

ΤΟ ΝΕΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ: ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΖΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΗΣ 4ΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗΣ

Δημήτρης Καλιαμπάκος¹

¹Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, ΕΜΠ
e-mail: dkal@central.ntua.gr

Περίληψη

Οι βάσεις για τις αλλαγές στο πρόγραμμα προπτυχιακών σπουδών (Π.Π.Σ.) της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών (ΣΜΜΜ) τέθηκαν μετά από τη συστηματική καταγραφή και ανάλυση των επιπτώσεων της εν εξελίξει 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης (Β.Ε.), τόσο στον κλάδο όσο και στα αντίστοιχα γνωστικά αντικείμενα που θεραπεύονται από τη Σχολή. Έχει διαπιστωθεί ότι είναι τέτοια η ταχύτητα των αλλαγών, στο πλαίσιο της 4^η Β.Ε., ώστε οι μόνοι που μπορούν να τις παρακολουθήσουν επαρκώς είναι όσοι τις συνδιαμορφώνουν. Ακόμη, ότι το κοινωνικό αποτύπωμά της δεν είναι *a priori* θετικό. Παράλληλα, καταγράφηκαν οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει, σε διεθνές επίπεδο, η εκπαίδευση των Μηχανικών, καθώς ο κόσμος μετασχηματίζεται με ταχείς ρυθμούς, διαμορφώνοντας ένα περιβάλλον με έντονα τα χαρακτηριστικά της μεταβλητότητας, της αβεβαιότητας, της πολυπλοκότητας και της ασάφειας (Kamp 2016).

Η παρούσα εργασία εστιάζει τόσο στο περιεχόμενο των ευρύτατης κλίμακας και βάθους αλλαγών (πάνω από το 60% των μαθημάτων, αποτελούν πλέον νέα μαθήματα ή ριζικά αναδιαμορφωμένα μαθήματα) στο νέο Π.Π.Σ. όσο και στη διαδικασία που ακολουθήθηκε για την ωρίμανση και τελικά την γενική αποδοχή και στήριξή του. Και τα δύο στοιχεία έχουν ευρύτερη σημασία, μιας που, παρά την καθολική συμφωνία με την αρχή ότι ο εκσυγχρονισμός των προγραμμάτων σπουδών είναι όρος εκ των ων ουκ άνευ για κάθε τριτοβάθμιο ίδρυμα, και ιδιαίτερα ένα πολυτεχνείο, στη πράξη το δυναμικό ανανέωσης και στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο είναι ιδιαίτερα χαμηλό ή/και αναλώνεται σε λάθος διλήμματα ή με λάθος τρόπους.

Λέξεις-Κλειδιά: Εκσυγχρονισμός προγραμμάτων σπουδών μηχανικών, 4η Βιομηχανική Επανάσταση, Ορυκτές Πρώτες Ύλες, Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Abstract

The foundations for the changes in the undergraduate curriculum (U.C.) of the School of Mining and Metallurgical Engineering (SMMM) were laid after the systematic analysis of the impact of the ongoing 4th Industrial Revolution (I.R.) both on the sector and on the respective subjects treated by the School. It has been established that the speed of change is such that only those who co-create 4th I.R. can effectively follow it. Moreover, that the social footprint of it is not *a priori* positive. At the same time, the challenges, that the education of engineers is facing at an international level were recorded, as the world is rapidly transforming, creating an environment with strong characteristics of variability, uncertainty, complexity and ambiguity.

The paper focuses both on the content of the wide scale and depth of the changes (over 60% of the courses are new or radically changed) in the new U.C. and the process followed for its maturation in order to gain general acceptance and support. Both elements are of broader significance, since despite universal agreement with the principle that modernization of curricula is a prerequisite for

any higher education institution, and especially a technical university, in practice the renewal potential at the National Technical University of Athens is very low and/or is consumed in the wrong dilemmas or in the wrong ways.

Keywords: Modernization of engineering curricula, 4th Industrial Revolution, Mineral Resources, Higher Education, National Technical University of Athens.

1. Εισαγωγή

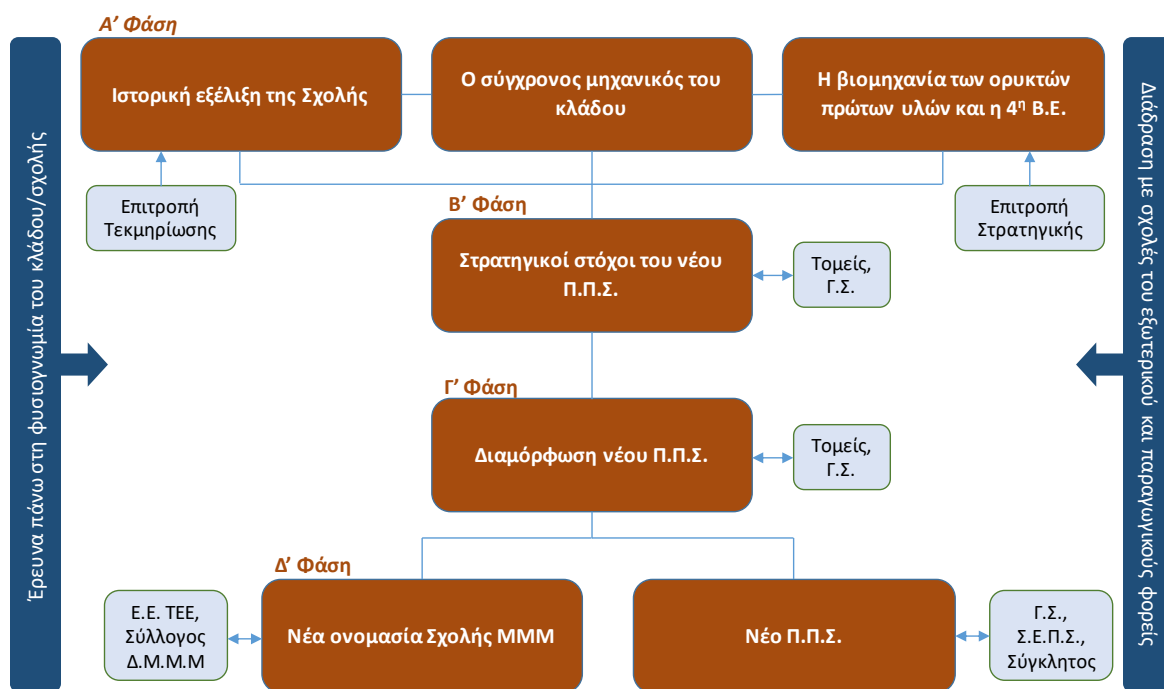
Μετά από μια σχεδόν εικοσαετία ακινησίας ή μικρών ετησίων αλλαγών/ βελτιώσεων επί του προηγούμενου προγράμματος σπουδών η ΣΜΜΜ αποφάσισε να ακολουθήσει μια συντεταγμένη πορεία προς ένα νέο πρόγραμμα σπουδών που να ανταποκρίνεται στις προκλήσεις της σύγχρονης εποχής.

