



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ**  
**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ**  
**«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ**  
**ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΠΟΨΕΙΣ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**  
**ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ**  
**(NATURE OF ENGINEERING)**

**ΧΡΙΣΤΙΝΑ Α. ΓΙΩΤΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Θ. ΚΩΤΣΗΣ**

**ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2022**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ**  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ  
«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
**ΟΙ ΑΠΟΨΕΙΣ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ**  
**ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ**  
**(NATURE OF ENGINEERING)**

ΧΡΙΣΤΙΝΑ Α. ΓΙΩΤΗ

Μέλη τριμελούς εξεταστικής επιτροπής

Κώτσης Κωνσταντίνος, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Σχολή Επιστημών  
Αγωγής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, επιβλέπων

Γαβριηλάκης Κωνσταντίνος, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Σχολή Επιστημών Αγωγής,  
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Μαυρίδης Δημήτριος, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Σχολή Επιστημών Αγωγής,  
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

ΙΩΑΝΝΙΝΑ

2022



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εκπόνηση της διπλωματικής αυτής εργασίας πραγματοποιήθηκε στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και στο Τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Για την πραγματοποίησή της μια σειρά ανθρώπων συνέβαλαν ώστε να επιτευχθεί το μέγιστο δυνατό αποτέλεσμα, τους οποίους βεβαίως θα αποτελούσε τεράστια παράλειψη να μην ευχαριστήσω.

Πρωτίστως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Κώτση για την ανάθεση του θέματος, την εξαιρετική επιστημονική καθοδήγηση και το αμέριστο ενδιαφέρον.

Επίσης, οφείλω ένα τεράστιο ευχαριστώ στα μέλη τα μέλη της τριμελούς Εξεταστικής επιτροπής. Τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Δημήτριο Μαυρίδη, για την καθοδήγηση και την παροχή βοήθειας κατά τη διάρκεια των διαλέξεων, καθώς επίσης και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Γαβριηλάκη, για τη βοήθεια, την εξαιρετική συνεργασία και κυρίως για την διαφορετική οπτική στον ερευνητικό ορίζοντα.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Δρ. Γεώργιο Στύλο, για το αμέριστο ενδιαφέρον, την εξαιρετική επίβλεψη και συνεργασία και για όλες τις συμβουλές και απορίες που με τόση ευγένεια και καλοσύνη μου επεξήγησε.

Παράλληλα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους πρωτοετείς και τελειόφοιτους φοιτητές του τμήματος Μηχανικών Επιστήμης Υλικών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για τη συμμετοχή τους και τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, όπως επίσης και τον καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών Επιστήμης Υλικών κ. Δημήτριο Γουρνή για το χρόνο που καταχράστηκα από τις διαλέξεις του για τη διανομή των ερωτηματολογίων.

Θα αποτελούσε επίσης τεράστια παράλειψη να μην ευχαριστήσω τους πολυαγαπημένους μου φίλους και συνεργάτες από το Εργαστήριο Κεραμικών και Σύνθετων Υλικών, την υποψήφια διδάκτωρ και πολυαγαπημένη φίλη Αναστασία Σπύρου, τη φίλη υποψήφια διδάκτωρ Βικτώρια Σακαβίτση, τον υποψήφιο διδάκτορα Θεοδόση Γιούση και τον υποψήφιο διδάκτορα Γεώργιο Ασημακόπουλο, τόσο για τη βοήθεια στη διανομή του ερωτηματολογίου, όσο κυρίως για το ότι είναι αληθινοί φίλοι και εξαιρετικοί συνεργάτες.

Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου από το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστημών Αγωγής «Διδακτική και Τεχνολογίες Μάθησης των Φυσικών Επιστημών», για όλη τη συνεργασία και το υπέροχο κλίμα. Κυρίως θα ήθελα να

ευχαριστήσω την «ομαδάρα»- την Ελισάβετ Μπασούια και την αγαπημένη μου φίλη Ρόζα Σαράμπαλη Κασιαλά για τη στήριξη, τη βοήθεια και τη συνεργασία.

Φυσικά, δε θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τους καλύτερους μου φίλους, το Χρήστο, τον Αντώνη, το Δημήτρη, την Αθηνά, τη Δώρα και το Σοφάκι για όλη την ηθική και ψυχολογική υποστήριξη και όχι μόνο όλα αυτά τα χρόνια. Τους ευχαριστώ που μου δίνουν πλήρη ελευθερία να είμαι ο εαυτός μου, τους ευχαριστώ που είναι πάντα εκεί και τους ευχαριστώ για όλη την αγάπη που τόσο απλόχερα μου προσφέρουν.

Εν κατακλείδι θα ήθελα να ευχαριστήσω για όλα τους πιο αγαπημένους μου ανθρώπους, την οικογένειά μου. Τη μαμά μου Ευαγγελία, που στάθηκε βράχος, ιδιαίτερα στα τόσα χρόνια δίσεκτα. Τη Ματίνα και την Άννα που μου μαθαίνουν ακόμα τι θα πει ευφυΐα, θάρρος, σθένος, αξιοπρέπεια, στήριξη, υπομονή, επιμονή, συμπαράσταση, αλληλεγγύη και κυρίως αγάπη και που μου αποδεικνύουν καθημερινά την ισχύ εν τη ενώσει. Και φυσικά εκείνους και εκείνη εκεί ψηλά, που είναι πάντα παρόντες και που έγιναν οδηγός ζωής για μένα.

Τέλος, θα ήθελα, πέρα από τη μαμά μου, τη Ματίνα και την Άννα να αφιερώσω όλη αυτή την προσπάθεια στη μνήμη του πιο αγαπημένου μου, που ελπίζω από εκεί ψηλά να είναι περήφανος για μένα και να χαμογελά με το πιο ζεστό χαμόγελο που τόσο μου έχει λείψει...

...Εάν μπόρεσα να δω πιο μακριά, είναι γιατί στεκόμουν πάνω σε ώμους γιγάντων...

Στο μπαμπά μου. Ωσει παρών...



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συνεχώς αναπτυσσόμενη κοινωνία επιτάσσει άμεσα τον επιστημονικό εγγραμματισμό των πολιτών της. Θεμελιώδης πεποίθηση είναι τόσο η ανάπτυξη του επιστημονικού εγγραμματισμού όσο και η φύση της επιστήμης θα πρέπει να είναι το επίκεντρο στα υποχρεωτικά έτη εκπαίδευσης. Παράλληλα, σύμφωνα με πρόσφατους ερευνητικούς προβληματισμούς, η φύση της επιστήμης παρόλο που εμπεριέχει στους κόλπους της τη μηχανική και την τεχνολογία, δεν τις περιλαμβάνει εξολοκλήρου, με αποτέλεσμα να δημιουργείται σύγχυση. Κατά συνέπεια, θεωρείται πλέον επιτακτική η ανάγκη για χρήση του όρου «φύση της Μηχανικής», κατ' αντιστοιχία με τη φύση της επιστήμης, η οποία με τη σειρά της θέτει τα επιστημολογικά και οντολογικά θεμέλια της μηχανικής. Σκοπός της εν λόγω εργασίας υπήρξε ένα ερευνητικό εγχείρημα στο οποίο θα εξεταστεί η φύση της Μηχανικής στο τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών μέσω των απόψεων των φοιτητών πρώτου έτους, αλλά και των τελειόφοιτων φοιτητών. Στην έρευνα συμμετείχαν 145 φοιτητές του τμήματος, 75 πρωτοετείς και 70 τελειόφοιτοι. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις ανοικτού τύπου που απαιτούσε επιστημονική γνώση, όσον αφορά τη Μηχανική και την Επιστήμη. Μετά τη συλλογή των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε στατιστική επεξεργασία και εν συνεχεία προέκυψαν συμπεράσματα ως προς τις απαντήσεις των πρωτοετών, των τελειόφοιτων φοιτητών και της ενδεχόμενης μεταβολής των απόψεων κατά τα έτη φοίτησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι πρωτοετείς φοιτητές είχαν ήδη μια διαμορφωμένη άποψη για τη μηχανική, ωστόσο οι απαντήσεις τους έτειναν να είναι πολλές σε αριθμό, σύντομες και γενικά διατυπωμένες, ενώ παρατηρήθηκε παντελής έλλειψη γνώσεων πάνω σε τεχνικά ζητήματα μηχανικής. Παράλληλα, σε στοχευμένες ερωτήσεις οι οποίες επεδίωκαν τη διερεύνηση των πεποιθήσεών τους για τη φύση της μηχανικής οι απόψεις των φοιτητών ήταν απλές, ασαφείς, επιστημονικά αφελείς και σε κάποιες περιπτώσεις ανύπαρκτες. Στον αντίποδα, οι τελειόφοιτοι έδειξαν να έχουν μια επαρκή και ικανοποιητική γνώση του γνωστικού αντικειμένου, με πολύ πιο εύστοχες και επιστημονικά ορθές απόψεις, κυρίως όσον αφορά στα τεχνικά ζητήματα. Ωστόσο και οι απαντήσεις των τελειόφοιτων όσον αφορά στη φύση της μηχανικής κινήθηκαν στο ίδιο μήκος κύματος με εκείνες των πρωτοετών φοιτητών, όπου και διαπιστώθηκε ότι το επίπεδο της αφομοίωσης της φύσης της μηχανικής είναι εξίσου χαμηλό και για τα δύο έτη. Κατά συνέπεια, στη σύγκριση των απόψεων των φοιτητών διαπιστώθηκε ότι θεωρείται απαραίτητη η ρητή εισαγωγή συζήτησης και πολλαπλών δράσεων για τη φύση της μηχανικής σε περισσότερα από ένα μαθήματα,



προκειμένου στους φοιτητές να μην προσφέρονται μόνο στείρες τεχνικές γνώσεις, αλλά οι ίδιοι να εντάξουν στη ζωή τους και να αφομοιώσουν διάφορες πτυχές της φύσης της μηχανικής.

**Λέξεις κλειδιά:** Φύση της Μηχανικής, Φύση της Επιστήμης, Επιστημονικός εγγραμματισμός, απόψεις πρωτοετών φοιτητών του ΤΜΕΥ, απόψεις τελειόφοιτων του ΤΜΕΥ, Τριτοβάθμια Εκπαίδευση

## **ABSTRACT**

Materials Science Engineering students' views on the Nature of Engineering

**Christina Gioti**

Department of Primary Education, School of Education, University of  
Ioannina, Greece

Nowadays society's development demands scientific literacy by any means. It is a fundamental belief that both scientific literacy and nature of science should be the main focused target, especially at compulsory education. Meanwhile, recent research considers that although nature of science encircles technology and engineering, does not includes them entirely, resulting confusion. As a result the term nature of engineering is now considered as crucial, introducing the scientific and ontological foundations of engineering. This research aims to examine the nature of engineering at Materials Science and Engineering department of University of Ioannina, throughout the views of first and fifth year students. 145 students participated in this research, 75 first year and 70 graduand students. Participants were asked to complete a questionnaire with open-ended questions that required scientific knowledge, regarding Engineering and Science. After the collection of the questionnaires, a statistical processing was carried out regarding the first and the last year student's views, as well as the prospective change of their views during the years of study. The results of the study revealed that first year students had already a formed view of engineering, however their answers tended to be numerous, short and generally formulated, while the complete lack of knowledge on technical engineering issues was observed. At the same time, in elaborated questions that sought to explore their beliefs about nature of engineering, the students' views were simple, vague, scientifically naive and in some cases non-existent. On the contrary, the fifth year students seemed to have a sufficient and satisfactory knowledge of the cognitive subject, with much more accurate and scientifically correct opinions, mainly regarding the technical issues. However, their responses regarding nature of engineering simulated the first-year students, where it was found that the level of assimilation concerning nature of engineering is equally low. Consequently, the comparison of students' views disclosures an immediate and explicit attempt to integrate a discussion of the NOE into engineering programs, so it

could help students gain more insight into the field in order to help them understand the underlying actions, requirements, values that influence the process of engineering and the product to be designed and nature of engineering generally.

**Key words:** Nature of Engineering, Nature of Science, Scientific Literacy, first year engineering students' views, last year engineering students' views, University Education

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	8
ABSTRACT.....	10
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	1
1.1. Εισαγωγή.....	3
1.1.1. Τι είναι η επιστήμη- Ιστορική αναδρομή .....	4
1.1.2. Επιστημονικός Αλφαριθμητισμός και Επιστημονικός Εγγραμματισμός .....	7
1.1.3. Φύση της Επιστήμης .....	9
1.1.4. Τι είναι η μηχανική- Ιστορική αναδρομή .....	16
1.1.5. Φύση της Μηχανικής.....	21
2. Μεθοδολογία .....	34
2.1 Σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα.....	34
2.2 Ερευνητική διαδικασία.....	35
2.3 Συμμετέχοντες.....	35
2.4 Ερευνητικά εργαλεία.....	36
2.4.1 Το τελικό ερωτηματολόγιο της έρευνας.....	36
2.5 Στατιστική ανάλυση .....	37
2.5.1. Ανάλυση δεδομένων.....	38
2.5.2. Εγκυρότητα και αξιοπιστία της έρευνας .....	39
3. Αποτελέσματα .....	40
3.1. Περιγραφική Στατιστική.....	40
3.1.1 Στατιστική ανάλυση δημογραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος .....	40
3.1.2 Ανάλυση των απαντήσεων .....	42
4. Συζήτηση .....	68
5. Συμπεράσματα.....	80
6. Περιορισμοί- Μελλοντική Έρευνα.....	82
Βιβλιογραφία.....	83
Ξένη Βιβλιογραφία.....	83
Ελληνική βιβλιογραφία .....	90
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	91

Το ερωτηματολόγιο της Έρευνας.....	91
------------------------------------	----

### **1.1. Εισαγωγή**

Η επιστημονική επικοινωνία είναι ένας αυξανόμενος χώρος πρακτικής και έρευνας. Στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών και καθώς ο αριθμός των δραστηριοτήτων και των επαγγελματικών υποχρεώσεων αυξάνεται σταθερά, τίθεται το ερώτημα τι είναι στην πραγματικότητα η επιστήμη και κατά ποιους τρόπους διαφοροποιείται από την επιστημονική κουλτούρα και τον επιστημονικό εγγραμματισμό. Οι επιστήμονες εξετάζοντας τη βιβλιογραφία προσπαθούν να συντάξουν ένα ολοκληρωμένο σύνολο ορισμών για τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό και εγγραμματισμό γενικότερα, καθώς και τη φύση της επιστήμης ειδικότερα (Burns et al., 2003; Roberts, 2013).

Ο όρος Φύση της Επιστήμης (NOS) χρησιμοποιείται συχνά από τους εκπαιδευτικούς για να αναφερθούν στα επιστημολογικά και οντολογικά θεμέλια της επιστήμης και σε θέματα που σχετίζονται με τον τρόπο με τον οποίο εργάζονται οι επιστήμονες, τον τρόπο λειτουργίας τους ως κοινωνική ομάδα και τον τρόπο με τον οποίο η κοινωνία επηρεάζει και αντιδρά στην επιστήμη. Οι εκπαιδευτικοί των επιστημών πιστεύουν ακράδαντα ότι η κατανόηση της NOS και των αρχών της είναι σημαντική προκειμένου οι μαθητές να λειτουργούν αποτελεσματικά σε σύγχρονες τεχνολογικά προηγμένες κοινωνίες (Khine, 2019).

