Lopez, M. M. and Menendez-Aguado, J. M. (2005). Environmental engineering in mining engineering education, European Journal of Engineering Education 30(3), 329–339.

McKinsey Global Institute (2013). Resource Revolution: Tracking Global Commodity Markets. Trends Survey 2013. McKinsey Global Institute.

Stocker, A. Gerold, S. Hinterberger, F., Berwald, A., Soleille, S., Morgan, V.A. Zoupanidou, E. (2015). The Interaction of Resource and Labour Productivity, A Scoping Study. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://ec.europa.eu/environment/enveco/jobs/pdf/Study%20Resource%20labour%20productivity%20.pdf>

Ελληνική Στατιστική Αρχή – ΕΛΣΤΑΤ (2017). Στοιχεία των στερεών αποβλήτων της περιόδου 2004-2014. Προσβάσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.statistics.gr/documents/20181/a5a8bc65-762e-422d-a782-78b90fb05b77>

#### *Πηγές διαδικτύου*

Σύνδεσμος Μεταλλευτικών Επιχειρήσεων: <http://www.sme.gr/home/viosimi-anaptyxh>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας – Εξορυκτικά απόβλητα: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=824&language=el-GR>

European Commission, Joint Research Centre, Circular Economy and Industrial Leadership: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>



## **Προκλήσεις και προοπτικές για τη Σχολή Μ.Μ.Μ.**

*Δημήτρης Καλιαμπάκος,*

*Κοσμητορας της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών*

### **Εισαγωγή**

Ο εορτασμός των 70χρονων της Σχολής πραγματοποιείται σε μια ιδιαίτερα δύσκολη περίοδο για τη χώρα μας, καθώς η παρατεταμένη οικονομική κρίση έχει επιδράσει δραματικά στην κοινωνική ζωή, σε όλες τις εκφάνσεις της. Το Δημόσιο Πανεπιστήμιο έχει πληρώσει και αυτό βαρύ τίμημα, βαρύτερο από αυτό που του αναλογεί, τόσο σε επίπεδο χρηματοδότησης όσο και στελέχωσης, σε όλα τα επίπεδα. Το σημαντικότερο, ωστόσο, πλήγμα το έχει δεχτεί σε επίπεδο έμφυχου δυναμικού και μάλιστα στο πιο ευαίσθητο κομμάτι του, το νέο επιστημονικό δυναμικό, τους προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές του. Τα υψηλά ποσοστά ανεργίας ή ο υποκατώτατος μισθός των 527 ευρώ (μεικτά) για όποιον νέο-α βρει εργασία, οι καλούμενοι «εργαζόμενοι φτωχοί», διαμορφώνουν ένα εφιαλτικό παρόν και ένα, επίσης, σκοτεινό μέλλον, που ωθεί εκατοντάδες χιλιάδες νέους επιστήμονες στην αναζήτηση εργασίας στο εξωτερικό, υπονομεύοντας τις προοπτικές της Χώρας για έξοδο από την κρίση.

Την ίδια περίοδο, ο κόσμος αλλάζει με ταχύτατους ρυθμούς. Η Σχολή δεν έχει την «πολυτέλεια» να περιμένει ώστε να καταλαγιάσει η κρίση για να σκεφτεί τα επόμενα βήματά της. Θα χάσει πολύτιμο χρόνο και ζωτικό έδαφος. Βρισκόμαστε, λοιπόν, αντιμέτωποι με σημαντικές και πολύπλευρες προκλήσεις. Η απάντηση που θα δώσουμε σε αυτές και οι επιλογές που θα κάνουμε, θα διαμορφώσουν τις προοπτικές της Σχολής τουλάχιστον με ορίζοντα την επόμενη δεκαετία. Θα λαξεύσουν, ταυτόχρονα, το προφίλ των αποφοίτων της. Και δεν είναι καθόλου υπερβολικό να πούμε ότι θα επηρεάσουν και την αναπτυξιακή πορεία της χώρας, όπως έχει δείξει η μέχρι σήμερα ιστορία.

### **Η φυσιογνωμία της Σχολής**

Πώς μπορεί, όμως, κάποιος να απαντήσει στις προκλήσεις αυτές; Σε ποιες βάσεις μπορεί και πρέπει να θεμελιώσει τις μελλοντικές προοπτικές; Οι επιλογές που ανοίγονται είναι πολλές. Ένα είναι ωστόσο σίγουρο: για να αντιμετωπίσει κάποιος με αυτοπεποίθηση το μέλλον, θα πρέπει να έχει βαθιά γνώση του ποιος είναι. Και για να γίνει αυτό, πρέπει να γνωρίζει καλά το παρελθόν του. Με αντικειμενική ανάλυση, χωρίς ωραιοποιήσεις και «στρογγυλέματα» αλλά και χωρίς μεμψιμοιρίες και μηδενισμούς. Γι' αυτό και η Σχολή, τα τελευταία δύο χρόνια, επένδυσε κόπο και χρόνο στην κατεύθυνση αυτή με την Επιτροπή για την Ιστορική Τεκμηρίωση της

Σχολής, η οποία αποτελείται από τον Κ. Τσακαλάκη, Καθηγητή (Υπεύθυνος), την Η. Χαλικιά, Καθηγήτρια, τη Μ. Μενεγάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια και τον Α. Κούρτη, μέλος ΕΔΙΠ. Η δουλειά που έγινε ήταν εξαιρετική: τεκμηριωμένη ανάλυση της ιστορίας της Σχολής με αντικειμενική ματιά στα γεγονότα, μέσα από τη συστηματική μελέτη παλαιών πρακτικών, βιογραφικών στοιχείων κομβικών προσώπων στην ιστορική διαδρομή της Σχολής και με συλλογή, κομμάτι-κομμάτι ιστορικών τεκμηρίων της Σχολής. Θεωρώ ότι, εκτός από τα πολύτιμα συμπεράσματα που προέκυψαν, η δουλειά της Επιτροπής άλλαξε ριζικά τη σχέση της Σχολής με την ιστορία της.