Σημειωτέον, το προηγούμενο πρόγραμμα σπουδών υπήρξε, επίσης, μια σημαντική τομή στην πορεία της Σχολής. Σε αυτό ιδρύθηκαν οι τρεις νέες κατευθύνσεις της Σχολής (Γεωτεχνολογίας, Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών και Περιβαλλοντικής Μηχανικής και Γεωπεριβάλλοντος) δίπλα στις παραδοσιακές κατευθύνσεις της Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και των Μεταλλουργικών Διεργασιών, κεφαλαιοποιώντας αλλαγές που ήδη είχαν κατακτήσει στην πράξη οι απόφοιτοι της Σχολής σε συναφείς παραγωγικούς κλάδους. Η προσπάθεια αυτή δεν ήταν ούτε απλή, ούτε ανώδυνη, τόσο στο εσωτερικό της Σχολής όσο και σε σχέση με τους άλλους κλάδους των μηχανικών (π.χ. στο ΤΕΕ). Για παράδειγμα, η διαδικασία αποτύπωσης του νέου προφίλ της Σχολής σε ΦΕΚ (ΦΕΚ 187/τ.Α/5-11-2018) χρειάστηκε σκληρούς αγώνες και, επίσης, περίπου μια εικοσαετία. Απέδειξε, όμως, ότι η Σχολή και ο κλάδος γενικότερα έχει καλά αντανakλαστικά ανανέωσης και προσαρμογής στις εξελίξεις, συσπείρωσης και μαχητικότητας, που απορρέουν και από το γεγονός ότι αποτελεί μια μικρή σε μέγεθος ειδικότητα που πρέπει συνεχώς να δίνει μάχες για την αναγνώριση του ρόλου και των δικαιωμάτων της. Από την άλλη πλευρά, η πολύχρονη αυτή μάχη εξαντλούσε τις δυνάμεις της Σχολής, έτσι ώστε και μόνο η σκέψη του δρόμου που έπρεπε να διανυθεί για ένα νέο πρόγραμμα σπουδών, αλλά και τις συγκρούσεις που αυτό αναπόδραστα επιφέρει, να οδηγεί σε μια ακούσια αναβλητικότητα. Όμως, οι εξελίξεις σε όλους τους τομείς, στην επιστήμη, στην τεχνολογία, στις κοινωνικές ανάγκες, στην παραγωγή, υπήρξαν στο διάστημα αυτό ταχύτατες και η ανάγκη για ανανέωση του προγράμματος ήταν πλέον προφανής. Η προσπάθεια έπρεπε να ξαναγίνει, από την αρχή. Για να πετάξουμε από πάνω μας τη σκουριά της σχετικής ακινησίας ή της τυποποιημένης απάντησης σε λίγο πολύ γνωστά ερωτήματα και διλήμματα έπρεπε να σχεδιαστεί μια διαδρομή η οποία θα αποκάλυπτε τα πραγματικά και δύσκολα ερωτήματα του καιρού μας και τις αθέατες πολλές φορές δυνατότητες και αδυναμίες μας. Έπρεπε να σχεδιαστεί ένας δρόμος αυτογνωσίας με το βλέμμα στραμμένο στο σήμερα και, κυρίως, στο αύριο.

2. Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε δίνεται σχηματικά στο Διάγραμμα 1.

Σε αυτήν διακρίνονται οι τέσσερις κύριες φάσεις διαμόρφωσης του νέου προγράμματος σπουδών, αλλά και δύο παράλληλες διαδικασίες, οι οποίες «έτρεχαν» (και συνεχίζουν να «τρέχουν», μιας που η διαδικασία αυτή δεν σταματά) καθόλο το χρόνο διαμόρφωσης του νέου προγράμματος σπουδών, τροφοδοτώντας την με φρέσκιες ιδέες.



Διάγραμμα 1. Μεθοδολογία διαμόρφωσης του νέου Π.Π.Σ. της Σχολής Μ.Μ.Μ.

Οι τέσσερις φάσεις διαμόρφωσης του νέου προγράμματος της Σχολής διακρίνονται ως εξής:

Η Α' Φάση συνιστά στο απαραίτητο υπόβαθρο, επί του οποίου τοποθετούνται και επιλύονται τα βασικά ερωτήματα ενός νέου προγράμματος σπουδών. Αποτελεί την πιο ουσιαστική πλευρά της διαδικασίας αλλά και τον λόγο που συνήθως αποτυγχάνουν οι απόπειρες ανανέωσης των προγραμμάτων σπουδών, μιας που συχνά αντιμετωπίζεται με προχειρότητα ή επιφανειακά, «βιαστικά» ώστε να προχωρήσουμε «επί του πρακτέου». Έτσι, όμως, αφήνουμε την πραγματικότητα «εκτός», και σχεδιάζουμε με αυτοαναφορικό και προδήλως αναποτελεσματικό τρόπο.

Η Β' Φάση αφορά στον καθορισμό των στρατηγικών στόχων του προγράμματος σπουδών. Με ποια κριτήρια κρίνουμε την βελτίωση του προγράμματος σπουδών; Τι επιδιώκουμε; Συχνά, τα ερωτήματα αυτά αντιμετωπίζονται, λαθεμένα, με στερεοτυπικό τρόπο, λες και οι «μεγάλοι στόχοι» είτε είναι προφανείς και αναλλοίωτοι, είτε είναι συμβατοί με κάθε συγκεκριμένη «επίλυση».

Η Γ' Φάση αφορά στη συγκεκριμένη ανάπτυξη του νέου προγράμματος σπουδών. Στη Σχολή ΜΜΜ αποδείχτηκε καθοριστική η ύπαρξη ενός πρώτου βήματος, της «περιβάλλουσας» των αποδεκτών λύσεων. Η «περιβάλλουσα» αυτή (συνολικός αριθμός μαθημάτων, γενική διάρθρωση μαθημάτων κορμού-κατευθύνσεων-δεξαμενής, κλπ.) αποδείχθηκε πολύτιμη στη συγκράτηση της διαδικασίας στις «ράγες», όταν φθάναμε σε θέματα μικρότερης, ίσως, σημασίας αλλά υψηλής τριβής, όπως, για παράδειγμα, η αιτιολογημένη αλλαγή ή και κατάργηση ενός μαθήματος ώστε να δοθεί χώρος και το απαραίτητο οξυγόνο στα αναδυόμενα πεδία.