Θεμελιώδης ιδανική εικόνα είναι η πεποίθηση ότι η ανάπτυξη της επιστημονικής παιδείας και της φύσης της επιστήμης θα πρέπει να είναι το επίκεντρο στα υποχρεωτικά έτη εκπαίδευσης (Δρακόπουλος et al., 2015). Οι λόγοι ένταξης της φύσης της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι ποικίλοι (Στεφανίδου & Σκορδούλης, 2017). Αρχικά, ενισχύει τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων σε κοινωνικο-επιστημονικά προβλήματα, συμβάλλοντας έτσι στην κατάκτηση των ανωτέρων επιπέδων του επιστημονικού εγγραμματισμού (Aikenhead, 1985; Kolstø, 2001; Olson, 2018). Ταυτόχρονα, οι εκπαιδευτικοί των επιστημών πρέπει να κατανοήσουν τον ρόλο που παίζει ο ιδεαλισμός στην πραγματοποίηση της επιστήμης, όχι μόνο για να κατανοήσουν οι ίδιοι τη φύση της επιστήμης, αλλά και για να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν πιο ισχυρή κατανόηση του «πολύ» επιστημονικού περιεχομένου (Clough, 2018).

Εάν, λοιπόν η φύση της Επιστήμης περιλαμβάνει το πλαίσιο στο οποίο ο μαθητής μπορεί να έχει νόημα της επιστήμης, τότε τι ακριβώς συμβαίνει με τους κλάδους όπως η τεχνολογία και η μηχανική; Σύμφωνα με πρόσφατους ερευνητικούς προβληματισμούς, η φύση της επιστήμης παρόλο που εμπεριέχει στους κόλπους της τη μηχανική και την τεχνολογία, δεν τις περιλαμβάνει εξολοκλήρου, με αποτέλεσμα να δημιουργείται σύγχυση. Είναι δεδομένο ότι υπάρχουν (Burns et al., 2003) περιοχές επικάλυψης μεταξύ της επιστήμης, της μηχανικής και της τεχνολογίας, στις οποίες η φύση της επιστήμης δε μπορεί να εξηγήσει πλήρως ή να δημιουργήσει συμφραζόμενα. Η επιστήμη είναι απόλυτα συνυφασμένη με τη μηχανική και την τεχνολογία, ωστόσο η φύση αυτής της εξάρτησης δεν μπορεί να γίνει κατανοητή από τη δήλωση «η μηχανική και η επιστήμη είναι αλληλένδετες» (Antink-Meyer & Brown, 2019).

Κατά συνέπεια, πιθανότατα να είναι αναγκαία η χρήση του όρου «φύση της Μηχανικής», κατ' αντιστοιχία με τη φύση της επιστήμης, η οποία με τη σειρά της θέτει τα επιστημολογικά και οντολογικά θεμέλια της μηχανικής. Οι ερευνητές, λοιπόν, κινούνται προς αυτή την κατεύθυνση (Petroski, 2011; van de Poel, 2009) σχετικά με την κεντρική θέση του σχεδιασμού στον τομέα της μηχανικής, καθώς μέχρι στιγμής σε τέτοιους τομείς συναντάται μόνο η φύση της τεχνολογικής γνώσης (NOEK), εκεί δηλαδή που ορίζονται κάποια από τα χαρακτηριστικά γνώσεων μηχανικής. Στα επόμενα κεφάλαια θα γίνει μια προσπάθεια διευκρίνισης των όρων, επιδιώκοντας την περεταίρω εφαρμογή τους σε επιμέρους πεδία, όπως αυτό της μηχανικής.

### **1.1.1. Τι είναι η επιστήμη- Ιστορική αναδρομή**

Όπως συνήθως συμβαίνει με αρκετές αφηρημένες έννοιες, ο όρος επιστήμη ενθυλακώνει ένα σύνολο εννοιών. Η αρχική του χρήση υποδήλωνε το οργανωμένο σώμα της εξακριβωμένης και τεκμηριωμένης γνώσης. Ο όρος αποδίδεται στον Πλάτωνα και πιο συγκεκριμένα διατυπώνεται στο έργο Θεαίτητος, στο οποίο ένας από τους συνομιλητές αναφέρει ότι «έστιν ουν επιστήμη δόξα αληθής μετά λόγου», ότι δηλαδή η επιστήμη αποτελεί βεβαιωμένη με λογικά επιχειρήματα γνώση.

Σε γενικές γραμμές η επιστήμη είναι ένας όρος που παραδοσιακά χρησιμοποιείται για να δηλώσει το σύνολο της γνώσης που έχει εξακριβωθεί και τεκμηριωθεί με λογικά επιχειρήματα. Στην ουσία πρόκειται για ένα σύνολο από

λογικούς και εμπειρικούς, κατά βάση, κανόνες που θέσπισε ο άνθρωπος προκειμένου να μπορέσει να κατανοήσει τον κόσμο και όσα συμβαίνουν γύρω του, μέσω της διαδικασίας της παρατήρησης. Είναι γεγονός, ωστόσο, ότι δεν υπάρχει ακριβής ορισμός για το τι συνίσταται ως επιστήμη. Προέρχεται από το ρήμα «'επίσταμαι», δηλαδή γνωρίζω καλά. Σύμφωνα με τους Δρακόπουλο κ.α. (Δρακόπουλος et al., 2015) υπάρχουν ορισμένες «γενικώς αποδεκτές» θέσεις, με έναν ευρύτερα αποδεκτό ορισμό να είναι ο ακόλουθος:

«Επιστήμη είναι η ορθολογική και μεθοδική έρευνα της πραγματικότητας και η συστηματική οργάνωση της γνώσης που προκύπτει από την έρευνα αυτή»

Στον ορισμό που προηγήθηκε αναφέρεται η έννοια του ορθολογισμού, γεγονός το οποίο σύμφωνα με άλλους ερευνητές έχει αμφισβητηθεί εάν και σε ποιόν τομέα θα πρέπει να αποτελεί προϋπόθεση της επιστήμης (Mottierlini, 2007). Ωστόσο, αρκετοί συγγραφείς ακόμη και σήμερα θεωρούν ότι οι έννοιες του ορθολογισμού και της επιστήμης είναι άρρηκτα συνδεδεμένες. Παράλληλα, εκτός από την έννοια του ορθολογισμού, στον ορισμό που προηγήθηκε εμπεριέχεται και η συστηματική οργάνωση της γνώσης, γεγονός που οδήγησε ερευνητές όπως τον Feibleman (1961) να οδηγήσει σε ένα σαφή διαχωρισμό της «καθαρής επιστήμης» (pure science) ή «βασικής έρευνας» (basic research) και της «εφαρμοσμένης επιστήμης» (applied science) (Feibleman, 1961). Σύμφωνα με αυτή την κατηγοριοποίηση, με τον όρο «καθαρή επιστήμη» ή «βασική έρευνα» εννοείται μια μέθοδος η οποία διερευνά τη φύση σε συνδυασμό με την πειραματική μέθοδο, σε μια προσπάθεια να ικανοποιηθεί η ανάγκη της γνώσης. Ωστόσο, αρκετές δραστηριότητες στην «καθαρή επιστήμη» δεν είναι πειραματικές, όπως για παράδειγμα η βιολογική ταξινόμηση, αλλά βοηθητικές της πειραματικής διαδικασίας. Αντίστοιχα, με τον όρο «εφαρμοσμένη επιστήμη» εννοείται η χρήση της καθαρής επιστήμης για πρακτικούς ανθρώπινους σκοπούς. Επομένως συνδυαστικά θα ήταν δυνατόν να ειπωθεί ότι η επιστήμη εν γένει εξυπηρετεί δύο ανθρώπινους σκοπούς: τη γνώση και την πράξη. Το «γνωρίζειν» αποτελεί θέμα κατανόησης, ενώ το «πράττειν» θέμα δράσης. Ταυτόχρονα ο ίδιος ερευνητής εισάγει παράλληλα σε μια προσπάθεια απόδοσης ορισμών και τον όρο τεχνολογία, αποδίδοντάς τον ως μια προσπάθεια ικανοποίησης της πρακτικής ανάγκης, χωρίς όμως τη χρήση της «καθαρής επιστήμης», εν ολίγοις πείραμα χωρίς να προηγηθεί η εμπειριστατωμένη γνώση (Feibleman, 1961). Σε κάθε περίπτωση, με βάση τα δεδομένα της ανάλυσης του J. K. Feibleman, η «εφαρμοσμένη επιστήμη»,



είναι επί της ουσίας «καθαρή επιστήμη», αλλά επιστημονικά κινείται σε παραπάνω από μία ατραπούς- οδηγεί δηλαδή τόσο σε εξήγηση, όσο και σε εφαρμογή. Επιτυγχάνει την ανακάλυψη ορισμών, νόμων, συνθηκών, με την προϋπόθεση να μπορούν να εφαρμοστούν, με στόχους και αποτελέσματα. Έτσι, τόσο η «καθαρή επιστήμη» όσο και η «εφαρμοσμένη επιστήμη» έχουν στόχους και αποτελέσματα. Η μεν πρώτη έχει ως στόχο της την κατανόηση της φύσης ζητώντας εξηγήσεις, η δε δεύτερη έχει ως στόχο τον έλεγχο της φύσης, χρησιμοποιώντας τα ευρήματα της «καθαρής επιστήμης» για να επιτευχθεί πρακτική εφαρμογή.

Από την άλλη μια σειρά ερευνητών, (Schurz, 2013; Γέμτος, 1987; Δρακόπουλος, 2001) προσπάθησαν να προσεγγίσουν επαγωγικά τον ορισμό της επιστήμης με βάση τις λειτουργίες αυτής, με ειδική μνεία στη λεγόμενη «Αρχή της αξιολογικής ουδετερότητας» που οφείλει να πληροί η επιστήμη, καθώς η υποκειμενική έκφραση δεν είναι αποδεκτή διότι δεν συνάδει με την αρχή της διυποκειμενικής ισχύος των παραδοχών της. Με βάση αυτή την αναγκαία συνθήκη, τα βασικά στοιχεία της επιστήμης, είναι:

- η συστηματική γνώση,
- η ορθολογικότητα,
- η διυποκειμενικότητα,
- ο κριτικός έλεγχος,
- η εξήγηση και η πρόβλεψη φαινομένων,
- η μη αποδοχή γνώσης προερχόμενη από προσωπικές πεποιθήσεις και εξ αποκαλύψεως πηγές
- η αποφυγή διατύπωσης προτάσεων σε εσωτερική γλώσσα, μη-υποκείμενη στην αρχή της διυποκειμενικής ισχύος των πορισμάτων της,
- η απόρριψη αξιολογικών κρίσεων από το σώμα των επιστημονικών προτάσεων (Δρακόπουλος et al., 2015).

Όπως καθίσταται σαφές από την παραπάνω ανάλυση, η βιβλιογραφική αναζήτηση ορισμών για το τι συνιστά η επιστήμη ως ορισμός, οδηγεί σε μια αχανή αναζήτηση, λαμβάνοντας ειδικά υπόψη εργασίες, όπως παραδείγματος χάριν εκείνη του J. Flowerdew, στην οποία ο συγγραφέας σε μια προσπάθεια ομαδοποίησης ορισμών που πραγματοποιήθηκαν σε δεκαέξι διαλέξεις στον τομέα της χημείας και της βιολογίας, κατέληξε στην εύρεση τριακοσίων δεκαπέντε ορισμών (315), με μέση

συχνότητα εμφάνισης ενός ορισμού ανά 1 λεπτό 55 δευτερόλεπτα (Flowerdew, 1992)! Σε αυτό το πλαίσιο η σύγχρονη επιστημονική έρευνα- ειδικότερα τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, έχει στραφεί σε μια προσπάθεια πολλαπλής ερμηνείας ενός ολοκληρωμένου συνόλου ορισμών που αφορούν στον επιστημονικό αλφαριθμητισμό και εγγραμματισμό γενικότερα, καθώς και τη φύση της επιστήμης ειδικότερα (Burns et al., 2003; Roberts, 2013). Βασική προϋπόθεση είναι ο ενστερνισμός της βαθιάς κατανόησης της επιστήμης, έτσι ώστε να αποτελέσει τον πυλώνα για τον απώτερο βασικό στόχο που πραγματεύεται η εν λόγω εργασία, δηλαδή την κατανόηση από πλευράς μαθητών ή φοιτητών της φύσης της επιστήμης συνολικά και της φύσης της μηχανικής ειδικότερα. Οι εκπαιδευτικοί των επιστημών πιστεύουν ακράδαντα ότι η κατανόηση της NOS και των αρχών της είναι σημαντική προκειμένου οι μαθητές να λειτουργούν αποτελεσματικά σε σύγχρονες τεχνολογικά προηγμένες κοινωνίες (Khine, 2019), αποτελώντας εφαλτήριο για άλλα πεδία επιστημών, όπως η Μηχανική.

### **1.1.2. Επιστημονικός Αλφαριθμητισμός και Επιστημονικός Εγγραμματισμός**

Η ερμηνεία του επιστημονικού αλφαριθμητισμού έχει μεταβληθεί τα τελευταία χρόνια, μεταβαλλόμενη από την ικανότητα να διαβάζει κανείς και να κατανοεί άρθρα που σχετίζονται με την επιστήμη, στην έμφαση, πλέον, της κατανόησης και εφαρμογής των επιστημονικών αρχών στην καθημερινή ζωή. Μολονότι η έννοια του όρου επιστημονικός αλφαριθμητισμός δεν είναι σαφής πάντα, αυτή η σύγχυση οφείλεται στον πολύπλοκο και δυναμικό χαρακτήρα της έννοιας και όχι σε έλλειψη ορισμού (Roberts, 2013).

Οι πρώτοι ορισμοί του επιστημονικού αλφαριθμητισμού τείνουν να προβλέπουν εκτεταμένους καταλόγους δεξιοτήτων ή γενικότερων διαθέσεων. Το 1975, ο Shen (1975) πρότεινε τρεις γενικές κατηγορίες.

1. Πρακτική επιστημονική γνώση, η οποία εν ολίγοις είναι επιστημονική γνώση που μπορεί να εφαρμοστεί για να βοηθήσει στην επίλυση πρακτικών προβλημάτων. Από πολλούς ερευνητές αυτό ορίζεται ως επιστημονικός γραμματισμός (Maienschein, 1998)- **science literacy**
2. Δημόσιος επιστημονικός αλφαριθμητισμός, ο οποίος δίνει τη δυνατότητα σε έναν πολίτη να κατανοήσει καλύτερα την επιστήμη και τα ζητήματα που σχετίζονται με την επιστήμη, έτσι ώστε αυτός και οι εκπρόσωποί του να μην

αδιαφορούν, φέρνοντας την κοινή λογική τους σε τέτοιου είδους ζητήματα, συμμετέχοντας έτσι πληρέστερα στις δημοκρατικές διαδικασίες μιας όλο και περισσότερο τεχνολογικής κοινωνίας.

3. Πολιτιστική επιστημονική παιδεία, η οποία αποτελεί μια εκτίμηση της επιστήμης ως σημαντικό ανθρώπινο επίτευγμα.

Οι Durant, ο Miller (Durant, 1994; Miller & Czegan, 2016) και άλλοι χρησιμοποίησαν μια αξιολόγηση των διαστάσεων του περιεχομένου και της διαδικασίας προκειμένου να εκτιμήσουν την έκταση του δημόσιου επιστημονικού αλφαριθμητισμού σε πολλές χώρες του κόσμου. Αυτές οι ιδέες εξελίχθηκαν σε σύγχρονους ολιστικούς ορισμούς της επιστημονικής παιδείας όπως των Hacking, Goodrum, και Rennie's (Hacking & Hacking, 1999; Rennie et al., 2001), οι οποίες περιγράφουν ευρύτερα την επιστημονική παιδεία από την άποψη των αλληλένδετων περιβαλλόντων, δεξιοτήτων και "τρόπων σκέψης".