Η έρευνα αυτή οδηγεί σε τρία βασικά συμπεράσματα, ως προς τη φυσιογνωμία της Σχολής:

(α) Η Σχολή Μ.Μ.Μ. γεννήθηκε και αναπτύσσεται με στόχο να καλύψει επιστημονικά τον πρώτο «κρίκο», από τον οποίο εκκινεί κάθε παραγωγική αλυσίδα. Όχι μόνο ως προς τις πρώτες ύλες, αλλά και ως προς την απαιτούμενη ενέργεια. Ακόμη και όταν ο «κρίκος» αυτός δεν είναι ευδιάκριτος, δεν παύει να υπάρχει. Ποτέ δεν χάνει την κεφαλαιώδη σημασία του. Είναι χαρακτηριστική, εξάλλου, η ρήση του διάσημου φυσικού Max Planck, ο οποίος είπε: «...*Η εξορυκτική δραστηριότητα δεν είναι τα πάντα, αλλά χωρίς εξορυκτική δραστηριότητα όλα είναι τίποτα...*» ("*Mining is not everything but without mining everything is nothing*").

(β) Η σημασία αυτού του πρώτου «κρίκου» δεν πρόκειται να αλλάξει στο ορατό μέλλον. Αντίθετα, θα ενισχυθεί περαιτέρω. Τόσο στο δυναμικό «σήμερα» όσο και στο συναρπαστικό «αύριο», όπως ακριβώς και στο μακρινό «τότε», ο άνθρωπος για να ζήσει και να αναπτυχθεί θα χρειάζεται πρώτες ύλες και ενέργεια. Όλο και περισσότερες. Ας πάρουμε ένα παράδειγμα: ίσως κάποιος να πιστεύουν ότι μπαίνουμε σε μια ψηφιακή εποχή, η οποία κατασκευάζει έναν «εικονικό κόσμο» (virtual world), στον οποίο οι πρώτες ύλες θα έχουν ολοένα και μικρότερη σημασία. Ισχύει ακριβώς το αντίθετο! Αρκεί κανείς να αναλογιστεί ότι για την κατασκευή ενός και μόνο microchip των 2 gr, απαιτείται η εξόρυξη 60 διαφορετικών ορυκτών και 1665 kg πρώτων υλών και χημικών ουσιών.

(γ) Η ακόρεστη δίψα για πρώτες ύλες θα ωθήσει σε εξόρυξη πρώτων υλών υπό ακραίες συνθήκες, στα πιο απομακρυσμένα σημεία της Γης, στο βυθό των ωκεανών ή ακόμη και σε άλλους πλανήτες. Αυτά που, ίσως, αποτελούν «επιστημονική φαντασία» για πολλούς είναι στην ημερήσια ατζέντα για τον κλάδο και για τη Σχολή. Ήδη οι ΗΠΑ και το Λουξεμβούργο, η πρώτη χώρα στην Ε.Ε., έχουν διαμορφώσει θεσμικό πλαίσιο για την εκμετάλλευση Ορυκτών Πόρων στο Διάστημα. Παράλληλα, η «κυκλική οικονομία», ένας θεμελιώδης στόχος για την ορθολογική χρήση των πρώτων υλών, απαιτεί νέες τεχνολογικές επαναστάσεις στον τομέα των μεταλλουργικών διαδικασιών. Επίσης, νέα μέταλλα και κράματα,

πιο ισχυρά από ποτέ αλλά και πιο ελαφριά από ποτέ πρέπει να ανακαλυφθούν. Στον κλάδο μας, καμιά ιδέα δεν είναι «υπερβολική», εφόσον έχει στέρεη επιστημονική βάση. Εξάλλου, η Σχολή μας ήταν ανέκαθεν η σχολή των «extremes».

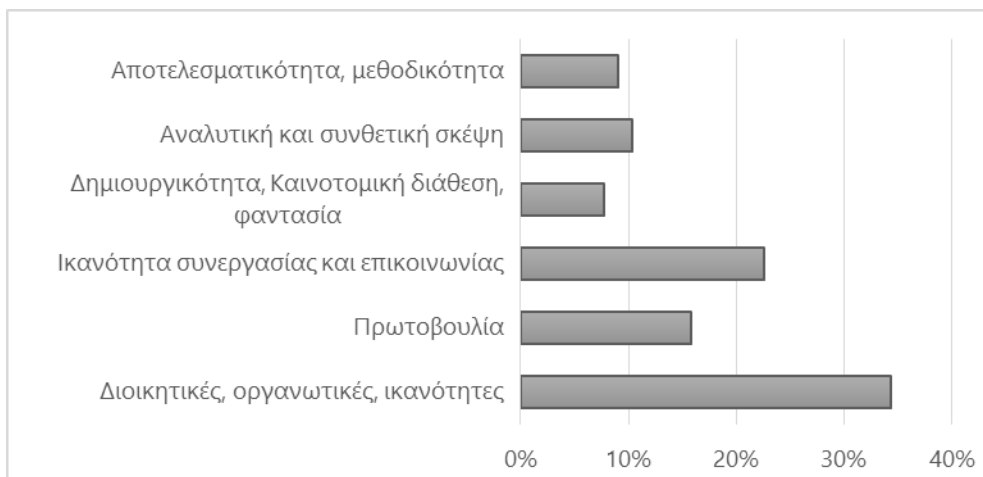
### **Το προφίλ του σύγχρονου Μηχανικού Μεταλλείων – Μεταλλουργού**

Η έρευνα για την επαγγελματική φυσιογνωμία του Διπλωματούχου Μηχανικού Μεταλλείων – Μεταλλουργού πραγματοποιήθηκε σε αποφοίτους της Σχολής Μ.Μ.Μ. της περιόδου 1995-2010. Πραγματοποιήθηκε μέσω τηλεφωνικών συνεντεύξεων με χρήση ερωτηματολογίου σε δείγμα 239 ατόμων (27,1% του υπό εξέταση πληθυσμού). Η έρευνα έγινε στο πλαίσιο διπλωματικής εργασίας του φοιτητή της Σχολής Μ.Μ.Μ., Ι. Κωνσταντινίδη, με Επιβλέποντα Καθηγητή το Δ. Δαμίγο, Αναπληρωτή Καθηγητή ΕΜΠ, σε συνεργασία με το Γραφείο Διασύνδεσης - Εξυπηρέτησης Φοιτητών & Νέων Αποφοίτων του Ε.Μ.Π., το οποίο παραχώρησε τα δεδομένα του δείγματος για την περίοδο 2002-2010 (128 ερωτηματολόγια).