Η Δ' Φάση μοιάζει απλούστερη (ενώ στην πράξη συχνά δεν είναι), αφού συνιστά την αποδοχή μια νέας πρότασης προγράμματος σπουδών από το εξωτερικό περιβάλλον, είτε

αυτό αφορά στις άλλες Σχολές του ΕΜΠ με τις οποίες υπάρχουν επικαλύψεις αντικειμένων είτε το χώρο των μηχανικών και το ΤΕΕ.

Στο παρόν άρθρο δίνεται έμφαση στην ανάλυση αυτών των φάσεων και στα συμπεράσματα που προκύπτουν με γενικότερο ενδιαφέρον. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί η πολλαπλώς ευεργετική επίδραση που είχαν στη διαμόρφωση του προγράμματος σπουδών οι δύο παράλληλες δράσεις της Σχολής:

Η πρώτη αφορά στη συστηματική έρευνα πάνω στην ιστορία και τη φυσιογνωμία της Σχολής και ευρύτερα του κλάδου που υπηρετεί. Χαρακτηριστικά θέματα που οδήγησαν σε εξαιρετικές εκδηλώσεις, αλλά και σχετικές εκδόσεις της Σχολής (Σχολή MMM 2017, Σχολή MMM 2019α, Σχολή MMM 2019β, Σχολή MMM 2020α), υπήρξαν τα 70χρονα της Σχολής, η αναζήτηση της ταυτότητας των μεταλλωρύχων μέσα από την τέχνη (σε δύο εκδηλώσεις, μια για τους μεταλλωρύχους του κόσμου και μια για τους Έλληνες μεταλλωρύχους), η εκδήλωση για τη γυναίκα μηχανικό του κλάδου, η εκδήλωση για τα «εξωτικά» πεδία έρευνας στα οποία συμβάλλει η Σχολή, οι με διαφορετικό περιεχόμενο κάθε φορά εκδηλώσεις για την Αγία Βαρβάρα κλπ. Ο πλούτος και το περιεχόμενο αυτών των εκδηλώσεων δεν οδήγησαν μόνο σε μια ενίσχυση της ταυτότητας της Σχολής αλλά και σε επεξεργασίες για τη φυσιογνωμία της που αποδείχτηκαν πολύτιμες στο νέο πρόγραμμα σπουδών, όπως ότι ο απόφοιτος της Σχολής είναι ο «μηχανικός του πρώτου κρίκου», ο «μηχανικός της γης», ότι η Σχολή MMM είναι η Σχολή των extremes τόσο στον τομέα της έρευνας όσο, και κυρίως, στον τομέα της παραγωγής κλπ.

Η δεύτερη αφορά στη συνεχή επικοινωνία και διάδραση της Σχολής με τον παραγωγικό κλάδο αλλά και τις αδελφές Σχολές, κυρίως σε επίπεδο Ευρώπης. Έτσι, η Σχολή, είχε την απαραίτητη επικοινωνία και ανατροφοδότηση, σε διεθνές επίπεδο, τόσο με τον τομέα της παραγωγής όσο και με τους προβληματισμούς σε επίπεδο ανώτατης εκπαίδευσης στον κλάδο μας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα εκδηλώσεων αυτής της αμφίδρομης σχέσης ήταν η εκδήλωση «Raw Materials University Days – NTUA 2020», σε συνδιοργάνωση της Σχολής και του EIT Raw Materials¹ (τρέχει με συμμετοχή της Σχολής από το 2018, με συνεχή δραστηριότητα) και το διετές πρόγραμμα EnAct-SDGs², με συμμετοχή ενός δικτύου πανεπιστημίων (και συναφών σχολών), ερευνητικών ιδρυμάτων και επαγγελματιών του κλάδου των ορυκτών πρώτων υλών (ΟΠΥ), από Ελλάδα, Γερμανία, Αυστρία, Ιταλία, Πολωνία, Σλοβακία. Μάλιστα, στο πλαίσιο του προγράμματος διενεργήθηκε μεταξύ άλλων έρευνα με ερωτηματολόγια πάνω σε θέματα προγράμματος σπουδών, στην οποία συμμετείχαν 420 διδάσκοντες και σπουδαστές πανεπιστημίων, εκπρόσωποι της βιομηχανίας και επαγγελματίες από τρεις χώρες παραγωγούς ΟΠΥ (Ελλάδα, Πολωνία, Σλοβακία).

3. Το υπόβαθρο των αλλαγών

Τρία ήταν τα βασικά πεδία τα οποία τροφοδότησαν τη συζήτηση με πολύτιμα συμπεράσματα για τα νέο πρόγραμμα σπουδών.

¹ Υπεύθυνη η Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Μ. Ταξιάρχου

² Υπεύθυνη η Καθηγήτρια Α. Αδάμ

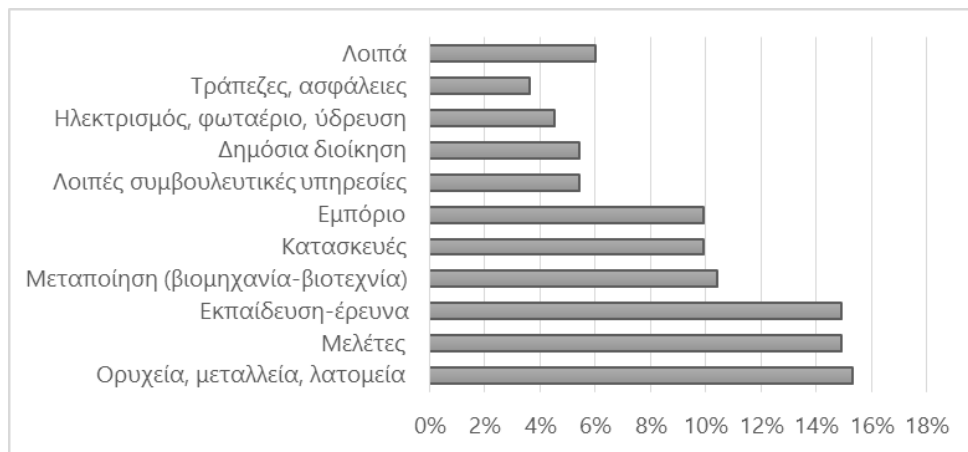
Το πρώτο αφορά στη μελέτη της ιστορικής εξέλιξης και της φυσιογνωμίας της Σχολής. Η Επιτροπή για την Ιστορική Τεκμηρίωση της Σχολής³ έκανε εξαιρετική δουλειά. Με αντικειμενική ανάλυση, χωρίς ωραιοποιήσεις και «στρογγυλέματα» αλλά και χωρίς μεμψιμοιρίες και μηδενισμούς. Μέσα από τη συστηματική μελέτη παλαιών πρακτικών, βιογραφικών στοιχείων κομβικών προσώπων στην ιστορική διαδρομή της Σχολής και με συλλογή, κομμάτι-κομμάτι, ιστορικών τεκμηρίων, εκτός από τα πολύτιμα συμπεράσματα που προέκυψαν, η δουλειά της Επιτροπής άλλαξε ριζικά τη σχέση της Σχολής με την ιστορία της. Το βασικό συμπέρασμα στο οποίο κατέληξε η έρευνα ήταν ότι 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”) (Dubinski 2013).