Θεμελιώδης ιδανική εικόνα είναι η πεποίθηση ότι η ανάπτυξη της επιστημονικής παιδείας θα πρέπει να είναι το επίκεντρο στα υποχρεωτικά έτη εκπαίδευσης. Πάνω σε αυτόν τον άξονα, στη μελέτη PISA, ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός (scientific literacy) ορίζεται ως η ικανότητα κατανόησης των χαρακτηριστικών της επιστήμης και της σημασίας της επιστήμης στον σύγχρονο κόσμο, η εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης, ο προσδιορισμός των θεμάτων, η περιγραφή των επιστημονικών φαινομένων, η εξαγωγή συμπερασμάτων με βάση στοιχεία και η προθυμία να συμμετέχουν σε επιστημονικές ιδέες και θέματα. Μια πτυχή είναι ότι οι μαθητές κατανοούν τη σημασία της επιστήμης και της τεχνολογίας στην καθημερινή τους ζωή. Θα πρέπει να είναι σε θέση να εφαρμόζουν μια επιστημονική προσέγγιση για την αξιολόγηση των επιστημονικών δεδομένων και πληροφοριών, προκειμένου να λαμβάνουν αποφάσεις βασισμένες σε τεκμήρια (Olsen et al., 2011; Ünlü et al., 2014).

Στον αντίποδα, η πρόσβαση στην επιστήμη - είτε με τη χρήση της γνώσης είτε με τη δημιουργία της- απαιτεί κάποιο επίπεδο εξοικείωσης με την πρακτική της επιστήμης: αναφέρεται, λοιπόν, ως επιστημονικός εγγραμματισμός (Pearson et al., 2015).

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός είναι επιθυμητός όχι μόνο για τα άτομα αλλά και για την υγεία και την ευημερία των κοινοτήτων και της κοινωνίας. Δεν αναφέρεται μόνο σε βασικές γνώσεις των επιστημονικών δεδομένων, οι σύγχρονοι ορισμοί περιλαμβάνουν κατανόηση των επιστημονικών διαδικασιών και πρακτικών, την εξοικείωση με το πώς λειτουργεί η επιστήμη και οι επιστήμονες, την ικανότητα να αξιολογεί κανείς τα προϊόντα της και την ικανότητας συμμετοχής σε πολιτικές αποφάσεις.

Απαντώντας σε αίτημα του Εθνικού Ινστιτούτου Υγείας (NIH), Οι Εθνικές Ακαδημίες Επιστημών, Μηχανικών και Ιατρικής δημιούργησαν μια επιτροπή για να μελετήσει το ρόλο του επιστημονικού εγγραμματισμού. Η επιτροπή εντόπισε πολλές πτυχές της επιστήμης, καθεμία από τις οποίες λειτουργεί σε διαφορετικό πλαίσιο. Αυτές οι πτυχές περιλαμβάνουν:

- την κατανόηση των επιστημονικών πρακτικών
- Τη γνώση περιεχομένου
- και κατανόηση της επιστήμης ως μια κοινωνική διαδικασία

Παράλληλα, ιστορικά η κυρίαρχη αντίληψη του επιστημονικού εγγραμματισμού περιορίστηκε στην ατομική ικανότητα, ενώ ο θεμελιώδης αλφαριθμητισμός (η ικανότητα επεξεργασίας πληροφοριών- προφορική και γραπτή -με τρόπους που επιτρέπουν σε κάποιον να κατασκευάσει μια έννοια) είναι μια απαραίτητη αλλά όχι επαρκής προϋπόθεση για την ανάπτυξη του επιστημονικού εγγραμματισμού (Snow & Dibner, n.d.).

### **1.1.3. Φύση της Επιστήμης**

Η προσπάθεια αποσαφήνισης της επιστημονικής γνώσης έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον των επιστημόνων τις τελευταίες δεκαετίες. Ήδη από τα τέλη των δεκαετιών του '70, αρχές και μέσα του '80 οι Schwab, Philips και Shulman (1986) εισήγαγαν τα θεμέλια της έρευνας στον εκπαιδευτικό τομέα, θεωρώντας την επιστημονική γνώση ως διδακτικό αντικείμενο, καταλήγοντας σε άκρως ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Το πιο βασικό, όμως, εύρημά τους είναι η επισήμανση της επιστημονικής γνώσης και ο διαχωρισμός αυτής σε δύο πτυχές, την εννοιολογική και τη μεθοδολογική- ή διαφορετικά ουσιαστική και συντακτική γνώση. Οι δύο πυλώνες της επιστημονικής γνώσης είναι σαφώς διακριτές, με τον πρώτο, δηλαδή την

εννοιολογική πτυχή να προσανατολίζεται στον προσδιορισμό των κύριων εννοιών και το δεύτερο, δηλαδή τη μεθοδολογική πτυχή να συμβάλλει στην αποσαφήνιση αλήθειας- ψεύδους και στην διαπίστωση εγκυρότητας– μη εγκυρότητας. Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις πτυχές, η έρευνα κατέληξε σε μια συνδιάλεξη η οποία περιγράφεται ως φύση της επιστήμης (Nature of Science- NOS). Η περιγραφή της φύσης της επιστήμης συνεπάγεται την εννοιολογική δομή της πειθαρχικής γνώσης (γνώση περιεχομένου) την οποία θέτει επί τάπητος, καθώς επίσης και τις μεθόδους της, τις οποίες αποδομεί και συνθέτει εκ νέου. Η περιγραφή αυτή αποτέλεσε έναν ειδικό τύπο έρευνας, η οποία καθιστά δυνατή την αντικειμενική γνώση για τη φύση, καθορίζει τα χαρακτηριστικά της, την κατάσταση των στοιχείων της και τελικά ορίζει την εγκυρότητα και αξιοπιστία τους (Galili, 2019). Μάλιστα, το πλέον σημαντικό είναι ότι και οι δύο πτυχές είναι εγγενώς συνυφασμένες και αλληλένδετες (Galili, 2019; Lakatos, 1980; K. R. Popper, 1962), ενώ η πολυπλοκότητα πηγάζει από το γεγονός ότι η διδασκαλία της επιστήμης απαιτεί ικανότητα σε διάφορες διαστάσεις συνεισφοράς από ανεξάρτητους κλάδους.

Παράλληλα, τα τελευταία χρόνια η επιστημονική κοινότητα όσον αφορά στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών συγκλίνει σε έναν απώτερο στόχο, δηλαδή την απόκτηση του επιστημονικού εγγραμματισμού που αναφέρθηκε προηγουμένως. Ένα κοινό σκεπτικό είναι ότι προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, θα πρέπει προηγουμένως οι μαθητές να κατανοήσουν αφενός και να αφομοιώσουν αφετέρου μια έννοια που όπως προαναφέρθηκε, προσανατολίζεται ο επιστημονικός κόσμος- τη φύση της επιστήμης (Nature of Science- NOS). Η «φύση της επιστήμης» αναφέρεται χαρακτηριστικά στην επιστημολογία της επιστήμης, την επιστήμη ως τρόπο γνώσης ή τις αξίες και τις πεποιθήσεις που είναι εγγενείς στην ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Norman G Lederman, 1992). Πέρα από αυτούς τους γενικούς χαρακτηρισμούς, δεν υπάρχει επί του παρόντος συναίνεση μεταξύ των φιλοσόφων της επιστήμης, των ιστορικών της επιστήμης, των επιστημόνων και των εκπαιδευτικών της επιστήμης σχετικά με έναν συγκεκριμένο ορισμό για τη φύση της επιστήμης.

Γενικά με τον όρο «Φύση της Επιστήμης» (ΦτΕ) περιγράφονται τα χαρακτηριστικά της λειτουργίας των Φυσικών Επιστημών, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αυτές οι επιστήμες αλληλεπιδρούν με άλλους κοινωνικούς παράγοντες (Κουλαϊδής Β., Αποστόλου Α., 2008).

Ένας ίσως πιο εμπειριστατωμένος ορισμός στον οποίο εμπεριέχονται τα παραπάνω είναι εκείνος από τους McComas et al. (2002), σύμφωνα με τους οποίους η φύση της επιστήμης στην εκπαίδευση θα μπορούσε γενικά να οριστεί ως «...ένα υβριδικό πεδίο όπου συναντιόνται στοιχεία από διάφορες κοινωνικές οπτικές της επιστήμης όπως η ιστορία, η κοινωνιολογία και η φιλοσοφία της επιστήμης, συνδυαζόμενα με την έρευνα από τις γνωστικές επιστήμες όπως η ψυχολογία, σε μία πλούσια περιγραφή του τι είναι η επιστήμη, πώς λειτουργεί, πώς λειτουργούν οι επιστήμονες ως κοινωνική ομάδα και πώς η ίδια η κοινωνία κατευθύνει τις επιστημονικές προσπάθειες και αντιδρά σε αυτές» (McComas et al., 2002).

Από τον ορισμό που προηγήθηκε, καθίσταται σαφές ότι η φύση της επιστήμης προϋποθέτει μια σειρά παραγόντων οι οποίοι θα πρέπει να συνδυαστούν, δημιουργώντας μια αλυσιδωτή αντίδραση. Πιο συγκεκριμένα, πρωταρχικός στόχος πολλών επιστημών είναι να παρέχουν σαφείς επεξηγήσεις για το φυσικό κόσμο και τις ακριβείς λειτουργίες αυτού, το οποίο εν γένει αποτελεί τη βάση του περιεχομένου της επιστήμης και η οποία θα έπρεπε να παρουσιάζεται στις σχολικές τάξεις (McCain, 2015). Κατ' αντιστοιχία, οι φιλόσοφοι της επιστήμης οι οποίοι μελετούν τη φύση της επιστήμης, εναλλακτικά στρέφουν την προσοχή τους σε διαδικασίες οι οποίες εστιάζουν στον τρόπο κατά τον οποίο οι επιστήμονες ερευνούν, σκέπτονται και παρέχουν εξηγήσεις για τα φυσικά φαινόμενα (Herman et al., 2019). Συνδυαστικά, ορισμένοι επιστήμονες της εκπαίδευσης (Clough, 2006; Hodson, 2009), καθώς και διεθνή τρέχοντα πρότυπα (Council, 2012; *Next Generation Science Standards: For States, By States*, 2013) συγκλίνουν στο συνδυασμό πρακτικών από πλευράς μαθητών σε μια σειρά πλαισίων και ανάπτυξης εξελιγμένων και λειτουργικών επεξηγήσεων περιεχομένου επιστήμης και κατανόησης της φύσης της επιστήμης. Τέτοιου είδους κατανοήσεις θα αποτελέσουν, βάσει των απόψεων αυτών, ένα πολύ σημαντικό μέρος της εκπαίδευσης επιστημονικά εγγράμματων πολιτών, οι οποίοι θα είναι σε θέση να συνδυάσουν έξυπνα, να σκεφτούν και εν τέλει να συμμετέχουν στην επίλυση σημαντικών σύγχρονων κοινωνικο-επιστημονικών καίριων θεμάτων, όπως παραδείγματος χάριν η κλιματική αλλαγή, τα οποία έχουν κοινωνικές διαστάσεις (Herman et al., 2018, 2019). Βεβαίως, οι μαθητές σύμφωνα με την παραπάνω άποψη, δεν είναι σε θέση να κατέχουν το υπόβαθρο για να κατασκευάσουν περίπλοκες επιστημονικές εξηγήσεις και οπτικές της φύσης της επιστήμης- και σε αυτό το σημείο υπεισέρχεται ο ρόλος του εκπαιδευτικού, ο οποίος θα παρέχει τόσο διδακτική, όσο και εκπαιδευτική υποστήριξη.

Είναι ευρέως αναγνωρισμένο πως η φύση της επιστήμης εισέρχεται στον τομέα της εκπαίδευσης κάθε φορά που ο κάθε δάσκαλος αναρωτιέται «Τι είδους γνώση αντιπροσωπεύει η επιστήμη;», «Τι γνώση θεωρείται επιστημονική;» και «Πώς πρέπει να παρουσιάζει κανείς αυτή τη γνώση στην τακτική διδασκαλία;» Οι εκπαιδευτικοί επιστήμης, λοιπόν, καλούνται να παίξουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο, ο οποίος θα πρέπει να γίνει κτήμα αρχικά από τους ίδιους. Καλούνται, ακόμη, να ανταπεξέλθουν στην πρόκληση που γεννάται από την ανάγκη σύνθεσης διαφορετικών πτυχών της γνώσης που τίθεται από διάφορους κλάδους. Ο ρόλος επομένως του εκπαιδευτικού είναι αρκετά σημαντικός, αλλά και κρίσιμος. Αρχικά, αναγκαία συνθήκη αποτελεί η βαθιά γνώση του αντίστοιχου περιεχομένου από τους εκπαιδευτικούς, τόσο από μεθοδολογικής όσο και από επιστημολογικής άποψης (Matthews, 2000).

Η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών είναι εξίσου υπεύθυνη για την έλλειψη ακριβούς και αποτελεσματικής διδασκαλίας της φύσης της επιστήμης στα σχολεία. Πολύ λίγα είναι τα προγράμματα εκπαίδευσης καθηγητών Φυσικών Επιστημών τα οποία απαιτούν την εκμάθηση της ιστορίας και της φύσης της επιστήμης (Backhus & Thompson, 2006), με το πρόσχημα της έλλειψης χρόνου, ενώ παράλληλα φαίνεται ότι δεν προωθούνται μαθήματα επιστημονικών μεθόδων που στόχο θα έχουν μια βαθιά και ισχυρή κατανόηση της φύσης της επιστήμης και παιδαγωγικής φύσης της επιστήμης, προκειμένου να προετοιμάσουν τους εκπαιδευτικούς για τους σκληρούς θεσμικούς περιορισμούς που μπορεί να αντιμετωπίσουν προσπαθώντας να διδάξουν για την ιστορία και τη φύση της επιστήμης.

Ακόμη, τα προγράμματα σπουδών όπου συναντάται η ιστορία και τα μαθήματα των φυσικών επιστημών συνήθως είναι σχεδιασμένα για μεταπτυχιακούς φοιτητές και δεν αποτελούν προϋπόθεση για τους εκπαιδευτικούς. Μάλιστα, ακόμα και σε τέτοιου είδους μεταπτυχιακά προγράμματα που στόχος είναι η φύση της επιστήμης, είναι πολύ πιο σύνηθες να δίνεται περισσότερη έμφαση και χρόνος στην ιστορία, τη φιλοσοφία και την κοινωνιολογία της επιστήμης, πριν να είναι σε θέση να δώσουν ουσιαστική προσοχή στη φύση της επιστήμης (Clough, 2018).

Αντίστοιχα, θα πρέπει να υπάρχει μια ενιαία κατεύθυνση στο διδακτικό αντικείμενο, απαλλαγμένη από το προσωπικό υπόβαθρο και την υποκειμενικότητα του εκάστοτε επιστήμονα, ο οποίος σημειωτέον θα πρέπει να είναι σε θέση να καταρτίζεται συνεχώς στην ατέρμονη και συνεχώς εναλλασσόμενη επιστήμη.