Αναφορικά με τις σπουδές, αξίζει να αναφερθεί ότι η πλειονότητα του δείγματος (66,7%) δήλωσε ότι υπήρξε καθυστέρηση στην ολοκλήρωση των σπουδών, που οδηγεί σε μέσο όρο διάρκειας των σπουδών 6,1 έτη. Ενδιαφέρον είναι, επίσης, το γεγονός ότι πάνω από το 50% του δείγματος δήλωσε ότι διαθέτει μεταπτυχιακό (42,3%) ή διδακτορικό τίτλο σπουδών (10%). Ο σημαντικότερος λόγος πραγματοποίησης μεταπτυχιακών σπουδών, σύμφωνα με τις απαντήσεις, είναι η εκτίμηση ότι συνεισφέρουν θετικά στην επαγγελματική σταδιοδρομία.

Στους απόφοιτους Μ.Μ.Μ. του δείγματος τέθηκε ερώτηση κλειστού τύπου για το ποια χαρακτηριστικά, πλέον της επιστημονικής και τεχνικής κατάρτισης, θεωρούν ως τα πιο σημαντικά για την επαγγελματική τους εξέλιξη. Σύμφωνα με τις απαντήσεις που δόθηκαν, ως πρώτη και σημαντικότερη επιλογή για την επαγγελματική τους εξέλιξη δηλώνονται οι διοικητικές – οργανωτικές ικανότητες, ακολουθούμενες από την ικανότητα συνεργασίας και επικοινωνίας, την ανάπτυξη πρωτοβουλίας, την αναλυτική και συνθετική σκέψη, κλπ. (Διάγραμμα 1).

Κατά το διάστημα διεξαγωγής της έρευνας, το 88,3% του δείγματος δήλωσε ότι εργαζόταν, το 2,1% ότι ήταν ανενεργό και το 9,6% ότι ήταν άνεργο, και μάλιστα σε σημαντικό ποσοστό βρισκόταν σε κατάσταση μακροχρόνιας ανεργίας. Το ποσοστό ανεργίας είναι αρκετά υψηλότερο συγκριτικά με την έρευνα που πραγματοποιήθηκε το έτος 2007 (που ήταν 2,8%, όταν ο μέσος όρος ανεργίας όλων των ειδικοτήτων μηχανικών, την περίοδο εκείνη, ήταν 4,5%), αλλά είναι σημαντικά χαμηλότερο σε σχέση με τα ποσοστά ανεργίας του γενικού πληθυσμού.

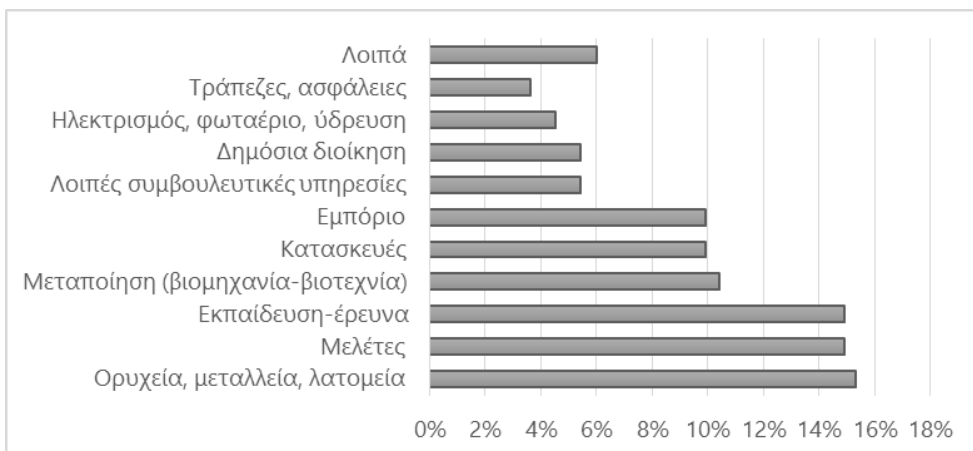


**Διάγραμμα 1.** Σημαντικά πρόσθετα χαρακτηριστικά, απαραίτητα, κατά τους ερωτώμενους, για την επαγγελματική εξέλιξη

Κατά τη διεξαγωγή του πρώτου σκέλους της έρευνας, που αφορά στους αποφοίτους της περιόδου 1995–2002, εντοπίστηκαν 17 Μ.Μ.Μ., οι οποίοι εργάζονται στο εξωτερικό (13 άνδρες και 4 γυναίκες). Συνυπολογίζοντας τον αριθμό αυτό στο δείγμα των Μ.Μ.Μ. της περιόδου 1995–2002 συμπεραίνεται ότι ένα ποσοστό 12,5% των Μ.Μ.Μ. του δείγματος της περιόδου αυτής απασχολείται στο εξωτερικό. Είναι σημαντικό, πάντως, να σημειωθεί ότι η απασχόληση στο εξωτερικό για τους αποφοίτους της Σχολής είναι μια από τις εναλλακτικές του επαγγέλματος πολλά χρόνια τώρα, πολύ πριν την εκδήλωση της κρίσης.