Το δεύτερο πεδίο έρευνας αποτελούσε το προφίλ του σύγχρονου Μηχανικού Μεταλλείων – Μεταλλουργού. Ποιοι είναι οι τομείς απασχόλησης του αποφοίτου της Σχολής σήμερα, ποιες είναι οι μαθησιακές απαιτήσεις στους τομείς αυτούς και πόσο ανταποκρίνεται η Σχολή σε αυτούς, ήταν τα κρίσιμα ερωτήματα της έρευνας. Η πιο πρόσφατη έρευνα επί του πεδίου αυτού έγινε στο πλαίσιο διπλωματικής εργασίας (Κωνσταντινίδης 2017), 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). 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, αν και σε κάποια απόσταση από το παρόν (πραγματοποιήθηκε το 2017), έδωσε πολύτιμα αποτελέσματα στα κρίσιμα ερωτήματα. Στο παρόν άρθρο αναφέρονται, ενδεικτικά, τα κάτωθι:

Στην έρευνα αποδείχθηκε η πολύπλευρη φύση της σημερινής πραγματικότητας του αποφοίτου της σχολής, αλλά, εμμέσως, και του μηχανικού γενικότερα.

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 2, υπάρχει μεγάλη διασπορά στους κλάδους απασχόλησης, με το 15,3% των Μ.Μ.Μ. του δείγματος να εργάζεται 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).

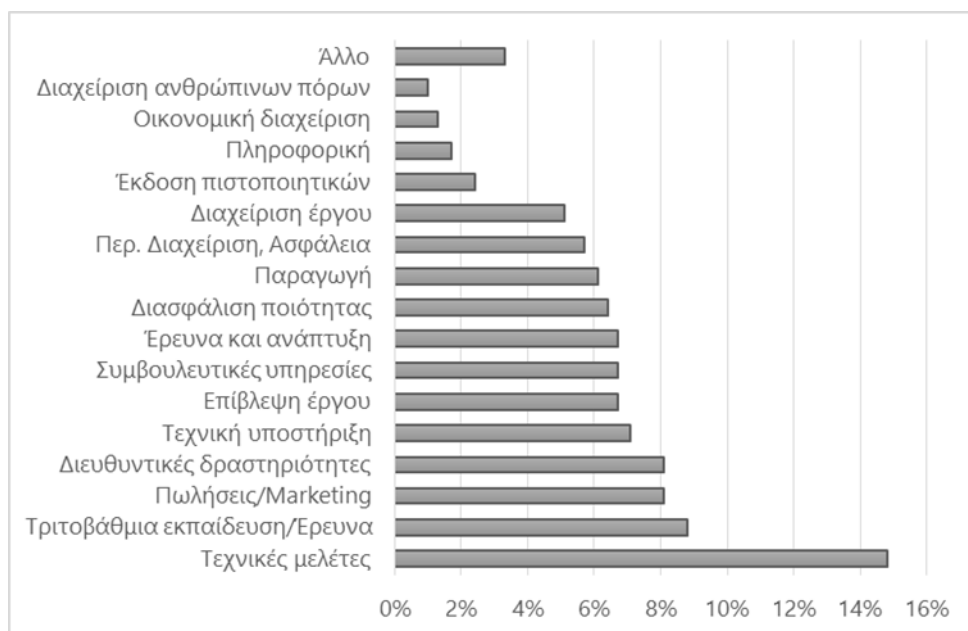
³ Η Επιτροπή για την Ιστορική Τεκμηρίωση της Σχολής αποτελείται από τον Καθ. Κ. Τσακαλάκη (Υπεύθυνος), την Καθ. Η. Χαλικιά, την Καθ. Μ. Μενεγάκη, και τον Α. Κούρτη, μέλος ΕΔΙΠ.



Διάγραμμα 2. Σημαντικότεροι κλάδοι απασχόλησης των αποφοίτων της Σχολής

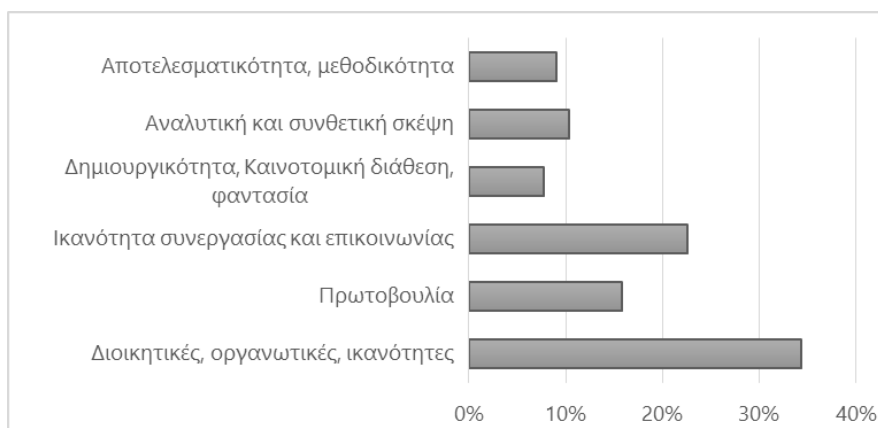
Κατά το διάστημα διεξαγωγής της έρευνας, το 88,3% του δείγματος δήλωσε ότι εργαζόταν, το 2,1% ότι ήταν ανενεργοί και το 9,6% ότι ήταν άνεργοι, και μάλιστα σε σημαντικό ποσοστό βρισκόταν σε κατάσταση μακροχρόνιας ανεργίας. Ένα σημαντικό ποσοστό (12,5%) των Μ.Μ.Μ. της περιόδου αυτής απασχολείται στο εξωτερικό. 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. Τέλος, μόνο το 1/4 των ερωτώμενων δήλωσε ότι παραμένουν σήμερα σε αυτή που υπήρξε η πρώτη τους απασχόληση. Στους υπολοίπους, το μέσο πλήθος προηγούμενων θέσεων εργασίας είναι 3, στοιχείο που δείχνει σημαντική κινητικότητα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το Διάγραμμα 3 σε σχέση με τους τομείς αρμοδιοτήτων των αποφοίτων της Σχολής, στο οποίο διακρίνεται μια ισχυρή παρουσία αντικειμένων που αφορούν θέματα διαχείρισης και διοίκησης, πέραν του κλασικού ρόλου στην παραγωγή και την επίβλεψη έργου.