Και ενώ οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να κατανοούν με ακρίβεια την ιστορία, τη φιλοσοφία και την κοινωνιολογία της επιστήμης προκειμένου να είναι σε θέση να διδάξουν τη φύση της επιστήμης, αυτό δεν εξασφαλίζει απαραίτητα αποτελεσματική διδασκαλία. Σύμφωνα με την έρευνα του Clough (2018), καθίσταται σαφές ότι η προσοχή των μαθητών θα πρέπει να προσελκύεται ανοιχτά από τις ιδέες της φύσης της επιστήμης κατά τρόπο τέτοιο, ώστε να τους προκαλεί να ασχοληθούν σε διανοητικό επίπεδο. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με το γεγονός ότι η διδασκαλία των φυσικών επιστημών τείνει να εστιάζει συνήθως στην παρουσίαση βασικών νόμων και θεωριών σε περιγραφική μορφή και στην εφαρμογή μαθηματικών σχέσεων για την επίλυση ποσοτικών προβλημάτων (Kesidou & Roseman, 2002; Αποστόλου, 2008, Κουλαϊδής,). Αυτό, ενδεχομένως, οδηγεί τους μαθητές να αναπτύξουν την εσφαλμένη αντίληψη ότι η μάθηση στις φυσικές επιστήμες στηρίζεται στην απομνημόνευση πληροφοριών και στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων, η οποία τείνει να υποσκάπτει την ανάπτυξη θετικών στάσεων σε σχέση με τη φύση της επιστήμης (Driver et al., 1996). Η διδακτική επεξεργασία του περιεχομένου των φυσικών επιστημών με τρόπο που να τονίζει πτυχές της φύσης της επιστήμης, όπως ο κοινωνικός χαρακτήρας των επιστημονικών διεργασιών, μπορεί να συμβάλει στην κατάργηση αυτής της αντίληψης και να ενισχύσει το ενδιαφέρον και το κίνητρο των μαθητών για αυθεντική εμπλοκή με το μαθησιακό περιβάλλον των φυσικών επιστημών (Lederman, 1992; Lythcott & Duschl, 1990; Αποστόλου Α, Κουλαϊδής, 2008.).

Ξεκινώντας από την τελευταία δεκαετία, πολλά σημεία αναφοράς που στοχεύουν στη διδασκαλία των εννοιών της φύσης της επιστήμης έχουν εισέλθει στα κύρια πρότυπα εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών σε όλο τον κόσμο. Η παρουσίαση μιας ακριβούς εικόνας της επιστήμης στους μαθητές στα μαθήματα των φυσικών επιστημών είναι επικείμενη δυνατότητα να λειτουργήσει ως αντίδοτο των αρνητικών επιπτώσεων των ψευδοεπιστημονικών, παραφυσικών, μυθικών και δεισιδαιμονικών πεποιθήσεων καθώς η επιρροή τους στην κοινωνία γενικότερα κερδίζει σήμερα δυναμική. Στη βιβλιογραφία της επιστημονικής εκπαίδευσης, έννοιες όπως εκείνη της φύσης της επιστήμης αντιμετωπίζονται ως γνωστικές αντί για ένα αποτελεσματικό μαθησιακό αποτέλεσμα και προτείνεται να λαμβάνονται οδηγίες και σκόπιμα σχεδιασμένες ρυθμίσεις με μια ρητή και αναστοχαστική προσέγγιση (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). Μια σημαντική παράμετρος που σχετίζεται με τη συμπερίληψη της φύσης της επιστήμης (NOS) στο πρόγραμμα σπουδών των φυσικών



επιστημών σχετίζεται με το ποιες πτυχές της είναι οι πιο κατάλληλες για τον ακριβή καθορισμό του τομέα της φύσης της επιστήμης σε επίπεδα κατάλληλα για τον διαθέσιμο χρόνο, τα ενδιαφέροντα των μαθητών και την ικανότητα κατανόησης. Όσοι υποστηρίζουν τη φύση της επιστήμης στο πρόγραμμα σπουδών των φυσικών επιστημών κατανοούν ότι αυτό το θέμα και άλλες πτυχές του περιεχομένου της επιστήμης θα πρέπει να προσφερθούν με ακρίβεια σε κλιμακωτά επίπεδα και με εισαγωγικά μαθήματα προηγουμένως. Ως εκ τούτου, πολλοί στην κοινότητα της επιστημονικής εκπαίδευσης έχουν συνεισφέρει σε αυτό που έγινε γνωστό ως η «συναινετική» άποψη της φύσης της επιστήμης (“consensus” view of NOS). Αυτό δεν σημαίνει ότι όλοι όσοι εμπλέκονται στην υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης των φυσικών επιστημών συμφωνούν ακριβώς στις προτεινόμενες πτυχές, αλλά γενικά, υπάρχει μια ευρεία αλλά όχι καθολική συναίνεση που προσφέρεται (McComas, 2020). Παρά, λοιπόν, το γεγονός ότι υπάρχει έλλειψη ενός ενιαίου ορισμού της φύσης της επιστήμης, ορισμένες επιλεγμένες πτυχές της προωθούνται στη «λίστα συναίνεσης». Οι εκπαιδευτικοί αναμένεται να διδάξουν τις πτυχές αυτές στους μαθητές τους, ωστόσο αυτό είναι γενικά παραδεκτό ότι ταιριάζει καλύτερα στη γνωστική ωριμότητα των φοιτητών. Η συναινετική άποψη στη βιβλιογραφία για την εκπαίδευση των φυσικών επιστημών αποτελείται συνήθως από τις ακόλουθες πτυχές της φύσης της επιστήμης. Πιο συγκεκριμένα και κατά τη συναινετική άποψη η επιστημονική γνώση είναι:

- (1) δοκιμαστική,
- (2) εμπειρική,
- (3) γεμάτη θεωρία,
- (4) ενσωματωμένη σε ένα κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο,
- (5) εν μέρει προϊόν φαντασίας και δημιουργικότητας,
- (6) δημιούργημα υιοθέτησης διαφόρων μεθόδων και όχι μιας ενιαίας καθολικής μεθόδου και
- (7) αποτελείται από νόμους και θεωρίες που διαθέτουν διακριτικά χαρακτηριστικά (Karaman, 2022).

Η συναινετική άποψη σήμερα προσελκύει αρκετές επικρίσεις από διάφορους ερευνητές (Allchin, 2017; Irzik & Nola, 2011), ενώ ταυτόχρονα άλλοι επικρίνουν ορισμένα από τα στοιχεία ως ενδεχομένως υπερβολικά απλοποιημένα, μπερδεμένα, συχνά παραπλανητικά, συχνά μη χρήσιμα και φιλοσοφικά αφελή (Hodson & Wong, 2017). Ωστόσο, η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνητικών μελετών στη βιβλιογραφία επικεντρώνεται συχνά στον τρόπο με τον οποίο οι δάσκαλοι κατανοούν τις έννοιες της φύσης της επιστήμης (συνήθως, αν όχι πάντα, στη λίστα συναίνεσης), ωστόσο αγνοεί τον τρόπο με τον οποίο οι δάσκαλοι οριοθετούν την επιστήμη από τη μη επιστήμη και την ψευδοεπιστήμη (Karaman, 2022).

Λόγω του ότι οι εκπαιδευτικοί είναι οι κύριοι ενδιαφερόμενοι στην οικοδόμηση ενός επιστημονικά γενικού τομέα αναζήτησης κριτηρίων για τη διάκριση της επιστήμης από άλλους τρόπους της γνώσης χαρακτηρίστηκε ως «μια ουσιοκρατική άποψη της επιστήμης» (Eflin et al., 1999). Αν και αυτή η ουσιοκρατική προσέγγιση που έχει ως στόχο να επινοήσει ένα λειτουργικό κριτήριο για την οριοθέτηση της επιστήμης από τη μη επιστήμη και την ψευδοεπιστήμη δεν έχει ένα καθορισμένο αποτέλεσμα, η αντίθεση ορισμένων χαρακτηριστικών της επιστήμης με την ψευδοεπιστήμη μπορεί να είναι η κατάλληλη πλατφόρμα για τους εκπαιδευτικούς αναπτύξουν καλύτερη κατανόηση των εννοιών NOS (Afonso & Gilbert, 2010). Η δυνατότητα διάκρισης της επιστήμης από την ψευδοεπιστήμη γίνεται εξαιρετικά σημαντική καθώς ψευδοεπιστημονικοί ισχυρισμοί αποτελούν πιθανή απειλή για τη μελλοντική ευημερία της κοινωνίας μέσω της υπονόμησης του απώτερου σκοπού της επιστημονικής εκπαίδευσης για την οικοδόμηση μιας επιστημονικά εγγράμματης κοινωνίας (Good et al., 2012; Kallery & Psillos, 2001; Losh & Nzekwe, 2011; Zaboski & Therriault, 2020). Για την προστασία των μαθητών από τα αρνητικά αποτελέσματα των ψευδοεπιστημονικών ισχυρισμών, η οδηγία για την οριοθέτηση της επιστήμης από την ψευδοεπιστήμη θα πρέπει να αναγνωριστεί ως ένα από τα βασικά συστατικά του επιστημονικού γραμματισμού (Good et al., 2012; Hodson, 2009; Karaman, 2022; Metin et al., 2020).

Τόσο οι μαθητές όσο και οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να εστιάζουν στη φύση της επιστήμης παρά στα δεδομένα και στις αρχές της. Η σχολική επιστήμη θα πρέπει να δίνει στους μαθητές την ευκαιρία να βιώσουν την επιστήμη και τις διαδικασίες της, απελευθερωμένοι από θρύλους, παρανοήσεις και εξιδανικεύσεις που ενυπάρχουν στους μύθους για τη φύση της επιστήμης. Θα πρέπει να υπάρχουν πολλές ευκαιρίες

τόσο για τους νέους όσο και για τους έμπειρους εκπαιδευτικούς να μάθουν και να εφαρμόσουν τους πραγματικούς κανόνες της επιστήμης, παράλληλα με προσεκτική ανασκόπηση των διδακτικών βιβλίων, προκειμένου να εξαλειφθούν οι περιπτώσεις οι οποίες συμβάλλουν στην προώθηση μιας ανακριβούς εικόνας της επιστήμης και της φύσης της.

#### **1.1.4. Τι είναι η μηχανική- Ιστορική αναδρομή**

Υπήρξαν αρκετές προσπάθειες προκειμένου να δοθεί ένας σαφής ορισμός του είναι η μηχανική και η σχέση της με την επιστήμη. Ένας εξ αυτών, του αμερικανικού Συμβουλίου Μηχανικών- American Engineers' Council for Professional Development (ECPD, ο προκάτοχος της ABET)(ABET, 2021) έχει ορίσει τη «μηχανική» ως τη δημιουργική εφαρμογή επιστημονικών αρχών για το σχεδιασμό ή την ανάπτυξη δομών, μηχανών, συσκευών ή διαδικασιών παραγωγής ή έργων τα οποία χρησιμοποιούνται μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, η κατασκευή και λειτουργία αυτών με πλήρη έλεγχο του σχεδιασμού τους, με πρόβλεψη της συμπεριφοράς τους υπό συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας, οικονομίας λειτουργίας με γνώμονα πάντα την ασφάλεια της ζωής και της ιδιοκτησίας.

Οι άνθρωποι εν γένει έχουν την τάση να προσαρμόζουν το περιβάλλον τους προκειμένου να ανταποκριθούν καλύτερα στις ανάγκες και τις επιθυμίες τους πριν ακόμη από την καταγεγραμμένη ιστορία. Πάντα υπήρχαν άνθρωποι που σχεδίαζαν και κατασκεύαζαν εργαλεία ή άλλες συσκευές για την επίλυση προβλημάτων ή τη βελτίωση της ζωής. Με την ανάπτυξη του πολιτισμού, γεννήθηκε και η ανάγκη διαμόρφωσης του ανθρωπιστικού περιβάλλοντος με αγροκτήματα, χωριά, πλοία, δρόμους και εν τέλει μεγάλες πόλεις, ενώ συνεπακόλουθα με κάθε πρόοδο ήρθαν νέες προκλήσεις που απαιτούσαν πιο σύνθετες και δημιουργικές λύσεις. Ένα πρώιμο παράδειγμα μιας δραστηριότητας που τώρα εμπίπτει στον τομέα της μηχανικής ήταν η κατασκευή και βελτίωση του συστήματος υδραγωγείων που μετέφερε νερό μέσα και γύρω από τη Ρώμη ξεκινώντας από τον τέταρτο αιώνα π.Χ. Ένα έργο αυτού του βεληνεκούς σήμερα θα ήταν σε μεγάλο βαθμό ευθύνη των μηχανικών. Σε γενικές γραμμές το επάγγελμα το οποίο πλέον ονομάζεται μηχανικός εμφανίστηκε κατά τη διάρκεια του 1500 μΧ, όταν οι ειδικοί άρχισαν να χρησιμοποιούν τα μαθηματικά για να σχεδιάζουν στρατιωτικές οχυρώσεις. Αυτοί οι ειδικοί στρατιωτικοί αρχιτέκτονες θα άφηναν γενικά τους τεχνίτες να κάνουν την πραγματική κατασκευή, και έτσι να γίνουν οι πρώτοι αληθινοί μηχανικοί με τη σύγχρονη έννοια της λέξης.

Στα μέσα του δέκατου ένατου αιώνα, οι νέες μέθοδοι επεξεργασίας - κυρίως για το χάλυβα και το πετρέλαιο- διαμόρφωσαν τη μεταφορά, την κατασκευή και τη βιομηχανία. Οι επιστήμονες, οι εφευρέτες και οι επιχειρηματίες άκμασαν και οι τεχνολογίες αυτού του είδους έκαναν την εμφάνισή τους σε πολλούς διαφορετικούς κλάδους. Στη συνέχεια, στα τέλη του 1800 οι εφευρέτες άρχισαν να ταυτίζονται με τη διαδικασία της μηχανικής και το επάγγελμα του μηχανικού άρχισε να χωρίζεται σε ειδικούς κλάδους, όπως ο κλάδος των πολιτικών, μηχανολόγων και ηλεκτρολόγων μηχανικών. Στην Αμερική, μέχρι τον Εμφύλιο Πόλεμο, οι μηχανικοί εκπαιδεύονταν σε στρατιωτικές ακαδημίες ή μέσω βιομηχανικών προγραμμάτων μαθητείας, ενώ από τη δεκαετία του 1860 είχε ήδη δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στην επίσημη εκπαίδευση που περιελάμβανε σημαντική έμφαση στα μαθηματικά και τις επιστήμες, ώσπου τελικά, φτάνει ο 20<sup>ος</sup> αιώνας, ο οποίος γίνεται σήμα κατατεθέν της μηχανικής. Τον 20<sup>ο</sup>, λοιπόν, αιώνα ο άνθρωπος κατακτά το διάστημα, κατασκευάζει αυτοκίνητα και δημιουργεί σύγχρονους αυτοκινητόδρομους, επενεργεί και επιλύει τη ρύπανση των υδάτων, ενώ πραγματοποιεί επανάσταση στον τομέα παραγωγής τροφίμων. Ομοίως και στον κατασκευαστικό τομέα, τα σπίτια γίνονται πιο άνετα και περισσότερο αποτελεσματικά, με χρήση συσκευών οι οποίες εξοικονομούν χρόνο και χρήμα, ενώ επιφέρει και κοινωνική αναπροσαρμογή με μέσα τηλεπικοινωνιών, όπως ραδιόφωνο και τηλέφωνο ή γενικότερα με ποικιλία τεχνολογιών απεικόνισης και μάλιστα όλα αυτά πριν την εκτεταμένη χρήση των υπολογιστών και του διαδικτύου.

Η μηχανική, η οποία έχει φτάσει στις μέρες μας να είναι μία από τις κορωνίδες των επιστημών, δεν άφησε ανεπηρέαστο τον τομέα της εκπαίδευσης, στενά συνυφασμένο, ο οποίος έπαιξε καθοριστικό ρόλο στο να φτάσει στη σημερινή της θέση. Σύμφωνα με ερευνητικές εργασίες (Baskette & Fantz, 2013; Cajas, 2001; Cheek, 1997; Dearing & Daugherty, 2004; Kelley & Kellam, 2009), οι ιστορικές περίοδοι της εκπαίδευσης των μηχανικών είναι δυνατόν να χωριστεί σε πέντε περιόδους:

1. Πριν τη βιομηχανική επανάσταση
2. Από τη βιομηχανική επανάσταση έως το 1913
3. Από το 1913 έως την εκτόξευση του δορυφόρου Sputnik το 1950 και
4. από το 1980-σήμερα (Bagherzadeh et al., 2017).