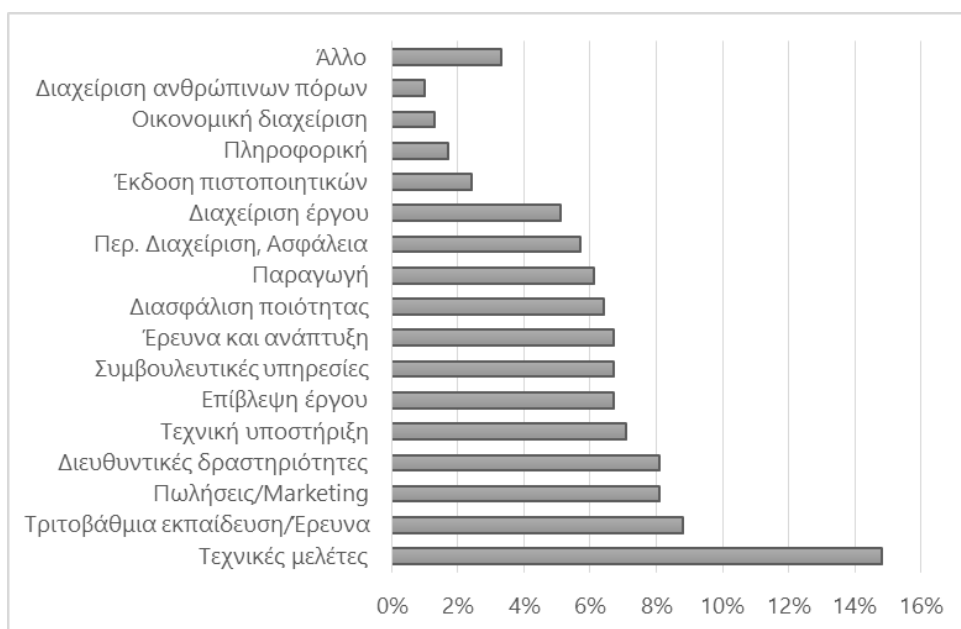
Από τους εργαζόμενους του δείγματος, μόνο το 1/4 περίπου δήλωσαν ότι η σημερινή τους απασχόληση είναι η πρώτη. Η πλειονότητα των εργαζομένων Μ.Μ.Μ. του δείγματος έχει απασχοληθεί και σε άλλες θέσεις εργασίας κατά το παρελθόν. Μεταξύ των εργαζομένων που έχουν εργασθεί κατά το παρελθόν σε άλλη δουλειά, το μέσο πλήθος προηγούμενων θέσεων εργασίας είναι 3.

Από τα στοιχεία προκύπτει ότι το 15,3% των Μ.Μ.Μ. του δείγματος κατά την περίοδο της έρευνας εργαζόταν σε επιχειρήσεις/ οργανισμούς του κλάδου των ορυχείων (μεταλλεία, λατομεία). Αντίστοιχα σημαντικά ποσοστά απασχόλησης εμφανίζονται στον κλάδο των μελετών, αλλά και στην έρευνα και την εκπαίδευση. Ακολουθούν η μεταποίηση, ο κλάδος των κατασκευών και το εμπόριο και σε μικρότερα ποσοστά σε άλλους τομείς (Διάγραμμα 2).



**Διάγραμμα 2.** Σημαντικότεροι κλάδοι απασχόλησης των αποφοίτων της Σχολής

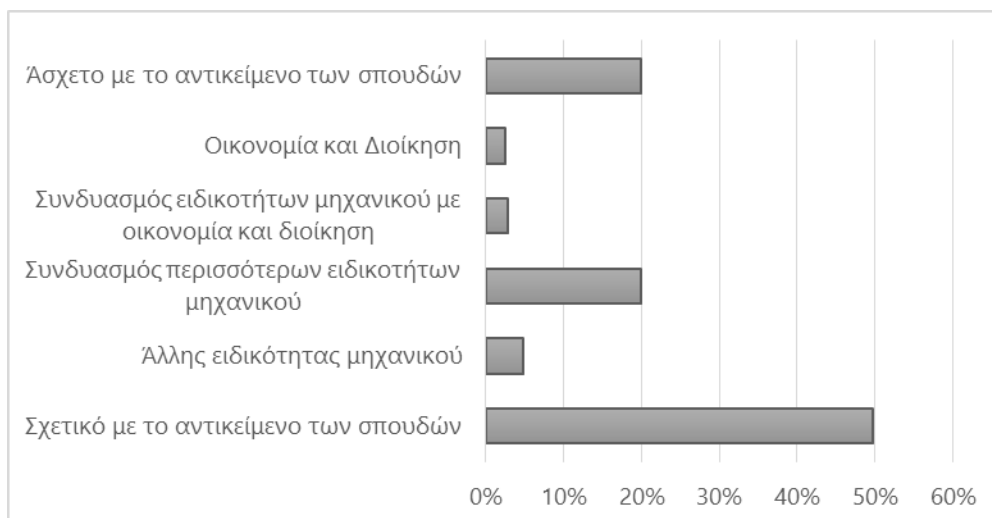
Όσον αφορά στον τομέα των αρμοδιοτήτων, διακρίνεται μια ισχυρή παρουσία αντικειμένων που αφορούν θέματα διαχείρισης και διοίκησης, πέραν του κλασικού ρόλου στην παραγωγή και την επίβλεψη έργου (Διάγραμμα 3).



**Διάγραμμα 3.** Σημαντικότεροι τομείς αρμοδιοτήτων

Αναφορικά με τη σχέση πεδίου απασχόλησής και βασικών σπουδών, είναι ενδιαφέρον το γεγονός ότι το 49,8% των εργαζομένων δήλωσαν πως απασχολούνται στο αντικείμενο της ειδικότητας του Μ.Μ.Μ. Ακόμη, το 19,9%

δηλώνει ότι το αντικείμενό τους είναι συναφές με περισσότερες της μιας ειδικότητες μηχανικού. Μόνο το 19,9% δήλωσαν ότι έχουν αντικείμενο μη σχετικό με το δίπλωμα του Μ.Μ.Μ. (Διάγραμμα 4).