Διάγραμμα 3. Σημαντικότεροι τομείς αρμοδιοτήτων των αποφοίτων της ΣΜΜΜ

Τέλος, όσον αφορά στα χαρακτηριστικά, πλέον της επιστημονικής και τεχνικής κατάρτισης, τα οποία θεωρούν ως τα πιο σημαντικά για την επαγγελματική τους εξέλιξη, οι ερωτώμενοι θεωρούν τις διοικητικές – οργανωτικές ικανότητες, ακολουθούμενες από την ικανότητα συνεργασίας και επικοινωνίας, την ανάπτυξη πρωτοβουλίας, την αναλυτική και συνθετική σκέψη, κλπ. (Διάγραμμα 4).



Διάγραμμα 4. Σημαντικά πρόσθετα χαρακτηριστικά, απαραίτητα, κατά τους ερωτώμενους, για την επαγγελματική εξέλιξη.

Το τρίτο πεδίο έρευνας, και ίσως το πλέον κρίσιμο, αφορά στις αλλαγές στην κοινωνία και στον κλάδο, υπό το φως της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης, και τις αναγκαίες προσαρμογές στο περιεχόμενο σπουδών της ΣΜΜΜ. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε μέσα από τη λειτουργία Επιτροπής Στρατηγικής και Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών⁴.

Σύμφωνα με τα συμπεράσματα της επιτροπής οι διάφοροι επιστημονικοί και τεχνολογικοί κλάδοι θα συνεχίζουν να εξελίσσονται, όμως 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 μεγα-τεχνολογικής επανάστασης, αυτό που ονομάζεται 4^η Βιομηχανική Επανάσταση, θα διαπεράσουν οριζόντια, όλους τους επιστημονικούς κλάδους. Είναι, επίσης, γενικά αποδεκτό ότι είναι τέτοια η ταχύτητα των εξελίξεων στο πλαίσιο της 4^{ης} Β.Ε, που θα μπορούν να την παρακολουθήσουν μόνο όσοι βρίσκονται στο πρώτο μέτωπο, όσοι την συνδιαμορφώνουν.

Η Σχολή ΜΜΜ, όντας με γονιδιακό τρόπο, «εκ κατασκευής», σε επαφή με τις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις, έχει ήδη κινηθεί προς την κατεύθυνση αυτή, τουλάχιστον στους τρεις από τους τέσσερις τομείς των τεχνολογιών αυτών. Υπήρξαμε από τους πρώτους που ενσωματώσαμε την Πληροφορική στο περιεχόμενο των σπουδών μας. Είναι μάλλον λιγότερο γνωστό, ότι, εξαιτίας αυτής της στενής σχέσης μεταλλευτικής και πληροφορικής,

⁴ Η σύνθεση της Επιτροπής Στρατηγικής και Προπτυχιακού Προγράμματος σπουδών όταν πραγματοποιήθηκε η σχετική έρευνα ήταν: Καθ. Δ. Καλιαμπάκος, Κοσμήτορας (Υπεύθυνος), Καθ. Δ. Πάνιας, Καθ. Θ. Ροντογιάννη, Καθ. Γ. Φούρλαρης, Αν. Καθ. Δ. Δαμίγος, Αν. Καθ. Π. Νομικός, Αναπ. Καθ., Ε. Ρεμουντάκη, Αναπ. Καθ. Κ. Λουπασάκης, Επίκ. Καθ. Σ. Παπαευθυμίου, Δ. Λαμπράκης, μέλος ΕΔΙΠ και Ε. Χριστοδούλου, μέλος ΕΤΕΠ.

κάποιες από τις ιστορικές μεταλλευτικές σχολές, μετεξελίχθηκαν προς αυτή την κατεύθυνση, όπως αρκετές από τις Grand Écoles des Mines. Στο πλαίσιο αυτό, το Σύμφωνο Συνεργασίας της Σχολής με την Ένωση Σχολών Πληροφορικής και Μεταλλευτικής⁵ της Γαλλίας έχει ιδιαίτερη 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, περισσότερο από δέκα χρόνια πριν, η Σχολή έκανε μια κίνηση στρατηγικής σημασίας. Πραγματοποίησε μια μεγάλη επένδυση στη Νανοτεχνολογία με τη δημιουργία του «Κέντρου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας», η οποία 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.

Όσον αφορά στους στρατηγικούς τομείς ανάπτυξης της Σχολής η Ε.Σ.Π.Π.Σ, μετά από ενδελεχή μελέτη και κριτήρια α) να αναδεικνύονται ως κεντρικές προκλήσεις του κλάδου και β) να απαιτούν κοινή δράση μεταξύ των τομέων και των κατευθύνσεων πρότεινε να είναι η Ενέργεια, η Κυκλική Οικονομία και το Περιβάλλον με έμφαση στην Κοινωνική Αποδοχή του κλάδου.

4. Οι στρατηγικές επιλογές

Με την απόφαση της 08/10/2018 της Γ.Σ. της Σχολής διαμορφώθηκαν οι συγκεκριμένες κατευθύνσεις για το νέο ΠΠΣ πρόγραμμα σπουδών, σε τρία επίπεδα.