## 1. Πριν τη βιομηχανική επανάσταση.

Με βάση ιστορικές πηγές, η εφεύρεση του συστήματος εκπαίδευσης χρονολογείται περίπου 4000 χρόνια πριν τη γέννηση του Χριστού στην Αίγυπτο. Πιο συγκεκριμένα, η Αλεξάνδρεια γίνεται το κέντρο της ανάπτυξης της Μηχανικής με σημαντική ανάπτυξη του αιγυπτιακού πολιτισμού, αποτελώντας τη βάση για την επίσης σημαντική ανάπτυξη στον Ελλαδικό χώρο, των επιστημόνων και φιλοσόφων, με τις επιστήμη και τη φιλοσοφία να συγχωνεύονται και να δημιουργούν έναν νέο κλάδο της επιστήμης, η οποία ονομάζεται μηχανική. Χαρακτηριστική φυσιογνωμία αυτής της σύμπτυξης αποτελεί ο Αρχιμήδης, ο οποίος φέρεται ενίοτε ως ο ιδρυτής της μηχανικής, καθώς αποτέλεσε μια ολοκληρωμένη μορφή επιστήμης και πρακτικής. Τέτοιου είδους μορφές επίσης ήταν ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς, ο Αγησίστρατος, ο Διάδης ο Πελλαίος, Μεταγένης ο Ξυπέτιος, ο Πολύειδος ο Θεσσαλός, ωστόσο η μηχανική, ως ένα συνεκτικό σύστημα ανθρώπινων δραστηριοτήτων, καθιερώθηκε το 19<sup>ο</sup> αιώνα (Bagherzadeh et al., 2017; Hejazi, 2016). Όμως, η εκπαίδευση της μηχανικής, είναι στενά συνυφασμένη με την τεχνολογική εξέλιξη, μέσω της τεχνολογικής εκπαίδευσης. Η τεχνολογία εν γένει θεωρείται μια από τις πρωταρχικές ανθρώπινες δραστηριότητες, η οποία ιστορικά φαίνεται ότι πραγματοποιήθηκε με σκοπό την πρόοδο και την εξέλιξη των ανθρώπων, οι οποίοι αναγκάστηκαν σε συνασπισμό κοινών συμφερόντων προκειμένου να ικανοποιήσουν τις πρωταρχικές τους ανάγκες και ελλείψεις. Η διαδικασία αυτή απαιτούσε αλληλεπίδραση για τη διάδοση τεχνικών δεξιοτήτων, η οποία βοήθησε στην ανάπτυξη συστημάτων κατάρτισης, όπως συνέβη με τους Σκανδιναβούς αγρότες, οι οποίοι για να γεμίσουν τις μακριές χειμωνιάτικες νύχτες, προσανατολίστηκαν στην επένδυση επίπλων και εργαλείων σκαλίσματος, δημιουργώντας ένα σημαντικό συστατικό της κουλτούρας της Σουηδίας και της Φιλανδίας, οι οποίες μετά τη βιομηχανική επανάσταση πρωτοστάτησαν. Οι Σουηδοί Anna Signiss και Oto Salomon υπήρξαν εκπαιδευτικά οι ηγέτες τέτοιων εγχειρημάτων (Bagherzadeh et al., 2017). Με άλλα λόγια, η τεχνολογική εκπαίδευση σε πολλές χώρες είναι αποτέλεσμα τεχνών, χειροτεχνιών και τεχνικών δεξιοτήτων. Η τεχνολογική εκπαίδευση θεωρούνταν από καιρό ως βασικό συστατικό τόσο στη δημόσια όσο και στην επαγγελματική εκπαίδευση.

## 2. Από τη βιομηχανική επανάσταση έως το 1913

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ήδη από τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα και τις αρχές του 20<sup>ου</sup> η μηχανική θεωρείται ως ένα διαφορετικό επάγγελμα και τα βασικά προγράμματα για την εκπαίδευση μηχανικών επικεντρώνονται στην προετοιμασία των φοιτητών κυρίως μέσω πρακτικής εκπαίδευσης. Ωστόσο, ο ρόλος της επιστήμης και των μαθηματικών μοντέλων ήταν σπάνια αποδεκτός και έτσι δεν δινόταν η ευκαιρία για σημαντική βελτίωση. Η πρώτη αξιολογη προσπάθεια ήταν εκείνη Ρώσων μηχανικών από τη σχολή Tamperial της Μόσχας, οι οποίοι αντικατέστησαν τις παραδοσιακές μεθόδους πρακτικής άσκησης με έναν απλό εκπαιδευτικό προγραμματισμό, ο οποίος διαχώριζε εύκολα και δύσκολα πρακτικά μαθήματα από εργαστήρια. Παραδοσιακά, η μίμηση θεωρούνταν μία από τις κύριες μεθόδους για την απόκτηση δεξιοτήτων και πληροφοριών για περιορισμένο αριθμό ατόμων που διδάσκονταν όλα από μία αυθεντία (Education, 2012). Η εκπαιδευτική, λοιπόν διαμόρφωση φαίνεται να βρίσκει τις απαρχές της στη Ρωσία το 1876, όταν οι Viktor Dalanus και η ομάδα του αισθάνθηκαν την ανάγκη για ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα, το οποίο θα ήταν δυνατόν να συντομεύσει το χρόνο για την εκμάθηση της βιομηχανικής διαδικασίας. Το αποτέλεσμα οδήγησε σε μια έκθεση η οποία συμπεριλάμβανε και προϊόντα που κατασκευάστηκαν από αμερικανούς μαθητές προκειμένου να τιμήσουν τα εκατό χρόνια της ίδρυσης της Φιλαδέλφεια, με την έκθεση αυτή να έχει ασκήσει μεγάλη επιρροή στο εκπαιδευτικό σύστημα της Αμερικής, όπου και αποφασίστηκε ότι οι μηχανικοί των πιο γνωστών Ινστιτούτων (Ουάσινγκτον, Μασαχουσέτη) στερούνταν εκπαιδευτικής ετοιμότητας, που ήταν αποτέλεσμα της έλλειψης εμπειρίας, τόσο στον τομέα των μηχανών, όσο και των υλικών, με αποτέλεσμα να προβούν σε ανακοίνωση η οποία όριζε ότι οι περισσότεροι απόφοιτοι έπρεπε να περάσουν μια μακροχρόνια πρακτική άσκηση πριν «βαπτιστούν» επίσημα ως μηχανικοί.

## 3. Από το 1913 έως την εκτόξευση του δορυφόρου Sputnik το 1950

Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η εκπαίδευση των μηχανικών άρχισε να εισέρχεται σε πεδία επιστήμης, αλλά και στατιστικής, προκειμένου να βελτιώσει τη μηχανική και τη βιομηχανία. Ωστόσο, το σημαντικό άλμα στην ποιότητα της μηχανικής σημειώθηκε μετά τον Παγκόσμιο Πόλεμο (Shirazi & Soroor, 2007). Το πλέον, όμως, σημαντικό βήμα εκείνης της περιόδου ήταν το έτος 1913, όπου στο

πανεπιστήμιο Columbia δημιουργήθηκε ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο, το οποίο προσανατολιζόταν στους δασκάλους του δημοτικού και το οποίο ως απώτερο στόχο είχε την παραγωγική σκέψη των μικρών μαθητών, προκειμένου να γίνουν στο μέλλον ώριμοι καταναλωτές. Έτσι, σταδιακά, πραγματοποιήθηκαν αλλαγές σε βιομηχανικούς τομείς της ξυλουργικής, του βιομηχανικού σχεδίου, της μεταλλουργίας, των γραφικών τεχνών, της χειροτεχνίας, της μηχανικής και της ενέργειας μέσω αυτού του πλαισίου, πραγματοποιώντας συγχρόνως αλλαγές στο σύγχρονο εγγραμματισμό μεγάλης κλίμακας με επίκεντρο τα γνωστικά και εκτελεστικά προσόντα στην επαγγελματική κατάρτιση για ορισμένα εκπαιδευτικά προγράμματα (Bagherzadeh et al., 2017; Education, 2012; Ernst & Haynie III, 2010)

#### 4. Από το 1950 έως το 1980

Μετά το 1950 αρχίζει να γίνεται εμφανής στην Ευρώπη αρχικά και στην Αμερική στη συνέχεια η επιστημονική προσέγγιση της Μηχανικής. Αρχίζουν ήδη από το 1961 να ιδρύονται Ανώτατες Σχολές Μηχανικών Επιστημών, με σκοπό να γαλουχήσουν επιστήμονες με έντονο ενδιαφέρον για την πρακτική τεχνολογία και μηχανικούς που έχουν μια σταθερή αντίληψη των βασικών επιστημών και που μπορούν να το χρησιμοποιήσουν τεχνογνωσία για την ανάπτυξη νέας τεχνολογίας. Μέχρι τότε είχε παρατηρηθεί ότι οι επιστήμονες ήταν πιο προετοιμασμένοι να αντιμετωπίσουν τη νέα και σύγχρονη τεχνολογία από ότι οι μηχανικοί. Έτσι, αυξήθηκε το επιστημονικό και μαθηματικό πλαίσιο των προγραμμάτων εκπαίδευσης μηχανικής, ενώ μειώθηκε ο χρόνος που αφιερώνουν οι μαθητές σε εργαστήρια και για τεχνικές και επαγγελματικές δραστηριότητες μηχανικής (Bagherzadeh et al., 2017; Grimson, 2002).

#### 4. Από το 1980 έως σήμερα

Οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις του 21<sup>ου</sup> αιώνα, με τον επιτυχή περιορισμό της πυρηνικής ενέργειας, αλλά και γεωπολιτικές πραγματικότητες, όπως οι δορυφόροι, οδήγησαν τους μηχανικούς σε πλήρη εξοικείωση με τις επιστήμες και τα μαθηματικά και παράλληλα στη σωστή εκπαίδευσή τους στις συνεχόμενες απαιτήσεις. Η δομική αυτή αλλαγή συνεχίζεται ακόμη και σήμερα, με τη μόνη διαφορά ότι το σχεδιαστικό πλαίσιο σταδιακά αυξήθηκε. Σταθμό σε αυτή την αλλαγή αποτέλεσε η έμφαση πολλών σχολών και κολλεγίων σε μη τεχνικές δεξιότητες, αλλά στην ομαδική εργασία, την επικοινωνία και την ανταλλαγή ιδεών και απόψεων.

Μάλιστα, σύμφωνα με τον Grison J ( 2002), αυτή είναι και η ουσία της Μηχανικής, δηλαδή αμφιταλαντεύεται κάπου ανάμεσα στην επιστήμη και την κοινωνία και ασχολείται με συστηματικές αρχές της επιστήμης και των μαθηματικών προκειμένου να συνάψει επιστημονικά αποτελέσματα για τη βελτίωση της πραγματικής ζωής. Πάνω σε αυτό το πλαίσιο, θα πρέπει να δοθεί έμφαση τόσο στην επιστήμη όσο και στην πράξη, έτσι ώστε οι φοιτητές που ειδικεύονται σε τομείς της μηχανικής να αποκτήσουν τα απαραίτητα προσόντα για εργασία στη βιομηχανία και τα εργασιακά περιβάλλοντα του 21ου αιώνα. Άλλωστε, τις προηγούμενες δεκαετίες είχε παρατηρηθεί ότι η εκπαίδευση στη μηχανική έχει πάρει κάποια απόσταση από τους πρακτικούς προσανατολισμούς (Bagherzadeh et al., 2017; Harwood, 2006; Motahhari et al., 2011). Κατά τη διάρκεια, λοιπόν, του 21<sup>ου</sup> αιώνα πραγματοποιήθηκαν ραγδαίες εξελίξεις σε ολόκληρο τον κόσμο, οι οποίες επέφεραν ριζικές αλλαγές και στον τομέα της εκπαίδευσης των μηχανικών (Harwood, 2006). Η δομική διαφοροποίηση βασίστηκε σε υψηλή μαθηματική και επιστημονική ετοιμότητα, ωστόσο γεννήθηκε προβληματισμός ως προς τον επαγγελματικό ρόλο, πιο συγκεκριμένα την νέα τάξη πραγμάτων, δηλαδή το «Τρίγωνο της Γνώσης»- που περιλαμβάνει την εκπαίδευση, την έρευνα και την καινοτομία (Ambrose et al., 2010; Motahhari et al., 2011).

#### **1.1.5. Φύση της Μηχανικής**

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, τα τελευταία χρόνια επιστημονικές ομάδες υποστήριξαν ότι η εκπαίδευση των μαθητών σε σχέση με τη φύση της επιστήμης θα πρέπει να αποτελεί πρωταρχικό στόχο της επιστημονικής εκπαίδευσης σε όλα τα επίπεδα. Με δεδομένο ότι η φύση της επιστήμης (NOS) συμβάλλει στους τρόπους με τους οποίους ένα άτομο αντιλαμβάνεται το φυσικό κόσμο, το ρόλο των δεδομένων που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη, των αποδεικτικών στοιχείων και τελικά τον τρόπο του να λάβει αποφάσεις που σχετίζονται με αυτόν τον κόσμο, καθίσταται σαφές ότι η κατανόηση NOS μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στη λήψη προσωπικών αποφάσεων του εκάστοτε ατόμου, όπως για παράδειγμα στην κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων τροφίμων (Norman G Lederman & Lederman, 2014) και στην κατανομή πόρων (Herman, 2018). Κατ' αντιστοιχία, είναι δυνατόν να φωτίσει την οριακή μετάβαση από την επιστήμη και την πολιτική και αντίστροφα, όπου μπορεί να έχει άποψη για κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα όπως η κλιματική αλλαγή (Antink-Meyer & Brown, 2019; Matkins & Bell, 2007; Sadler, 2011; Sadler et al., 2011). Επομένως, η κατανόηση της NOS είναι ο πλέον



σημαντικός διδακτικός στόχος στην κοινωνία του σήμερα, διότι τελικά είναι το επίπεδο του επιθυμητού επιστημονικού εγγραμματισμού για τα μέλη της, τα οποία δεν είναι επιστήμονες. Αποτελεί, με λίγα λόγια, την απάντηση στα ερωτήματα και τους προβληματισμούς που οι επιστήμονες προσπαθούν να θέσουν, να ερευνήσουν και να εξηγήσουν και εν τέλει τον συνδυαστικό κρίκο της κατανόησης των σχέσεων ανάμεσα στην επιστήμη και τη ζωή των μαθητών. Ωστόσο, πριν ακόμη απαντηθούν τα ερωτήματα, θα πρέπει αρχικά να υπάρξει μια εις βάθος κατανόηση της φύσης της επιστήμης και ένα πλαίσιο στο οποίο θα στηρίζεται η διδακτική της. Παράλληλα, μέσω αυτών των διαδικασιών θα είναι δυνατή η επέκταση και σε άλλους τομείς, όπως το ζητούμενο της εν λόγω εργασίας, δηλαδή, η φύση της μηχανικής.