**Διάγραμμα 4.** Σχέση πεδίου απασχόλησης και αντικειμένου σπουδών

Αισιόδοξο είναι, τέλος, το γεγονός ότι το 65,6%, παρά τις δυσκολίες της εποχής, εκτιμά ότι στην απασχόληση του υπάρχουν θετικές προοπτικές επαγγελματικής εξέλιξης.

#### **Αντιμετωπίζοντας τις προκλήσεις και χαράζοντας τις προοπτικές της Σχολής**

Η καταγραφή και ανάλυση της πορείας και των προοπτικών των αντικειμένων που θεραπεύονται από τη Σχολή, τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς, πραγματοποιήθηκε μέσα από μια συστηματική και κοπιώδη προσπάθεια της Επιτροπής Προγράμματος Σπουδών, υπεύθυνη και για τη χάραξη της στρατηγικής της Σχολής, η οποία αποτελείται από τους Δ. Καλιαμπάκο, Καθηγητή (Υπεύθυνος), Δ. Πάνια, Καθηγητή, Θ. Ροντογιάννη, Καθηγήτρια, Γ. Φούρλαρη, Καθηγητή, Δ. Δαμίγο, Αναπληρωτή Καθηγητή, Π. Νομικό, Αναπληρωτή Καθηγητή, Ε. Ρεμουντάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Κ. Λουπασάκη, Επίκουρο Καθηγητή, Σ. Παπαευθυμίου, Επίκουρο Καθηγητή, Δ. Λαμπράκη, μέλος ΕΔΙΠ και Ειρ. Χριστοδούλου, μέλος ΕΤΕΠ. Τα αναλυτικά στοιχεία της δουλειάς της Επιτροπής παρουσιάζονται σε προηγούμενες ενότητες του παρόντος τόμου. Ακολούθως, αναφέρονται τα πρώτα συμπεράσματα των συζητήσεων της Επιτροπής, ως υλικό προβληματισμού. Βασική

επιθυμία όλων είναι η συζήτηση να αγκαλιάσει όλο τον κλάδο, αρχής γενομένης από τους φοιτητές και αυριανούς αποφοίτους της Σχολής, που τους αφορά άμεσα.

Ξεκινώντας τη συζήτηση αναφορικά με τις προκλήσεις και τις προοπτικές για το μέλλον της Σχολής, θα πρέπει να αναφερθούν ορισμένες γενικές διαπιστώσεις. Καταρχάς, οι προκλήσεις για το μέλλον δεν αφορούν μόνο τη Σχολή Μ.Μ.Μ. Αφορούν συνολικά την εκπαίδευση των Μηχανικών. Η συζήτηση αυτή έχει ανοίξει σε διεθνές επίπεδο. Ο κόσμος μετασχηματίζεται με ταχείς ρυθμούς, διαμορφώνοντας ένα περιβάλλον με έντονα τα χαρακτηριστικά της μεταβλητότητας, της αβεβαιότητας, της πολυπλοκότητας και της ασάφειας (volatility, uncertainty, complexity, ambiguity). Πώς μπορεί το Πανεπιστήμιο, λοιπόν, να εκπαιδεύσει ένα μηχανικό, ο οποίος στα χρόνια της επαγγελματικής του καριέρας, θα βιώσει αλλαγές πιθανώς πέρα από αυτές που μπορούμε σήμερα να φανταστούμε; Πώς μπορεί να «του μεταδώσει τη γνώση», όταν αυτή θα ανανεώνεται με ταχύτατους ρυθμούς;

Κάποιες σκέψεις πάνω σε αυτό ίσως βοηθούν στη διαμόρφωση μιας κατεύθυνσης.

Πρώτον, ανεξάρτητα από το πόσο διαφορετικό θα είναι το επάγγελμα του μηχανικού στο μέλλον και ποια θα είναι τα προβλήματα τα οποία θα κληθούν οι σημερινοί απόφοιτοι να επιλύσουν, γνωρίζουμε πως, στον πυρήνα του, το ερώτημα «τι είναι ένας μηχανικός;», δεν πρόκειται να αλλάξει. Ο μηχανικός, είναι αυτός που καλείται να δώσει λύση σε ένα, κατά βάση, κοινωνικό πρόβλημα που ανάγεται σε τεχνικό πρόβλημα. Για το λόγο αυτό, ορίζει το πρόβλημα στον κώδικα της τεχνολογίας, αναλύει τις πλευρές του, συνθέτει και αξιολογεί τις εναλλακτικές λύσεις και, τελικά, επιλέγει και υλοποιεί τη βέλτιστη, λαμβάνοντας υπόψη ένα πλαίσιο αξιολόγησης και κάποιους περιορισμούς. Υπό το πρίσμα αυτό, η γνώση στην Επιστήμη του Μηχανικού που συμβάλλει σε αυτά τα βασικά χαρακτηριστικά θα πρέπει να διατηρηθεί και να ενισχυθεί.

Δεύτερον, αν και ο «πυρήνας» της δουλειάς του μηχανικού δεν φαίνεται να διαφοροποιείται, εντούτοις θα υπάρξουν μεγάλες αλλαγές τόσο στο πλαίσιο όσο και στα χαρακτηριστικά της δουλειάς του μηχανικού. Πιο συγκεκριμένα, α) αλλάζουν δραματικά τα διαθέσιμα «εργαλεία» για την επίλυση των προβλημάτων, β) αλλάζει το πλαίσιο αξιολόγησης, με την πρόσθεση περιβαλλοντικών, κοινωνικών ακόμη και ηθικών κριτηρίων και γ) αλλάζει το πεδίο επίλυσης, μετατρέποντας το διεθνή στίβο, ως το κατεξοχήν πεδίο υλοποίησης. Ο αυριανός μηχανικός θα έχει στη διάθεσή του υπολογιστικά και όχι μόνο εργαλεία, που θα προσφέρουν νέες δυνατότητες στο επάγγελμά του, όπως για παράδειγμα η χρήση ρομποτικών συστημάτων για την υλοποίηση πλήθους εργασιών. Παράλληλα, η πολυπλοκότητα των προβλημάτων που καθιστά ολοένα και περισσότερο απαραίτητη τη