Πιο συγκεκριμένα, τέθηκαν ως *στόχοι* του:

- ο η βελτίωση της συμβολής της Σχολής στα κρίσιμα προβλήματα της ελληνικής κοινωνίας
- ο η αναγνώριση και καταξίωση του διευρυνμένου ρόλου του διπλωματούχου Μ.Μ.Μ. στο σύγχρονο κοινωνικό και οικονομικό περιβάλλον
- ο η ενθάρρυνση της συμμετοχής των φοιτητών στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Ως *αφετηριακές αρχές* τέθηκαν:

- ο Οι πενταετούς διάρκειας σπουδές στη Σχολή οδηγούν σε ενιαίο και αδιάσπαστο τίτλο σπουδών μεταπτυχιακού επιπέδου (integrated master) στην ειδικότητα του Μηχανικού Μεταλλείων – Μεταλλουργού.
- ο Το σύνολο των επαγγελματικών δικαιωμάτων που είναι κατοχυρωμένα ή διεκδικεί η Σχολή απορρέουν από την κτήση του πτυχίου και συνδέονται μόνο με αυτό.
- ο Το ΠΠΣ στηρίζεται σε ένα ισχυρό υπόβαθρο βασικών επιστημών Μηχανικού που επιτρέπει στον απόφοιτο να παρακολουθεί τις επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις του κλάδου και «θωρακίζει» σε ένα βαθμό το πτυχίο, σε μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα, από τη σχετικά ταχεία απαξίωση των υπερεξειδικευμένων γνώσεων.
- ο Οι κατευθύνσεις της Σχολής είναι ισότιμες και αντιμετωπίζονται με ίδια βαρύτητα στο ΠΠΣ της Σχολής. Όλα τα μαθήματα της Σχολής παίζουν σημαντικό ρόλο και δεν νοείται διάκρισή τους από την τυπική θέση τους στο ΠΠΣ (π.χ. «κορμού» ή «κατεύθυνσης», «υποχρεωτικό» ή «επιλογής» κλπ.)
- ο Η Πρακτική Άσκηση είναι θεμελιώδες και οργανικό τμήμα του ΠΠΣ της ΣΜΜΜ. Η έγκαιρη και ουσιαστική επαφή με την παραγωγική διαδικασία αποτελεί όχι μόνο πολύτιμο ιστορικό κεκτημένο της Σχολής αλλά και βασικό στοιχείο του νέου ΠΠΣ.

⁵ Institut Mines-Télécom (<http://www.imt.fr/en/>).

- Ο εκπαιδευτικός φόρτος πρέπει να είναι εύλογος και η εκπαιδευτική διαδικασία αποτελεσματική, χωρίς εξαντλητικά ωράρια σπουδών ή σημαντικές καθυστερήσεις στη διάρκεια σπουδών.

Ως ειδικές κατευθύνσεις τέθηκαν:

- Η ενίσχυση της διεπιφάνειας, της στενότερης συνεργασίας και της «ώσμωσης» μεταξύ των Κατευθύνσεων.
- Ως τομείς έμφασης για τη Σχολή αναδείχθηκαν οι τομείς της Ενέργειας, της Κυκλικής Οικονομίας και του Περιβάλλοντος.
- Η αντιμετώπιση χρονιζουσών παθογενειών όπως, για παράδειγμα, οι επικαλύψεις στην ύλη μαθημάτων.
- Η εισαγωγή νέων αντικειμένων που η εξέλιξη στην επιστήμη, στην τεχνολογία και, κυρίως, στη διαμόρφωση των κοινωνικών αναγκών επιτάσσει.
- Η ανανέωση και επικαιροποίηση των συγγραμμάτων και των διδακτικών βοηθημάτων, καθώς και ο εκσυγχρονισμός της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

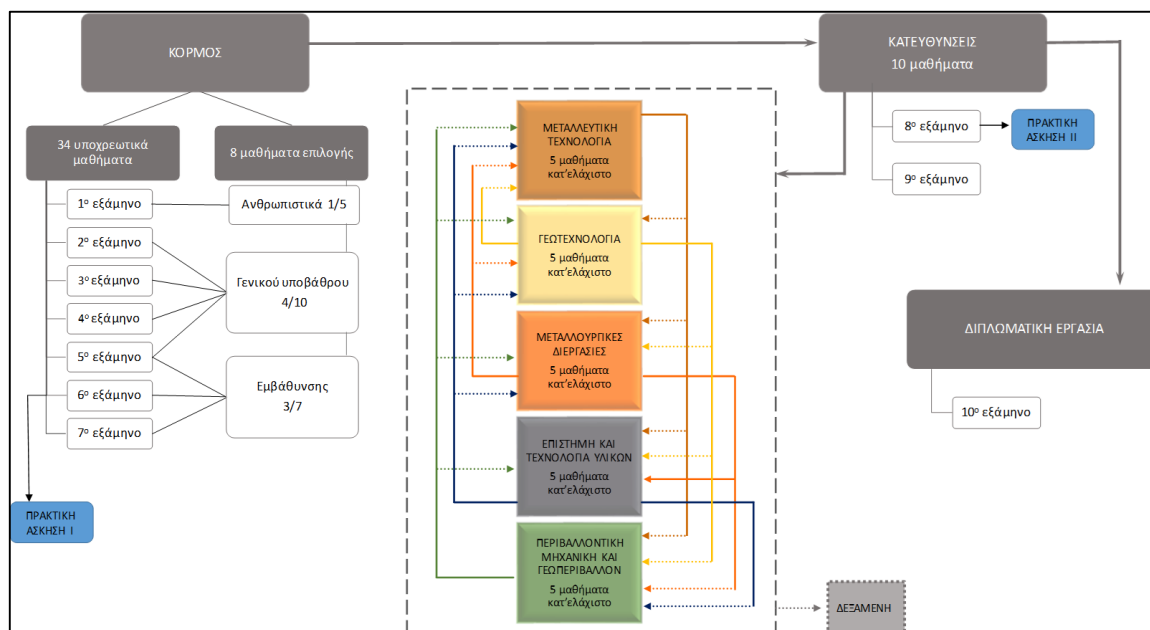
5. Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών

Όπως αναφέρθηκε, σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματική ολοκλήρωση της διαμόρφωσης του νέου προγράμματος σπουδών έπαιξε ένα ενδιάμεσο βήμα: με την απόφαση της ΓΣ της 13.05.2019, στη βάση ενός αρχικού νέου ΠΠΣ προγράμματος σπουδών, προσδιορίστηκε ο συνολικός αριθμός των μαθημάτων (55) καθώς και η συνολική διάρθρωση: 34 μαθήματα κορμού, 8 κατ' επιλογή κορμού μέσα από μια λίστα μαθημάτων υψηλής επιλεξιμότητας, 10 μαθήματα κατευθύνσεων, με ελάχιστο αριθμό υποχρεωτικών μαθημάτων τα 5 για την επιλεγείσα κατεύθυνση. Έτσι, διαμορφώθηκε μια περιβάλλουσα λύσεων, η οποία επέτρεπε μεγάλη ευελιξία αλλά που ταυτόχρονα ωθούσε κάθε συγκεκριμένη συζήτηση επί των μαθημάτων και του περιεχομένου τους στην επιλογή «αυτού, έναντι εκείνου», την μόνη που δεν οδηγεί σε πληθωριστικά και εν τέλει αντεκπαιδευτικά αποτελέσματα (όπως, για παράδειγμα αυτή που ξεκινά από το ερώτημα «τι είναι εν γένει χρήσιμο;»).