Παλαιότερα, η παροχή πληροφοριών για τη NOS αφέθηκε σε φιλοσόφους της επιστήμης (Feyerabend , 1975; Karataş et al., 2016; Kuhn, 1970; Lakatos, 1980; K. Popper, 1959), ωστόσο τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σε αυξανόμενο βαθμό η εκτίμηση μελετητών διαφόρων κλάδων ότι σε ένα ευρύ φάσμα, οι φιλοσοφικές θέσεις ως προς τη φύση της επιστήμης δεν έχει ιστορικά εκπροσωπηθεί με την ανάλογη δυναμική ως όφειλε (Alters, 1997), ενώ αντίστοιχα άλλες πτυχές της επιστήμης έχουν μελετηθεί εκτενώς. Πάντως, οι Lederman et al. (Norm G Lederman et al., 2002) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μια «διαμοιρασμένη γνώση» έχει εξελιχθεί ανάμεσα σε φιλοσόφους, ιστορικούς και κοινωνιολόγους της επιστήμης όσον αφορά σε συγκεκριμένες χαρακτηριστικές πτυχές της φύσης της επιστήμης, οι οποίες είναι έξι και περιληπτικά αναφέρονται ως εξής: «η επιστημονική γνώση είναι δοκιμαστική, εμπειρική, στηριζόμενη σε θεωρία, εν μέρει προϊόν που προκύπτει από ανθρώπινη συμπερασματολογία, φαντασία και δημιουργικότητα» (Karataş et al., 2016; Norm G Lederman et al., 2002). Οι ίδιοι συγγραφείς σημείωσαν επίσης ότι υπάρχει μια γενική συμφωνία ανάμεσα στους μελετητές, ότι στην επιστήμη υπάρχει διαφορά ανάμεσα στους ρόλους της παρατήρησης και του συμπεράσματος και ότι δεν υπάρχει μέθοδος-«συνταγή»- για την επιστήμη. Εντούτοις, τα αποτελέσματά τους στις απόψεις και πεποιθήσεις τόσο των μαθητών όσο και των εκπαιδευτικών, απέχουν παρασάγγας από την επικρατούσα άποψη που παρουσιάστηκε προηγουμένως (Norm G Lederman et al., 2002; Norman G Lederman, 1992). Τα ευρήματα αυτά είναι αρκετά σημαντικά, καθότι δείχνουν ότι οι ιδέες και πεποιθήσεις των μαθητών για τη φύση της επιστήμης επηρεάζουν σημαντικά την εκμάθηση του περιεχομένου της (Karataş et al., 2016; Ryder & Leach, 1999; Sadler et al., 2004) και κυρίως ότι η εμπειριστατωμένη άποψη

της φύσης της επιστήμης μπορεί να βελτιώσει τη στάση των μαθητών απέναντι στην επιστήμη, βοηθώντας τους να την εμπεδώσουν και τελικά να την κάνουν κτήμα τους (Finson, 2002; Karataş et al., 2016)

Εάν λοιπόν η φύση της επιστήμης παρέχει το πλαίσιο στο οποίο ένας μαθητής είναι δυνατόν να αφομοιώσει την επιστήμη, τότε τι ακριβώς συμβαίνει με κλάδους όπως η τεχνολογία και η μηχανική; Δηλαδή οι σύγχρονες τεχνολογίες εκτύπωσης βιοϋλικών, οι τεχνολογίες πληροφοριών ή ακόμη και οι ουρανοξύστες αποτελούν ή όχι χαρακτηριστικά παραδείγματα της επιστήμης; Σύμφωνα με τους Antink-Meyer, η απάντηση και στις δύο περιπτώσεις είναι αρνητική (Antink-Meyer & Brown, 2019). Οι ίδιοι ερευνητές ισχυρίζονται πως τέτοιου είδους παραδείγματα αποτελούν επί της ουσίας μια αλληλοεπικάλυψη μεταξύ της επιστήμης, της μηχανικής και της τεχνολογίας, που σε καμία περίπτωση η φύση της επιστήμης δε θα μπορούσε να ενσωματώσει. Εν ολίγοις η επιστήμη συνδέεται στενά με την τεχνολογία και τη μηχανική. Έτσι λοιπόν, η φύση της εξάρτησης δεν είναι δυνατόν να γίνει κατανοητή με την απλή προσθήκη της μηχανικής και της τεχνολογίας σε ένα γενικό πλαίσιο προτύπων εκμάθησης που αναφέρθηκε προηγουμένως για τη φύση της επιστήμης. Στις ΗΠΑ, τα πρότυπα μηχανικής έχουν ενσωματωθεί στα πρότυπα εκμάθησης φυσικών επιστημών προκειμένου να επεκταθεί η εκπαίδευση μηχανικής σε όλους τους μαθητές. Αυτό, ωστόσο, έχει δημιουργήσει ένα διδακτικό κενό, καθότι οι εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών έχουν συχνά κάποια γνώση όσον αφορά στη φύση της επιστήμης, όμως συνήθως δεν διαθέτουν εκπαίδευση στην άσκηση μηχανικής (Banilower et al., 2018). Επομένως, υπάρχει ανάγκη για συζήτηση της φύσης της μηχανικής (NOE), αλλά μεμονωμένα, όχι σε σχέση με της φύση της επιστήμης ή ως υποτομέας της (Antink-Meyer & Brown, 2019). Η βιβλιογραφία έχει ασχοληθεί σχετικά και κυρίως ως προς τις εκπαιδευτικές παρεμβάσεις που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν προκειμένου οι μηχανικοί να ανταποκριθούν στις αυξανόμενες απαιτήσεις της κοινωνίας (Becker, 2010; Fortenberry, 2006; Fromm, 2003; G. Splitt, 2003; Guest, 2006). Στον αντίποδα, ο Fromm υποστήριξε ότι οι μηχανικοί απαιτείται να κατέχουν πέρα από γνώσεις περιεχομένου ισχυρές προφορικές και γραπτές δεξιότητες επικοινωνίας, αίσθηση στοιχειωδών εταιρικών και επιχειρηματικών αρχών, αίσθημα κοινωνικής, ηθικής, πολιτικής και διαπροσωπικής ευθύνης, ιστορική και κοινωνική οπτική του αντίκτυπου της τεχνολογίας, ενοποιητική και διεπιστημονική ευρεία άποψη και γενικότερα μια κουλτούρα συνεχιζόμενης δια βίου

εκπαίδευσης (Fromm, 2003; Karatas et al., 2016). Είναι αρκετά σημαντικό να επισημανθεί ότι για τη φύση της μηχανικής (NOE), ως μια πρόσφατη προσέγγιση, δεν υπάρχουν στοιχεία τα οποία προκύπτουν από την κοινότητα των μηχανικών, ωστόσο είναι δυνατόν να εξαχθούν από απόψεις που προκύπτουν βιβλιογραφικά. Οι Karatas et al. (Karatas et al., 2016) συνέπτυξαν τις απόψεις αυτές στην εργασία τους. Σύμφωνα λοιπόν με την εργασία τους, οι αντιλήψεις για τις μηχανικές λύσεις

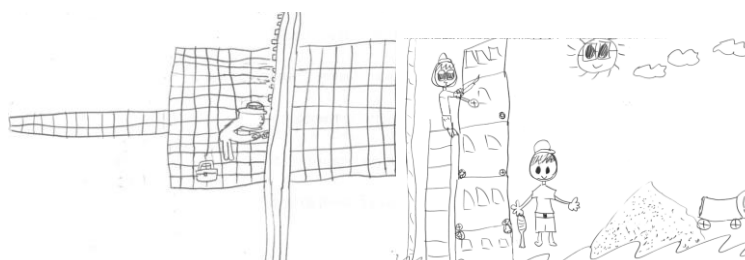
- είναι διστακτικές (Koen, 2003),
- περιλαμβάνουν σχεδιαστικά τεχνουργήματα και συστήματα (Bucciarelli, 2003; Dym et al., 2005; Lewin, 1983; Wulf, 2002),
- εξαρτώνται από τις υπάρχουσες επιστημονικές και μαθηματικές θεωρίες, όπως επίσης και από επιτυχίες και αποτυχίες στον τομέα (Adams, 2004; Petroski, 1985),
- επηρεάζονται από πολιτισμικά πρότυπα και τις ανάγκες της κοινωνίας (Adams, 2004; Dym, 1999; Dym et al., 2005),
- περιλαμβάνουν σταδιακές και επαναληπτικές δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων (Koen, 2003),
- απαιτούν φαντασία και δημιουργικότητα ενσωματώνοντας με νέους τρόπους διαφορετικές επιστημονικές, μαθηματικές κοινωνικές αξίες και θεωρίες (Adams, 2004; Petroski, 1985),
- αποτελούν περίπλοκα ανθρώπινα εγχειρήματα που απαιτούν αναλυτική σκέψη απλοποίησης σύνθετων προβλημάτων (Dym et al., 2005; Koen, 2003; C. Matthews, 1998),

ενώ ο τελικός σκοπός είναι η φύση της μηχανικής να αποτελεί μια ολιστική προσέγγιση η οποία θα περιλαμβάνει την εξέταση όλων των πτυχών και προοπτικών, όχι μόνο των τεχνουργημάτων ή των καταναλωτών, αλλά και πιθανών επιπτώσεων στα άτομα, στην κοινωνία και στο περιβάλλον (Adams, 2004; Rogers, 1983).

Παρόλο που βιβλιογραφικά έχει γίνει μια πρώτη κρούση με τη φύση της μηχανικής να αποτελεί ξεχωριστό, αλλά αλληλένδετο τομέα της φύσης της επιστήμης (Antink-Meyer & Meyer, 2016), ωστόσο οι αρθρώσεις της φύσης της μηχανικής οι οποίες αναπτύχθηκαν προκειμένου να έχουν σχέση με τις εκπαιδευτικές ρυθμίσεις εκμάθησης, είναι ακόμη σε πρώιμο στάδιο (Antink-Meyer & Brown, 2019; Kaya et

al., 2017; Pleasants & Olson, 2019). Οι Antink- Meyer & Brown (Antink-Meyer & Brown, 2019) στην εργασία τους είναι ίσως οι πρώτοι οι οποίοι εισάγουν έναν καινούργιο όρο, τη γνώση της Φύσης της μηχανικής (NOEK) που επί της ουσίας πρόκειται για τα χαρακτηριστικά της διδασκαλίας της μηχανικής. Μολονότι δεν υπάρχει βιβλιογραφικά ένας μοναδικός ορισμός της μηχανικής στην εκπαίδευση των μηχανικών ή στη φιλοσοφία της μηχανικής, υπάρχει, όμως, μια γενική συναινετική επικρατούσα άποψη σχετικά με την κεντρική θέση σχεδιασμού στη μηχανική (Mitcham, 1994; Petroski, 2011; van de Poel, 2009). Οι ίδιοι συγγραφείς προτείνουν ότι η διαμόρφωση αυτή της NOEK με τρόπους τέτοιους ώστε να είναι προσβάσιμοι από τους μαθητές αποτελεί ένα σημαντικό, αλλά δύσκολο εγχείρημα, διότι οποιαδήποτε εκπροσώπηση της NOEK σε τάξη θα πρέπει να βρει ισορροπία ανάμεσα σε προσβασιμότητα και αυθεντικότητα. Παράλληλα, τονίζουν ότι είναι σημαντικό τόσο οι φιλόσοφοι της μηχανικής και της επιστήμης όσο και οι μελετητές της εκπαίδευσης να είναι σε θέση να περιγράψουν την πρωταρχική διάκριση μεταξύ επιστήμης και μηχανικής ως τελεολογική. Παραθέτουν ακόμη την άποψη του Vincenti (Vincenti, 1990) ο οποίος περιέγραψε τη θεμελιώδη διαφορά μεταξύ της μηχανικής ως τη δημιουργία τεχνουργημάτων και την επιστήμη ως επίδιωξη της κατανόησης, αλλά και την άποψη των Cunningham και Carlsen (C. M. Cunningham & Carlsen, 2014), οι οποίοι επεξήγησαν τους επιστημονικούς στόχους ως ανάπτυξη ισχυρισμών γνώσης, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν επεξηγηματική πρόοδο, ενώ οι στόχοι της μηχανικής έχουν ως προσανατολισμό την ανάπτυξη προϊόντων. Τα προϊόντα αυτά είναι δυνατόν να είναι φυσικά ή εννοιολογικά και μπορεί να μεταβάλλονται, ωστόσο στόχος είναι ο σχεδιασμός του αποτελέσματος το οποίο θα μπορεί να πραγματοποιηθεί και να εφαρμοστεί (Antink-Meyer & Brown, 2019; Moses, 2009). Εν ολίγοις καθίσταται σαφές ότι η φύση των στόχων αποτελεί τη θεμελιώδη διάκριση ανάμεσα σε μηχανική και επιστήμη, καθώς και να στηρίζονται εξίσου σε επιστημονικά δεδομένα, αλλά η διάκριση είναι σαφής. Δηλαδή, μπορεί η επιστήμη να περιλαμβάνει ανάπτυξη λύσεων και η μηχανική ανάπτυξη γνώσης για τα φαινόμενα, αλλά ο στόχος και οι προσανατολισμοί της επιστήμης εξακολουθεί να υποστηρίζεται από τον ισχυρισμό της γενικής γνώσης, ο οποίος έχει περιγραφικό χαρακτήρα. Αντίστοιχα, οι γνώσεις της μηχανικής στηρίζονται ομοίως στην αξιολόγηση, όμως ο στόχος είναι κανονιστικός και για την αξιολόγηση είναι δυνατόν να χρειάζονται διαφορετικοί μεμονωμένοι τομείς τεχνογνωσίας (C. M. Cunningham & Carlsen, 2014).

Και ενώ σε θεωρητικό επίπεδο υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον, η πρακτική εφαρμογή δεν έχει επιτευχθεί. Οι ερευνητικές εργασίες προσανατολίζονται σε εκπαιδευτικές προσπάθειες μηχανικής εκπαίδευσης στην τάξη K-12 στην Αμερική (κατ' αντιστοιχία έκτη τάξη δημοτικού στην Ελλάδα) με συνεχώς τροφοδοτούμενα και αξιόλογα αποτελέσματα. Πρωταρχικό μέλημα υπήρξαν οι εναλλακτικές ιδέες των εκπαιδευτικών και των μαθητών όσον αφορά στη φύση της μηχανικής (NOE), όπου και διαπιστώθηκαν συχνές παρανοήσεις. Παραδείγματος χάριν, πολλοί δάσκαλοι και μαθητές θεωρούν λανθασμένα τους μηχανικούς ως ειδικευμένους χειρώνακτες, όπως εργάτες κατασκευών ή μηχανικούς αυτοκινήτων (Carobianco et al., 2011; Chou & Chen, 2017; C. Cunningham et al., 2006; Fralick et al., 2009; High et al., 2009; Montfort et al., 2013; Pleasants & Olson, 2019), ενώ εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι πολλοί δάσκαλοι αλλά και μαθητές δεν είναι σε θέση να διαφοροποιήσουν επαρκώς την επιστήμη και τη μηχανική (Antink-Meyer & Meyer, 2016; Karatas et al., 2011; Pleasants & Olson, 2019). Ακόμη, οι Chou & Chen στην εργασία τους, αποκάλυψαν ότι πέρα από τις εναλλακτικές ιδέες, υπάρχουν και πολλά έμφυλα στερεότυπα (Chou & Chen, 2017).



**Εικόνα 1.1:** Ζωγραφιές μαθητών οι οποίοι θεωρούν τους μηχανικούς ως ειδικευμένους εργάτες κατασκευών (Chou & Chen, 2017)

Η φύση της επιστήμης, όπως προαναφέρθηκε, στηρίζεται στη φιλοσοφία, την ιστορία, την κοινωνιολογία της επιστήμης και στη λογοτεχνία εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών. Κατά συνέπεια, μια άρθρωση της φύσης της μηχανικής στα προγράμματα σπουδών θα πρέπει ομοίως να βασίζεται στις αντίστοιχες επιστήμες. Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως και σε συνδυασμό με το ότι η φύση της μηχανικής αποτελεί έναν νέο, χαρτογράφητο τομέα, είναι σημαντικό να αναπτυχθεί ένα πλαίσιο, το οποίο θα περιλαμβάνει περιοχές οι οποίες προσδίδουν μια σαφή εικόνα της γνώσης της. Οι διαφορετικές αυτές περιοχές θα προσδίδουν τα

χαρακτηριστικά της φύσης της επιστήμης, έτσι ώστε όχι μόνο να γίνει κατανοητή από εκπαιδευτικούς και μαθητές, αλλά κυρίως να την αφομοιώσουν πλήρως.