συνεργασία επιστημόνων διαφορετικών ειδικοτήτων, σε συνδυασμό με κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες, καλούν τον αυριανό μηχανικό να λειτουργήσει σε ένα διεπιστημονικό και συχνά διαπολιτισμικό περιβάλλον. Οι εξαιρετικές ικανότητες επικοινωνίας και συνεργασίας, η ανάπτυξη διαπροσωπικών σχέσεων, η κατανόηση της «γλώσσας» άλλων επιστημόνων αλλά και του κοινού, οι ικανότητες διοίκησης ομάδων, η ικανότητα διαπραγμάτευσης και πολλά άλλα, που αποτελούν, σήμερα, σημαντικά προσόντα για ένα μηχανικό, θα καταστούν απολύτως απαραίτητα εφόδια στο εγγύς μέλλον.

Τρίτον, αν και οι διάφοροι επιστημονικοί και τεχνολογικοί κλάδοι θα συνεχίζουν να εξελίσσονται, οι μεγάλες τομές, στο μέλλον, θα πραγματοποιηθούν στις διεπιφάνειες των επιστημονικών κλάδων. Επίσης, φαίνεται ότι τέσσερις μεγάλες, σε εξέλιξη, τεχνολογικές επαναστάσεις (Nano-Bio-Info-Cogno), οι οποίες μάλιστα τείνουν να συγκλίνουν, διαμορφώνοντας τις προϋποθέσεις μιας μεγατεχνολογικής επανάστασης, θα διαπεράσουν οριζόντια, όλους τους επιστημονικούς κλάδους. Υπάρχουν σήμερα απτά παραδείγματα προς επίρρωση της συγκεκριμένης άποψης. Η Σχολή έχει κάνει ήδη σημαντικά βήματα προετοιμασίας, τουλάχιστον στους τρεις από τους τέσσερις τομείς των τεχνολογιών αυτών. Σε όλες τις κατευθύνσεις της Σχολής, ο τομέας της Πληροφορικής έχει έντονη παρουσία. Ήμασταν δε από τους πρώτους που την ενσωματώσαμε στο περιεχόμενο των σπουδών μας. Είναι μάλλον λιγότερο γνωστό, ότι εξαιτίας αυτής της στενής σχέσης κάποιες από τις ιστορικές μεταλλευτικές σχολές, μετεξελίχθηκαν προς την κατεύθυνση της Πληροφορικής, όπως αρκετές από τις Grand Écoles des Mines. Στο πλαίσιο αυτό, το Σύμφωνο Συνεργασίας της Σχολής με την εξαιρετικά ισχυρή Ένωση των γαλλικών Σχολών Μεταλλευτικής και Πληροφορικής, έχει εξαιρετική σημασία. Επίσης, εδώ και πολλά χρόνια η Σχολή έχει αναπτύξει εκτενή ερευνητική δραστηριότητα σε θέματα Βιοτεχνολογίας, τόσο σε εφαρμογές Περιβαλλοντικής Μηχανικής όσο και Μεταλλουργίας. Τέλος, δέκα χρόνια πριν, η Σχολή έκανε μια κίνηση στρατηγικής σημασίας. Πραγματοποίησε μια μεγάλη επένδυση στη Νανοτεχνολογία με τη δημιουργία του «Κέντρου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας». Αυτή η κίνηση έχει αναδείξει τη Σχολή σε κομβικό κέντρο Νανοτεχνολογίας στο Ε.Μ.Π., και στην Ελλάδα γενικότερα. Επομένως, η Σχολή είναι σε θέση να ανέβει ψηλότερα ιππεύοντας τα κύματα των μεγάλων επαναστάσεων του καιρού μας. Αρκεί έγκαιρα να βαθύνει την ουσιαστική και οργανική σχέση της με αυτά.

Λαμβάνοντας υπόψη το γενικότερο πλαίσιο που διαμορφώνεται για το μέλλον της Επιστήμης του Μηχανικού και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των τομέων δραστηριότητας της Σχολής, η Επιτροπή Προγράμματος Σπουδών καταλήγει σε ορισμένες, πρώτες, διαπιστώσεις με στόχο να τροφοδοτήσει

τη συζήτηση που ανοίγει για τη μελλοντική φυσιογνωμία και, κατ' επέκταση, για το Πρόγραμμα Σπουδών της Σχολής.

Κατ' αρχάς, είναι κοινή μας πεποίθηση ότι η Σχολή σπατάλησε δυνάμεις, έχασε πολύ και πολύτιμο χρόνο κατά το παρελθόν, σε άσκοπες προσπάθειες «περιχαράκωσης» αντικειμένων. Η ισότιμη ανάπτυξη των κατευθύνσεων είναι, προφανώς, προϋπόθεση για την ισόρροπη ανάπτυξη της Σχολής σε όλο το εύρος του πεδίου της. Όμως, τόσο η ανάλυση για το παρόν και το μέλλον των πεδίων απασχόλησης των Μ.Μ.Μ., όσο και οι εκτιμήσεις για τις εξελίξεις στην επιστήμη και στην τεχνολογία, συγκλίνουν σε μια κοινή κατεύθυνση: απαιτείται μεγαλύτερη ώσμωση μεταξύ των πέντε κατευθύνσεων του προγράμματος σπουδών της Σχολής. Η δύναμή μας βρίσκεται στη συνέργεια, στην κυκλοφορία των καινοτόμων ιδεών σπάζοντας τα σύνορα μεταξύ των τομέων, στην από κοινού οικοδόμηση μιας ενιαίας ελκυστικής και αποτελεσματικής ταυτότητας.

Τα κεντρικά θέματα που φαίνεται α) να αναδεικνύονται ως κεντρικές προκλήσεις του κλάδου και β) να απαιτούν κοινή δράση μεταξύ των τομέων και των κατευθύνσεων είναι τα ακόλουθα.