Επίσης, με την απόφαση της ΓΣ της 17/02/18 αποφασίσθηκε η μετονομασία της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών σε Σχολή Μεταλλειολόγων-Μεταλλουργών Μηχανικών, την ιστορική της ονομασία, για τους λόγους που αναφέρονται στη σχετική εισήγηση⁶ (Σχολή MMM, 2020β).

Το νέο πρόγραμμα σπουδών δίνεται σχηματικά στο Διάγραμμα 5.

⁶ https://www.metal.ntua.gr/wp-content/uploads/2020/01/eisigisi_gia_tin_onomasia_tis_sxolis.pdf



Διάγραμμα 5. Το νέο Πρόγραμμα Προπτυχιακών Σπουδών της Σχολής Μ.Μ.Μ.

Κάποιες βασικές παρατηρήσεις επί του νέου Προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών είναι:

- Πρόκειται για μια βαθιά αναμόρφωση του Προγράμματος Σπουδών, με έμφαση στο περιεχόμενο των μαθημάτων και όχι στη διάρθρωση του προγράμματος. Πιο συγκεκριμένα, εισάγονται 45 νέα μαθήματα (34%), σε ακόμη 37 μαθήματα (28%) έχει γίνει σημαντική αλλαγή στο περιεχόμενο ή και στην ονομασία του μαθήματος ενώ διατηρούνται κατά βάση ως έχουν 51 μαθήματα (38%).
- Πραγματοποιήθηκε ένας εξορθολογισμός του συνολικού αριθμού των μαθημάτων (συνολικά 55 μαθήματα, μείωση κατά 6 μαθήματα), ο οποίος είχε θετική επίδραση και στον εβδομαδιαίο αριθμό διδακτικών ωρών (ο μέσος όρος εβδομαδιαίως είναι λίγο πιο κάτω από τις 25 ώρες). Ταυτόχρονα, διευρύνονται οι επιλογές των φοιτητών (αυξάνεται ο συνολικός αριθμός των μαθημάτων από 116 σε 133) με στόχο την κάλυψη των ιδιαίτερων ενδιαφερόντων των φοιτητών και των φοιτητριών της Σχολής, εντός του επιστημονικού και τεχνολογικού πεδίου της.
- Ενισχύθηκε ποιοτικά ο κορμός μέσω της εισαγωγής κρίσιμων επιστημονικών πεδίων που έλειπαν (υδρογεωλογία, τρόποι παραγωγής ενέργειας, οικονομικά για μηχανικούς κλπ.) και του εκσυγχρονισμού άλλων (για παράδειγμα, το πεδίο των μαθημάτων πληροφορικής αναμορφώθηκε πλήρως με την εισαγωγή μαθήματος για την τεχνητή νοημοσύνη, προγραμματισμού σε Python και μαθήματος GIS).
- Αναβαθμίζονται τα μαθήματα των ανθρωπιστικών σπουδών, με εισαγωγή νέων επιλογών. Ειδική σημασία για τη Σχολή έχει η αναδιοργάνωση και αναβάθμιση της σημασίας του μαθήματος Διαχρονική Εξέλιξη της Μεταλλευτικής και της Μεταλλουργίας, στην οποία εισάγονται και στοιχεία για την ιστορία της Σχολής και τη συμβολή της στην αντιμετώπιση των κοινωνικών αναγκών και την ανάπτυξη της χώρας αλλά και για τον κοινωνικό ρόλο του μηχανικού.
- Η μεγαλύτερη συνεργασία και ώσμωση των κατευθύνσεων επιτυγχάνεται με την εισαγωγή μαθημάτων που αφορούν περισσότερες της μιας κατεύθυνσης (π.χ. τα ενεργειακά μαθήματα, τα νέα μαθήματα περιβάλλοντος), με την ενίσχυση της δεξαμενής με ενδιαφέροντα αντικείμενα ώστε να ανοίγουν νέοι ορίζοντες κλπ.
- Οι ειδικές κατευθύνσεις υλοποιήθηκαν τόσο μέσω του εκσυγχρονισμού του περιεχομένου των μαθημάτων όσο και με την εισαγωγή νέων (π.χ. ενίσχυση της

ενεργειακής φυσιολογίας της Σχολής με τρία νέα ενεργειακά μαθήματα, μάθημα για τη βιώσιμη ανάπτυξη και την κυκλική οικονομία, νέο μάθημα δευτερογενούς μεταλλουργίας για την ανάκτηση μετάλλων, νέο μάθημα βιοτεχνολογίας, νέο μάθημα νανοτεχνολογίας, εισαγωγή αντικειμένων ρομποτικής και τρισδιάστατης εκτύπωσης, μάθημα φυσικών καταστροφών και γεωκινδύνων κλπ.).

- Έγιναν σημαντικά βήματα στην κατεύθυνση της ελάφρυνσης του προγράμματος από τις περιττές επαναλήψεις που υπήρχαν σε αρκετά μαθήματα. Η προσπάθεια για ένα καλύτερο σχεδιασμό των μαθημάτων, με προσανατολισμό σε θεμελιώδεις γνώσεις και βασικές εφαρμογές πρέπει να συνεχιστεί. Εδώ, επίσης, εντάσσεται και το ζήτημα του εκσυγχρονισμού των διδακτικών βοηθημάτων, το οποίο πρέπει να αποτελέσει τον αμέσως επόμενο σημαντικό εκπαιδευτικό στόχο της Σχολής.
- Η απελευθέρωση χρήσιμου εκπαιδευτικού χώρου, ειδικά στα μεγαλύτερα εξάμηνα, όπου οι ώρες διδασκαλίας πέφτουν κάτω από τις 20, είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν για τη διεύρυνση των μορφωτικών αλλά και των επαγγελματικών οριζόντων των φοιτητών μας. Προτείνεται η θεσμοθέτηση ανοιχτών σεμιναριακών μαθημάτων ή και διαλέξεων, χωρίς υποχρέωση εξέτασης, με στόχο την κάλυψη επίκαιρων, αναδυόμενων ή ειδικών θεμάτων, τα οποία ενδέχεται να αποκτήσουν μεγάλη βαρύτητα και τα οποία προς το παρόν δεν έχουν ακόμη θέση στο τυπικό ΠΠΣ. Σε μια τέτοια εκπαιδευτική δραστηριότητα μπορούν να ενταχθούν και μαθήματα που ενισχύουν ειδικές δεξιότητες (soft skills) π.χ. η συγγραφή μιας τεχνικής εργασίας, η προετοιμασία των παρουσιάσεων κλπ.