Μια πρωτόλεια προσπάθεια αποτέλεσε το βιβλίο του Rogers το 1983 (Rogers, 1983), το οποίο θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι ταλαντεύεται μεταξύ περιγραφών που αφορούν στην ανάπτυξη της τεχνολογίας, των μαθηματικών και της επιστήμης προκειμένου να καταλήξει στην άρθρωση ανάπτυξης της μοντέρνας μηχανικής. Με δεδομένο ότι όλες οι παραπάνω περιγραφές συν-πλαισιώνουν τη μηχανική, καθίσταται αναγκαία αρχικά η κατανόηση των άλλων τομέων, οι οποίοι έχουν όρια ευδιάκριτα, δεν είναι όμως ανεξάρτητα μεταξύ τους. Έτσι, σύμφωνα με τον Rogers, αυτός είναι και ο τρόπος με τον οποίο η NOEK θα επωφεληθεί, αλλά και θα ωφελήσει τις περιγραφές της NOS.

Μια επίσης ενδιαφέρουσα προσέγγιση πραγματοποιήθηκε από τους Pleasants and Olson's (Pleasants & Olson, 2019), οι οποίοι συνέπτυξαν τα προκύπτοντα χαρακτηριστικά της μηχανικής, τα οποία αφορούν:

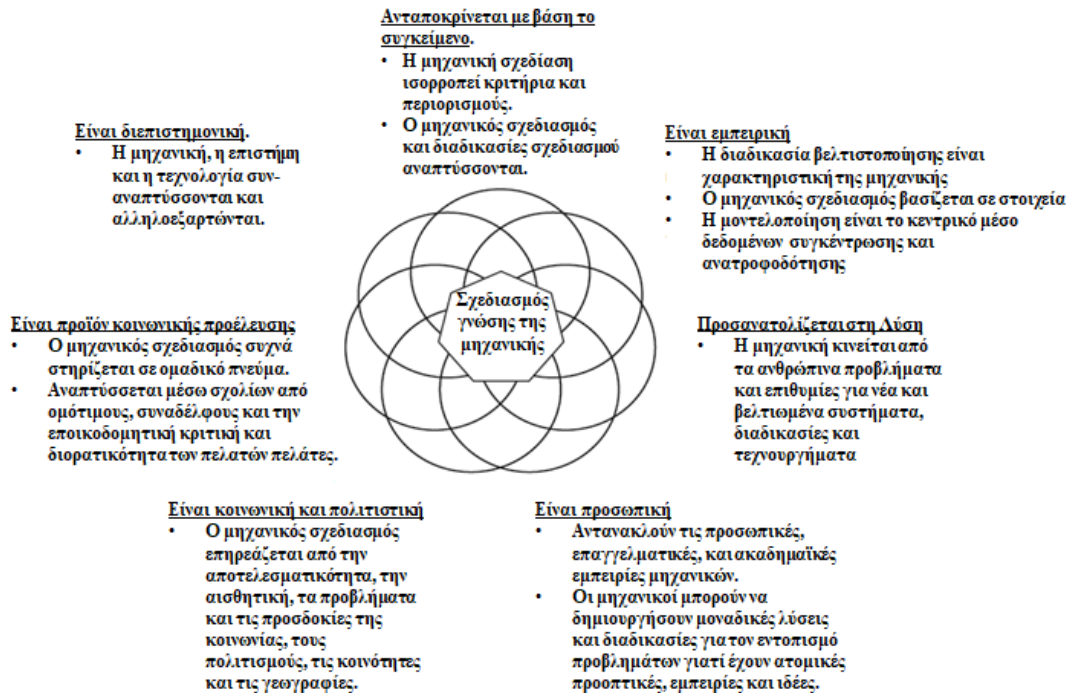
- στο σχεδιασμό της, στις προδιαγραφές, στους περιορισμούς και στους επιθυμητούς στόχους
- σε πηγές γνώσεων
- στην παραγωγή γνώσης
- στο πεδίο εφαρμογών
- σε μοντέλα σχεδιασμού διαδικασίας
- στην πολιτισμική ενσωμάτωσή της
- στην εσωτερική της κουλτούρα
- στη συσχέτισή της με την επιστήμη

Αντίστοιχα, οι Antink-Meyer & Brown (2019), ασκώντας θετική κριτική σε αυτές τις προδιαγραφές, τις χαρακτηρίζουν ως ένα κρίσιμο απαραίτητο, κατηγορηματικό πλαίσιο. Μάλιστα, η εργασία τους θα μπορούσε ενδεχομένως να θεωρηθεί ότι προσανατολίζεται κυρίως στην παραγωγή γνώσης στη μηχανική (πλαίσιο NOEK), χωρίς ωστόσο να παραγκωνίζονται τα άλλα χαρακτηριστικά, τα οποία ξεκαθαρίζονται ρητά.

Προκειμένου, λοιπόν, όλες αυτές οι προσεγγίσεις να φτάσουν στην υλοποίηση, η επιστημονική κοινότητα ξεκαθαρίζει ρητά, ότι πρωταρχική ανάγκη αποτελεί η

σαφής διάκριση μεταξύ επιστήμης και μηχανικής (Antink-Meyer & Brown, 2019; Antink-Meyer & Meyer, 2016; Karataş et al., 2016; Pleasants & Olson, 2019), η οποία παρά το γεγονός ότι πλέον συμπεριλαμβάνεται στα επιστημονικά πρότυπα, χωλαίνει ως προς τον τρόπο με τον οποίο απεικονίζεται. Δηλαδή, στα πρότυπα εκμάθησης K-12 στις ΗΠΑ, πρωταρχικώς η διάκριση που λαμβάνει χώρα μεταξύ μηχανικής και επιστήμης είναι ο σχεδιασμός λύσεων (Council, 2012; *Next Generation Science Standards: For States, By States*, 2013). Και ενώ η απλότητα του ορισμού αντικατοπτρίζει την πρόθεση να γίνεται κατανοητός από μαθητές μικρής ηλικίας, η υπεραπλούστευση ωστόσο, έχει επίσης παρατηρηθεί και σε πλαίσια πολιτικής, καταδεικνύοντας τη μηχανική ως κάτι που χρησιμοποιείται ως εκτέλεση εργασίας της επιστημονικής γνώσης, καταλύοντας την εμφάνιση νέων τεχνολογιών και εφαρμογών, οι οποίες στην πράξη απαιτούν νέες έρευνες. Κατ' αυτόν τον τρόπο, χωρίς το σκεπτικό αυτό να είναι εντελώς λανθασμένο, έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της εσφαλμένης αντίληψης μεταξύ καθηγητών και μαθητών ότι η επιστήμη και η μηχανική είναι κάτι παρόμοιο με ξεχωριστά, γραμμικά στάδια που υπάρχουν σε μια ιεραρχία για να πραγματοποιηθούν νέες τεχνολογίες (Antink-Meyer & Meyer, 2016). Οι Antink-Meyer (2019) μάλιστα, υποστηρίζουν ότι τέτοιου είδους πλαίσια περιγράφουν έναν εντελώς απλοποιημένο τεχνολογικό κύκλο, ο οποίος αποτυγχάνει να εξηγήσει τους τρόπους με τους οποίους ο μηχανικός σχεδιασμός σε συνδυασμό με τη γνώση μπορεί να δώσει αφορμή για εξηγήσεις που σχετίζονται με τον φυσικό κόσμο, αλλά αντίστοιχα ο μηχανικός σχεδιασμός και η γνώση μπορούν να ενσωματωθούν στην επιστημονική έρευνα άρα και στην επιστημονική γνώση. Είναι ξεκάθαρο ότι σε ένα τέτοιο μαθησιακό πλαίσιο, οι περιοχές αυτές (NOS και NOEK) θα ήταν αλληλεπικαλυπτόμενες και ενώ η κατανόηση αυτής της αλληλεπικάλυψης μπορεί να είναι πολύτιμη για τους μαθητές να αναπτύξουν επιστημονικό εγγραμματισμό, δεν θα πρέπει σε καμία των περιπτώσεων να απεικονίζει την επιστήμη και τη μηχανική ως στερούμενες καμίας διάκρισης.

Έτσι λοιπόν, τα ερευνητικά αποτελέσματα των συγγραφέων και με δεδομένα παλαιότερα ευρήματα, τα χαρακτηριστικά συμπτύχθηκαν στο ακόλουθο πλαίσιο:



**Εικόνα 1.2:** Πλαίσιο και χαρακτηριστικά γνώσης της φύσης της μηχανικής από τους Antink-Mayer και Brown (2019)

Ο σχεδιασμός της γνώσης της μηχανικής συνοψίζεται στα ακόλουθα χαρακτηριστικά. Η μηχανική (Antink-Meyer & Brown, 2019):

1. Είναι διεπιστημονική.  
Η μηχανική, η επιστήμη και η τεχνολογία συν-αναπτύσσονται και αλληλοεξαρτώνται.
2. Ανταποκρίνεται με βάση το συγκεκριμένο.
  - Η μηχανική σχεδίαση ισορροπεί κριτήρια και περιορισμούς.
  - Ο μηχανικός σχεδιασμός και διαδικασίες σχεδιασμού αναπτύσσονται.
3. Είναι προϊόν κοινωνικής προέλευσης
  - Ο μηχανικός σχεδιασμός συχνά στηρίζεται σε ομαδικό πνεύμα.
  - Αναπτύσσεται μέσω σχολίων από ομότιμους, συναδέλφους και την επικοινωνιακή κριτική και διορατικότητα των πελατών πελάτες.
4. Είναι κοινωνική και πολιτιστική
  - Ο μηχανικός σχεδιασμός επηρεάζεται από την αποτελεσματικότητα, την αισθητική, τα προβλήματα και τις προσδοκίες της κοινωνίας, τους πολιτισμούς, τις κοινότητες και τις γεωγραφίες.



5. Είναι προσωπική

- αντανακλούν τις προσωπικές, επαγγελματικές, και ακαδημαϊκές εμπειρίες μηχανικών.
- Οι μηχανικοί μπορούν να δημιουργήσουν μοναδικές λύσεις και διαδικασίες για τον εντοπισμό προβλημάτων γιατί έχουν ατομικές προοπτικές, εμπειρίες και ιδέες.

6. Προσανατολίζεται στη Λύση

- η μηχανική κινείται από τα ανθρώπινα προβλήματα και επιθυμίες για νέα και βελτιωμένα συστήματα, διαδικασίες και τεχνουργήματα

7. Είναι εμπειρική

- Η διαδικασία βελτιστοποίησης είναι χαρακτηριστική της μηχανικής
- Ο μηχανικός σχεδιασμός βασίζεται σε στοιχεία
- Η μοντελοποίηση είναι το κεντρικό μέσο δεδομένων συγκέντρωσης και ανατροφοδότησης

Οι συγγραφείς παραθέτουν τα επτά χαρακτηριστικά της φύσης της γνώσης μηχανικής που προηγήθηκαν και τόνισαν ότι κεντρικό άξονα σε αυτή την προσπάθεια αποτελούσαν πάντα οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές. Υποστήριξαν ότι πρόκειται για θεμελιώδη χαρακτηριστικά, υπό την έννοια ότι είναι προσβάσιμα χωρίς υπεραπλούστευση της μηχανικής, καθώς και ότι ενοποιούν τη μηχανική σε σχέση με την κοινωνία, τον πολιτισμό, την επιστήμη και την τεχνολογία με τρόπους που μπορούν να προσληφθούν και κυρίως να επεξεργαστούν. Το πιο σημαντικό τους όμως εύρημα, είναι η σύνδεση των χαρακτηριστικών αυτών σε σχέση με την φύση της επιστήμης, η σαφής κατηγοριοποίηση της οποίας σε σχέση με τη φύση της μηχανικής, αποτελούσε τροχοπέδη στην ολοκληρωτική κατανόηση. Η σύνδεση αυτή παρατίθεται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 1.1.).

**Πίνακας 1.1:** Σύγκριση των χαρακτηριστικών της φύσης της Μηχανικής σε σχέση με τη φύση της Επιστήμης, με βάση την έρευνα των Antink- Mayer και Brown (Antink-Meyer & Brown, 2019).

Χαρακτηριστικά της Μηχανικής	Σχέση ανάμεσα σε NOs και NOEK
Είναι εμπειρική Στηρίζεται σε δεδομένα και στη βελτιστοποίηση της διαδικασίας κατά την οποία τα δεδομένα αναπαράγονται, ενώ κεντρικό μέσο συλλογής δεδομένων και ανατροφοδότησης είναι η μοντελοποίηση	Η επιστημονική γνώση είναι επίσης εμπειρική. Βασίζεται και μερικές φορές εφαρμόζεται και επανερμηνεύεται στον μηχανολογικό σχεδιασμό. Οι σχεδιαστικοί στόχοι μπορούν επίσης να προωθήσουν συλλογή επιστημονικών δεδομένων και ερμηνεία
Ανταποκρίνεται με βάση το συγκείμενο Καθορίζεται από περιορισμούς και κριτήρια, σχετίζεται με τις ανθρώπινες επιθυμίες και ανάγκες, ενώ ταυτόχρονα τα εργαλεία και οι διαδικασίες εξελίσσονται	Η επιστημονική γνώση είναι προσθετική και υπόκειται σε επανερμηνεία, σε ορισμένες περιπτώσεις ως αποτέλεσμα καινοτόμων τεχνολογιών που έχουν σχεδιαστεί
Είναι προϊόν κοινωνικής προέλευσης Οι επαναλήψεις σχεδιασμού αναπτύσσονται μέσω σχολίων και πληροφοριών από ενδιαφερόμενους	Ανατροφοδότηση και προτεραιότητες σχεδιασμού των μεμονωμένων ενδιαφερόμενων μπορούν να επηρεάζονται, εν μέρει από επιστημονικές κατανοήσεις (π.χ. υλικά, ιδιότητες)
Είναι προσωπική Αποκλίνουσα ανάλογα με μοναδικές πειθαρχικές προοπτικές και προσεγγίσεις-μια δημιουργική προσπάθεια	Πειθαρχικές προοπτικές που σχετίζονται με τη θεωρία διακριτών κλάδων
Είναι κοινωνική και πολιτιστική Επηρεάζεται, και μάλιστα αποτελεσματικά από την αισθητική και τα προβλήματα	Η αναγνώριση προβλημάτων και θεμάτων είναι δυνατή, άμεσα συνδεδεμένη με την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης (π.χ. επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής)
Είναι διεπιστημονική Συνεξάρτηση μεταξύ των επιστημονικών, μαθηματικών και τεχνολογικών τομέων	Συνεξάρτηση μεταξύ των επιστημονικών, μαθηματικών και τεχνολογικών τομέων
Προσανατολίζεται στη Λύση Προβλήματα με προτεραιότητα από τον άνθρωπο	Ερωτήσεις για το φυσικό σύμπαν

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω, είναι δεδομένο ότι η επιστήμη και η μηχανική βασίζονται σε στοιχεία και ότι η βάση και των δύο είναι εμπειρική. Περιγραφές των δεδομένων σε επιστημονικά πλαίσια μαρτυρούν σημαντική επικάλυψη με τη μηχανική. Οι Lederman κ.α. (2014) περιέγραψαν τη φύση των διακρίσεων μεταξύ δεδομένων και αποδεικτικών στοιχείων με τέτοιους τρόπους, ώστε να σχετίζονται