### *Ενέργεια*

Είναι ίσως το επιστημονικό εκείνο πεδίο που διαπερνά με τον πιο έντονο τρόπο όλες τις κατευθύνσεις της Σχολής και απαιτεί την εκ των ων ουκ άνευ μεταξύ τους συνεργασία. Μέχρι το 2035 εκτιμάται ότι η ενεργειακή ζήτηση θα αυξηθεί, σε παγκόσμιο επίπεδο, κατά 30%, φτάνοντας σε πρωτοφανή επίπεδα. Ενδιαφέρον είναι, επίσης, το γεγονός ότι, παρά τη διακηρυγμένη πολιτική για απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, το 2035 πάνω από το 75% της πρωτογενούς παραγωγής ενέργειας θα εξακολουθήσει να προέρχεται από τα έγκατα της γης: πετρέλαιο, φυσικό αέριο, άνθρακας/λιγνίτης. Αλλά και η αύξηση του ποσοστού των ΑΠΕ σημαίνει ενίσχυση των πεδίων που δραστηριοποιείται η Σχολή είτε άμεσα (π.χ. γεωθερμία υψηλής, μέσης αλλά και χαμηλής ενθαλπίας, υδροηλεκτρικά φράγματα) είτε έμμεσα (μέταλλα για τα φωτοβολταϊκά, τις ανεμογεννήτριες κλπ.). Ακόμη, η αναγκαία εξοικονόμηση ενέργειας απαιτεί από τη μεταλλουργική βιομηχανία, μια από τις πιο ενεργοβόρες βιομηχανίες, μεγάλες τομές και επανασχεδιασμό των διαδικασιών στην κατεύθυνση της αύξησης της ενεργειακής απόδοσης. Στον τομέα των υλικών, επίσης, τα θερμομονωτικά υλικά για τον κτιριακό τομέα, τα ελαφρύτερα υλικά με στόχο τη μείωση του κόστους μεταφοράς, κλπ. έχουν μεγάλη συμβολή στην αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας. Η Σχολή ήταν ανέκαθεν η Σχολή του «πρώτου κρίκου», τόσο ως προς τις πρώτες ύλες όσο και ως προς την ενέργεια. Αυτό το δεύτερο χαρακτηριστικό πρέπει συστηματικά να ενισχυθεί, αξιοποιώντας και το γεγονός της αναθέρμανσης του ενδιαφέροντος για την εκμετάλλευση των

ελληνικών υδρογονανθράκων, μάλιστα ως μιας από τις λίγες βάσιμες αναπτυξιακές στρατηγικές που εμφανίζονται στη Χώρα σήμερα.

### *Κυκλική Οικονομία*

Οι απαιτήσεις για ελαχιστοποίηση των αποβλήτων ήδη από το στάδιο της εξόρυξης, η αυστηροποίηση της περιβαλλοντικής νομοθεσίας αναφορικά με τη διαχείριση των αποβλήτων, οι αυξήσεις των τιμών των πρώτων υλών, είναι διαφορετικές όψεις του ίδιου ζητήματος: της πίεσης για αποδοτικότερη χρήση των μη ανανεώσιμων πρώτων υλών και της ενέργειας. Οι διαφαινόμενες λύσεις στην κατεύθυνση αυτή έχουν ως κοινό παρονομαστή τη μετάβαση από τη «γραμμική» στην «κυκλική» οικονομία. Όλες οι κατευθύνσεις και οι τομείς της Σχολής μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο σε αυτό. Για παράδειγμα, σύμφωνα με εκτιμήσεις, στους ΧΥΤΑ/ΧΑΔΑ βρίσκονται θαμμένοι σε ανά τον κόσμο πάνω από 300 εκατ. τόνοι χαλκού. Μόνο, στις ΗΠΑ εκτιμάται ότι υπάρχουν περισσότεροι από 400 εκατ. τόνοι σκραπ χάλυβα. Στη Σουηδία, έχει εκτιμηθεί ότι οι ποσότητες των αποβλήτων που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας και βρίσκονται σε χώρους ταφής, είναι ικανές να καλύψουν τις ανάγκες θέρμανσης της χώρας για 10 χρόνια. Αυτοί οι πόροι πρέπει να εξορυχθούν, να διαχωριστούν με κλασικές μεθόδους εμπλουτισμού και, ακολούθως, να αξιοποιηθούν, είτε για ανακύκλωση είτε για παραγωγή ενέργειας με μεταλλουργικές μεθόδους, μέσα από μια διαδικασία που είναι γνωστή ως εξόρυξη αποβλήτων (Landfill mining). Αλλά «κυκλική οικονομία» σημαίνει κατά βάση ανακύκλωση. Έτσι, οι προοπτικές εξέλιξης για τη δευτερογενή μεταλλουργία είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Αρκεί να αναφερθεί, ως παράδειγμα, ότι το 1970, η παγκόσμια ζήτηση για χαλκό ανήλθε σε 8 εκατ. tn, εκ των οποίων 3 εκατ. tn προήλθαν από ανακύκλωση. Το 2008, η ζήτηση είχε αυξηθεί σε 24 εκατ. tn, εκ των οποίων 8 εκατ. tn προήλθαν από ανακύκλωση (αύξηση περίπου 170%). Εκτιμάται δε ότι στην Ε.Ε. θα υπάρξουν περισσότερες από 170.000 άμεσες θέσεις εργασίας, μέχρι το 2035, μέσω των μέτρων για τη μετάβαση στην κυκλική οικονομία. Και, φυσικά, οι προκλήσεις δεν τελειώνουν εδώ, καθώς η Σχολή μπορεί και πρέπει να έχει ρόλο στα συστήματα ανακύκλωσης ηλεκτρονικών υπολογιστών, οικιακών συσκευών στο τέλος ζωής τους, κλπ.