6. Συμπεράσματα

Η ΣΜΜΜ ολοκλήρωσε το εκπαιδευτικό έτος 2020-2021 και εφαρμόζει από το εκπαιδευτικό έτος 2021-2022 ένα νέο προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών. Πρόκειται για τη βαθύτερη τομή που έχει πραγματοποιηθεί στο πρόγραμμα σπουδών στην ιστορία της Σχολής, με σημαντικές αλλαγές σε περισσότερα από το 60% των μαθημάτων. Το βάθος της ανανέωσης αποκτά τις πραγματικές του διαστάσεις αν συνεκτιμηθεί το γεγονός ότι αυτή πραγματοποιήθηκε στον πυρήνα ενός προγράμματος, δηλαδή στο *περιεχόμενο* του και όχι στη *διάρθρωση*, όπου συχνά, και συνήθως αντιπαραγωγικά, εξαντλείται η συζήτηση για τον εκσυγχρονισμό των προγραμμάτων σπουδών.

Δεν είναι χωρίς σημασία ότι αυτή η αλλαγή πραγματοποιήθηκε σε καιρούς «χαμηλών πτήσεων», εν μέσω μιας βαθύτατης κοινωνικής κρίσης, ενώ ολοκληρώθηκε εν μέσω πανδημίας. Αυτό σημαίνει ότι η Σχολή αντέδρασε με τον καλύτερο τρόπο στο περιρρέον κλίμα ηττοπάθειας και αδράνειας: βάζοντας και υλοποιώντας φιλόδοξους στόχους.

Η διαφάνεια και η ευρύτατη συμμετοχή στη διαδικασία υπήρξαν «κλειδιά» για την επιτυχή ολοκλήρωσή της. Η σχετική ιστοσελίδα της Σχολής περιλαμβάνει τις σχετικές αποφάσεις των συλλογικών οργάνων της Σχολής για την αναμόρφωση του ΠΠΣ σε κάθε φάση, βοηθητικά αρχεία, προτάσεις για το νέο ΠΠΣ, στατιστικά στοιχεία και forum διαλόγου. Συνολικά, η ΓΣ της Σχολής είχε ως θέμα το νέο ΠΠΣ 10 φορές, ενώ η Ε.Σ.Π.Π.Σ συνεδρίασε 25 φορές. Όλες οι διαδικασίες που αφορούν στο νέο ΠΠΣ ήταν ανοιχτές σε όλα τα μέλη της κοινότητας της Σχολής. Ο φοιτητικός σύλλογος είχε ενεργή συμμετοχή σε κάθε φάση της διαδικασίας, τόσο σε επίπεδο γενικών κατευθύνσεων όσο και με συγκεκριμένες προτάσεις που, συχνά, έδιναν λύσεις σε δύσκολα προβλήματα.

Ένα ισχυρό πλεονέκτημα της διαδικασίας υπήρξε η σωστή αξιοποίηση του χρόνου για την ωρίμανση των ιδεών. Κυρίως, όμως, βοήθησε το γεγονός ότι δεν υπήρχε, πέραν των γενικά αποδεκτών αφετηριακών αρχών, κάποια προαποφασισμένη λύση προς επιβεβαίωση. Αυτό

ήταν ορατό από όλους. Αυτό έδωσε την απαραίτητη αξιοπιστία και αυθεντικότητα στην προσπάθεια οικοδόμησης του νέου ΠΠΣ, δίνοντας ουσιαστικό ρόλο σε όλους και αποφεύγοντας την πόλωση, μια κακοδαιμονία που εύκολα καταστρέφει κάθε συζήτηση.

Προφανώς, δεν ήταν όλα «καλώς καμωμένα». Για παράδειγμα, ο συνολικός χρόνος που διατέθηκε στην προσπάθεια ήταν μεγάλος. Η επόμενη προσπάθεια μπορεί και πρέπει να ξεκινήσει νωρίτερα και να πραγματοποιηθεί σε συντομότερο χρονικό διάστημα, αξιοποιώντας και την υφιστάμενη εμπειρία. Ούτε η διαδικασία υπήρξε πάντα γραμμική, ανέφελη και χωρίς δυσεπίλυτους «κόμπους». Όμως, στα δύσκολα, η αίσθηση ότι αν δεν προχωρήσουμε σε αλλαγές θα είναι μια κοινή αποτυχία για όλους στη Σχολή, ενεργοποιούσε ένα σωτήριο ένστικτο αυτοσυντήρησης και που βοηθούσε στην επιλογή των κατάλληλων λύσεων.

Η ολοκλήρωση της προσπάθειας σε κλίμα γενικής αποδοχής, με ομόφωνη απόφαση της Γενικής Συνέλευσης και σύμφωνη γνώμη του φοιτητικού συλλόγου, είναι ένα σοβαρό κεκτημένο. Η Σχολή, έχοντας ένα ολοκαίνουριο πρόγραμμα σπουδών έχει κάθε λόγο να αντιμετωπίζει με αυτοπεποίθηση και αισιοδοξία τις προκλήσεις του μέλλοντος.

Βιβλιογραφία

Κωνσταντινίδης, Ι., «Έρευνα αγοράς αποφοίτων Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών», Διπλωματική εργασία, επιβλέπων καθηγητής Δ. Δαμίγος Αν. Καθηγητής, 2017, ΕΜΠ, Αθήνα.

Σχολή ΜΜΜ, «Μεταλλωρύχοι: Ιχνηλατώντας την ταυτότητά τους μέσα από την τέχνη», 2019α, ΕΜΠ, Αθήνα.

Σχολή ΜΜΜ, «Η γυναίκα μηχανικός: Κατακτώντας τη θέση της σε έναν δύσκολο κόσμο», 2019β, ΕΜΠ, Αθήνα.

Σχολή ΜΜΜ, «2.500 χρόνια από τη Ναυμαχία της Σαλαμίνας. Τα μεταλλεία του Λαυρίου και η νίκη των Ελλήνων», 2020α, ΕΜΠ, Αθήνα.

Σχολή ΜΜΜ, «70 χρόνια Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών. Ιστορική αναδρομή και προοπτικές», 2017, ΕΜΠ, Αθήνα.

Σχολή ΜΜΜ, «Εισήγηση για την ονομασία της Σχολής», 2020β, ΕΜΠ, Αθήνα.

Dubinski, J., “Sustainable Development of Mining Mineral Resources”, Journal of Sustainable Mining, Volume 12, Issue 1, p.p. 1-6, 2013

Kamp, A., “Engineering Education in the Rapidly Changing World. Rethinking the Vision for Higher Engineering Education”, Second Revised Edition, Delft University of Technology, Faculty of Aerospace Engineering, 2016, The Netherlands.