### *Περιβάλλον και Κοινωνική Αποδοχή του Κλάδου*

Η Ευρωπαϊκή οικο-βιομηχανία αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους βιομηχανικούς τομείς στην Ευρώπη. Μεταξύ 2000-2013, η Ευρωπαϊκή οικο-βιομηχανία αναπτυσσόταν σταθερά, με μέσο όρο 7%. Το 2014, ο συνολικός τζίρος της ανήλθε στο ποσό των 337 δισ. ευρώ και η άμεση απασχόληση σε περισσότερα από 4,2 εκατ. εργαζόμενους. Η άμεση απασχόληση, μάλιστα, παρουσιάζει

αυξητικούς ρυθμούς και έχει ξεπεράσει ήδη την απασχόληση σε άλλους μεγάλους βιομηχανικούς κλάδους όπως η αυτοκινητοβιομηχανία και η χημική βιομηχανία. Η βαρύτητα της περιβαλλοντικής βιομηχανίας αποτυπώνεται ανάγλυφα και σε όρους Ακαθάριστης Προστιθέμενης Αξίας (ΑΠΑ). Οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την προστασία του περιβάλλοντος παρουσίασαν αύξηση από 102 δισ. ευρώ, το 2000, σε 165 δισ. ευρώ, το 2014. Οι προοπτικές ανάπτυξης του τομέα είναι τέτοιες που από μόνες τους θα αιτιολογούσαν την ανάγκη επικέντρωσης της Σχολής στα ζητήματα αυτά. Η αναγκαιότητα, όμως, πηγάζει – αν όχι επιβάλλεται – και από μια άλλη παράμετρο: ο κλάδος των ΟΠΥ πρέπει να επανακαθορίσει τις σχέσεις του με την κοινωνία, ειδικά σε τοπικό επίπεδο, να ξανακερδίσει το χαμένο έδαφος στην κοινωνική συνείδηση. Η εξορυκτική δραστηριότητα είναι μια βαριά βιομηχανική δραστηριότητα που έχει σημαντικό και σύνθετο κοινωνικοοικονομικό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Κάθε άλλο παρά τυχαίο είναι, λοιπόν, το γεγονός ότι θέματα όπως η κοινωνική άδεια λειτουργίας, οι επιπτώσεις της εξορυκτικής δραστηριότητας στις υπηρεσίες που παρέχουν τα οικοσυστήματα, κ.λπ., βρίσκονται σε υψηλή προτεραιότητα στην ατζέντα της συζήτησης σε διεθνές επίπεδο. Ακόμη και στενά οικονομικά να το δει κανείς, η αναγκαιότητα αυτή επιβεβαιώνεται: μια μελέτη των Πανεπιστημίων Harvard και Queensland, το 2014, υπολόγισε ότι οι μεγάλες μεταλλευτικές επενδύσεις, της τάξης των 3-5 δισ. δολαρίων, υφίστανται ζημιές μέχρι και 20 εκατ. δολάρια για κάθε εβδομάδα καθυστέρησης. Ακόμη και στο στάδιο της προκαταρκτικής μεταλλευτικής έρευνας τα κόστη δεν είναι αμελητέα, αφού κυμαίνονται μεταξύ 10.000-50.000 δολαρίων ανά ημέρα. Ολοένα και περισσότερο γίνεται αντιληπτό ότι η συστηματική, έμπρακτη και ειλικρινής προσπάθεια για την ελαχιστοποίηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και την ανάκτηση της κοινωνικής εμπιστοσύνης αποτελεί το μοναδικό, βιώσιμο και αποτελεσματικό δρόμο για τον κλάδο. Η επιστημονική και τεχνολογική επίλυση των σχετικών προβλημάτων, όπως και η εκπαίδευση υψηλού επιπέδου μηχανικών, ικανών και πρόθυμων να πρωτοστατήσουν σε μια τέτοια προσπάθεια, είναι το κομμάτι των ευθυνών που μας αναλογεί, και η Σχολή πρέπει με προθυμία και σπουδή να το αναλάβει.

### **Αντί επιλόγου**

Σε ένα κόσμο που αλλάζει με ραγδαίους ρυθμούς, η έγκαιρη προσαρμογή στις συνθήκες είναι όρος επιβίωσης. Η Σχολή Μ.Μ.Μ., όπως και το Ε.Μ.Π., έχοντας από τις καταβολές της ισχυρούς δεσμούς με την παραγωγή και την κοινωνία γενικότερα, είναι εξοικειωμένη με αυτό. Οι αλλαγές, όμως, σήμερα, συμβαίνουν ταχύτερα από κάθε άλλη φορά. Κάποιες από αυτές είναι επιφανειακές και θα ξεπεραστούν γρήγορα από τις εξελίξεις. Κάποιες άλλες θα προκαλέσουν βαθύτατες

τεχνολογικές, ακόμη και κοινωνικές μεταβολές. Η Σχολή, με συλλογική προσπάθεια, θα προσπαθήσει να «διαβάσει» καλά το έδαφος και να χαράξει τα επόμενα βήματά της. Κριτήριά της σε αυτό δεν πρέπει να είναι μόνο η επαγγελματική αποκατάσταση των αποφοίτων της, αλλά, πρωτίστως, το κοινωνικό της καθήκον, η συμβολή της στην ευημερία του τόπου.

Σε δύσκολους καιρούς, ίσως το σημαντικότερο πρόβλημα δεν είναι η ορθή επιλογή του καλύτερου δρόμου σε ένα δύσκολα προβλέψιμο μέλλον, αλλά η ηττημένη διάθεση για αλλαγές, η εξάντληση των ηθικών «αποθεμάτων» για μια επανεκκίνηση. Αλλά, αντλώντας δύναμη από την Ιστορία της Σχολής, καθώς και από τους ανθρώπους του κλάδου, μπορούμε να κοιτάξουμε με αισιοδοξία το μέλλον και να χαράξουμε το δικό μας δρόμο. Και, σίγουρα, είναι χρήσιμο να θυμόμαστε το σύνθημα του κλάδου: «Τίποτε δεν είναι ακατόρθωτο!».