επίσης με τη μηχανική. Τόσο στη μηχανική όσο και στην επιστήμη, οι παρατηρήσεις είναι μορφές δεδομένων που έχουν κεντρική σημασία, ενώ η επιχειρηματολογία αποτελεί το κλειδί για τη μετάφραση μεταξύ δεδομένων και αποδεικτικών στοιχείων. Επομένως ένα ασφαλές συμπέρασμα θα μπορούσε να θεωρηθεί το γεγονός ότι τόσο η ανάλυση, όσο και η ερμηνεία των δεδομένων και ο ρόλος τους στη διατύπωση ισχυρισμών είναι κοινό χαρακτηριστικό επιστήμης και μηχανικής, ωστόσο η φύση των στόχων που επιβάλλονται στην επιστήμη έναντι της μηχανικής είναι εν τέλει εκείνη η οποία αποτελεί τη βασική διάκριση. Οι περιγραφές της φύσης της επιστήμης και η επιστημονική έρευνα περιγράφουν εξηγήσεις που βασίζονται σε στοιχεία ως στόχο της επιστήμης (C. M. Cunningham & Carlsen, 2014; Norman G Lederman & Lederman, 2014). Οι παρατηρήσεις και τα στοιχεία συνδέονται με τη φύση των στόχων και στη μηχανική, αλλά και με το σχεδιασμό, τη συλλογή και την ερμηνεία δεδομένων πλαισίου προδιαγραφών. Η αξιολόγηση των μοντέλων μηχανικής είναι θεμελιωδώς συνδεδεμένη με αυτές τις προδιαγραφές σχεδιασμού, οι οποίες βασίζονται σε αξίες και συμφραζόμενους παράγοντες (Dym et al., 2005; Howard, 1988). Οι διαδικασίες βελτιστοποίησης, ο ορισμός της καινοτόμας διαδικασίας δοκιμών και οι τροποποιήσεις στα μοντέλα επηρεάζονται το καθένα ξεχωριστά, διότι οι μηχανικοί αναλύουν δεδομένα που συλλέχθηκαν στις δοκιμές των σχεδίων και των ερευνών τους. Αυτό τους επιτρέπει να συγκρίνουν διαφορετικές λύσεις και να προσδιορίζουν πόσο καλά το καθένα πληροί συγκεκριμένα κριτήρια σχεδιασμού-δηλαδή, ποιος σχεδιασμός λύνει καλύτερα το πρόβλημα εντός των δεδομένων περιορισμών (Council, 2012). Έτσι, είναι η φύση των παρατηρήσεων, των συμπερασμάτων και της ερμηνείας τους που διαφοροποιούν την επιστήμη και τη μηχανική.

Μια άλλη σχετική και σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα σε NOS και NOEK σχετίζεται με την αναγνώριση δύο συγκεκριμένων τύπων εμπειρικά βασισμένης γνώσης που περιγράφονται από το NOS: Θεωρία έναντι νόμου. Κατ' αντιστοιχία, δύο είναι και τα είδη γνώσης που περιγράφονται από τη NOEK: Κριτήρια και περιορισμοί. Και ενώ τα κριτήρια και οι περιορισμοί είναι δυνατόν να θεωρηθούν αντιτιθέμενες, διακριτές συνθήκες στο πλαίσιο ενός μηχανικού σχεδιασμού, δε μπορούν να θεωρηθούν αντίστοιχης διάκρισης όπως συμβαίνει με τη θεωρία και το νόμο στην επιστήμη. Αυτό συμβαίνει, καθότι παρόλο που το καθένα αντιπροσωπεύει θεμελιώδη γνώση, οι θεωρίες και οι νόμοι είναι ξεχωριστά προϊόντα επιστημονικής

έρευνας, ενώ αντίστοιχα τα κριτήρια και οι περιορισμοί στη μηχανική αλληλοσυνδέονται ουσιαστικά προκειμένου να επιτευχθεί η διαμόρφωση και η πρακτική σχεδίαση. Κατά τα άλλα, σε ένα γενικότερο πλαίσιο, θα ήταν δυνατόν να λεχθεί ότι το σημείο σύγκλισης και στις δύο περιπτώσεις είναι η εμπειρική βελτίωση των διαδικασιών.

Οι διακρίσεις, λοιπόν, αυτές είναι αρκετά σημαντικές- ειδικότερα στο πλαίσιο του διαχωρισμού και κατανόησης από πλευράς των μαθητών, θα πρέπει όμως πάντα να τονίζεται ότι η μηχανική και η επιστήμη είναι αλληλένδετες. Η επιστήμη μπορεί να υπάρχει μέσα στη μηχανική, και η μηχανική μπορεί να υπάρχει μέσα στην επιστήμη. Αυτό είναι δυνατόν να αποδοθεί με σωρεία παραδειγμάτων, όπως η κατασκευή του τρανζίστορ, των ρομποτικών μηχανών, των ανυψωτικών μηχανημάτων, την εισαγωγή των υλικών μεταβολής φάσης στον κατασκευαστικό τομέα, των βιοϋλικών στην ιατρική και άλλων άπειρων πτυχών στους οποίους απεικονίζουν τη βαθιά αλληλεπίδραση μεταξύ επιστήμης και μηχανικής. Ή όπως χαρακτηριστικά διατύπωσε ο Radder (2009): «στρώματα της μηχανικής βασίζονται στην εμπειρική βάση της επιστημονικής γνώσης». Ο ίδιος συνέπτυξε μια περιγραφή της υλοποίησης συγκεκριμένων τεχνολογιών που προκύπτουν από τη γνώση των φαινομένων και την εφαρμογή τους. Συμπερασματικά, η εμπειρική φύση της επιστήμης είναι σχετική με τη μηχανική, καθότι (Hansson, 2007; Rogers, 1983; Vries, 2009) διευρύνει τη γνώση, δημιουργεί ερωτήματα και αναπτύσσει την κατάλληλη τεχνολογία, αλλά κυρίως επιδιώκει την άμεση λύση (Rogers, 1983), γεγονός το οποίο θα πρέπει να ληφθεί σημαντικά υπόψη στο πλαίσιο της επιστημονικής έρευνας. Εν τέλει, η πολύ εύστοχη φράση των Kerr and Gelfert (2014) είναι εκείνη που συνοψίζει τον απώτερο κοινό στόχο και των δύο: «Τα δεδομένα, δεν τα ενδιαφέρει εάν συλλέχθηκαν από ένα μεμονωμένο άτομο, ένα σύνολο, ένα κατανεμημένο υπολογιστικό σύστημα ή ακόμη και από ένα ανθρώπινο ή μη υβρίδιο»

## 2. Μεθοδολογία

### 2.1 Σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα

Η συνεχώς αναπτυσσόμενη κοινωνία, με τον καταϊγισμό των πληροφοριών να απαιτεί τη συνεχή και διαρκή επαγρύπνησή της, επιτάσσει σήμερα άμεσα τον επιστημονικό εγγραμματισμό των πολιτών της, οι οποίοι θα συμμετέχουν ενεργά στο ρου των εξελίξεων, θα κατανοούν την επικαιρότητα και θα λαμβάνουν αντίστοιχες αποφάσεις, χωρίς να παρακολουθούν παθητικά τις εξελίξεις στηριζόμενοι στις απόψεις της εκάστοτε αυθεντίας. Ο σύγχρονος άνθρωπος, θα πρέπει πιο πολύ από ποτέ να είναι ένας «homo universalis» και τα ερεθίσματά του στην κατεύθυνση αυτή θα πρέπει να προέρχονται από την εκπαίδευσή του σε μικρή ηλικία. Σχεδόν όλα τα σύγχρονα εκπαιδευτικά ρεύματα προσανατολίζονται προς αυτή την κατεύθυνση-STEM, επιστημονικός εγγραμματισμός και αλφαριθμητισμός, φύση της επιστήμης-προσδοκώντας οι μαθητές του αύριο όχι μόνο να γνωρίζουν στείρους επιστημονικούς όρους, αλλά να έχουν αφομοιώσει και κατανοήσει βαθιά την επιστήμη. Σε αυτό το πλαίσιο, η έρευνα θα πρέπει να είναι ανοιχτή σε μια διεύρυνση και σε άλλους τομείς, όπως η μηχανική.

Σκοπός της εν λόγω διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε αυτός ο προσανατολισμός, δηλαδή η φύση της μηχανικής. Αρχικό στόχο αποτέλεσε ο σαφής διαχωρισμός των χαρακτηριστικών της μηχανικής και της επιστήμης μέσω βιβλιογραφικής επισκόπησης και στη συνέχεια έγινε μια προσπάθεια ανάδειξης των απόψεων που έχουν για τη Μηχανική οι ίδιοι οι μηχανικοί, της σχολής Μηχανικών Επιστήμης Υλικών, της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Μέσω των απαντήσεων και των ερευνητικών συμπερασμάτων θα διαπιστωθεί εάν και κατά πόσο τόσο οι πρωτοετείς φοιτητές όσο και οι τελειόφοιτοι έχουν ενστερνιστεί τη φύση της Μηχανικής, αλλά κυρίως εάν κατά τη διάρκεια φοίτησής τους έχουν διαφοροποιηθεί οι απόψεις τους.

Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα είναι τα εξής ακόλουθα:

1. Ποιες είναι οι απόψεις των φοιτητών ως προς την επιστήμη και τη μηχανική;
2. Ποιες είναι οι απόψεις των φοιτητών ως προς τη μηχανική;

3. Ποιο είναι το επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού των συμμετεχόντων φοιτητών και κατά πόσο μπορούν να δώσουν λύσεις σε ένα ενδεχόμενο πρόβλημα μηχανικής;
4. Παρατηρούνται διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους πρωτοετείς και τελειόφοιτους φοιτητές (1<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup> έτος);

## **2.2 Ερευνητική διαδικασία**

Η ερευνητική διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Αρχικά τα ερωτηματολόγια τα οποία αφορούσαν τους φοιτητές του πρώτου έτους της Σχολής Μηχανικών Επιστήμης των Υλικών διαμοιράστηκαν και συμπληρώθηκαν στους πρώτους μήνες του ακαδημαϊκού εξαμήνου 2021-2022, κατά τη διάρκεια του χειμερινού εξαμήνου, ενώ αντίστοιχα τα ερωτηματολόγια που αφορούσαν τους φοιτητές του 5<sup>ου</sup> έτους της σχολής διανεμήθηκαν στους τελευταίους μήνες του ακαδημαϊκού έτους, στο τέλος του εαρινού εξαμήνου. Η τακτική αυτή δεν αποτέλεσε τυχαίο γεγονός, αλλά στρατηγικό σχεδιασμό, καθότι για τις ανάγκες της έρευνας έπρεπε αφενός να διαπιστωθούν οι απόψεις των φοιτητών πριν έρθουν αρκετά σε επαφή με τα μαθήματα και εργαστηριακές ασκήσεις της μηχανικής (1<sup>ο</sup> έτος) και αφετέρου οι τελειόφοιτοι να έχουν σχεδόν ολοκληρώσει όλα τα έτη της Σχολής.

Δεδομένης της πανδημίας του Covid-19 η έρευνα διεξήχθη τηρώντας όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας που είχαν επιβληθεί για τον περιορισμό της νόσου. Κατόπιν συνεννόησης με τους διδάσκοντες καθηγητές, τα ερωτηματολόγια διαμοιράστηκαν στους φοιτητές- πρωτοετείς και τελειόφοιτους- παρουσία της συγγραφέως της παρούσας έρευνας, ενώ ταυτόχρονα δόθηκαν σαφείς οδηγίες για τον τρόπο με τον οποίο θα έπρεπε να συμπληρωθούν τα ερωτηματολόγια, καθώς και διευκρινιστικές απαντήσεις στις όποιες ερωτήσεις προέκυψαν. Θερμή παράκληση της συγγραφέως ήταν όσοι δεν επιθυμούσαν να απαντήσουν, να μην κατάστρεφαν το ερωτηματολόγιο, για καθαρά περιβαλλοντικούς λόγους.

## **2.3 Συμμετέχοντες**

Ο πληθυσμός της έρευνας αποτελείται συνολικά από εκατόν σαράντα πέντε φοιτητές (145), εκ των οποίων εβδομήντα τέσσερις (74) ήταν φοιτητές του πρώτου έτους και εβδομήντα (70) οι φοιτητές του πέμπτου έτους. Οι ηλικιακές ομάδες ήταν όσον αφορά στους πρωτοετείς δεκαεπτά- δεκαοκτώ ετών (17-18), ενώ οι τελειόφοιτοι ήταν εικοσιτριών- εικοσιτεσσέρων ετών (23-24). Το δείγμα όπως αναφέρθηκε και

παραπάνω προέρχεται από πρωτοετείς φοιτητές (N=74) και τελειόφοιτους (N=70) της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και πιο συγκεκριμένα από τη σχολή Μηχανικών Επιστήμης Υλικών

## **2.4 Ερευνητικά εργαλεία**

Το μόνο εργαλείο συλλογής δεδομένων το οποίο χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη ήταν ένα ερωτηματολόγιο από δημοσιευμένη ερευνητική εργασία των Karatas et al. (2016). Το ερωτηματολόγιο περιείχε ερωτήσεις ανοικτής ανάπτυξης, οι δημιουργοί ερευνητές αναφέρουν ότι χρησιμοποιήθηκαν αυστηρά βήματα για την ανάπτυξη του ερωτηματολογίου προκειμένου να διασφαλιστεί η εγκυρότητα «κατασκευής», περιεχομένου και αξιοπιστίας τόσο του εργαλείου συλλογής δεδομένων όσο και των δεδομένων (Creswell, 2009).

Στην αντίστοιχη χρήση του στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, τα ερευνητικά βήματα περιελάμβαναν τον κατάλληλο σχεδιασμό της έρευνας, τα αποτελέσματα από το ερωτηματολόγιο καθώς και στατιστική ανάλυση, τόσο για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, όσο και για την περαιτέρω ανάλυση της κωδικοποίησης που χρησιμοποιήθηκε.

### **2.4.1 Το τελικό ερωτηματολόγιο της έρευνας**

Στην παρούσα ερευνητική εργασία χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο το οποίο δημιουργήθηκε από την ερευνητική εργασία δημοσιευμένη σε διεθνές επιστημονικό περιοδικό, των Karatas et al. (2016). Δεδομένης της περιορισμένης βιβλιογραφίας στον εν λόγω τομέα, θεωρήθηκε ότι το εν λόγω ερωτηματολόγιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα χρήσιμο ερευνητικό εργαλείο, το οποίο θα αποτελέσει το μέσο διεξαγωγής συμπερασμάτων, καθώς υπήρξε το μόνο πλήρως εναρμονισμένο με τις επιδιώξεις της παρούσας εργασίας. Το ερωτηματολόγιο μεταφράστηκε στην ελληνική γλώσσα για το περιεχόμενο και την εννοιολογική ισοδυναμία. Παράλληλα, ελέγχθηκε κάθε στοιχείο του ερωτηματολογίου από ειδικούς εκπαιδευτικούς, οι οποίοι είναι εξοικειωμένοι με την βιβλιογραφία και έχουν επαρκή εμπειρία στον ερευνητικό τομέα, προκειμένου να διαπιστωθεί η εγκυρότητα, το περιεχόμενο και η πολιτισμική καταλληλότητα του ερωτηματολογίου. Τέλος, έγιναν οι απαραίτητες αλλαγές διατύπωσης έτσι ώστε το νόημα να αποδοθεί σύμφωνα με τις δυνατότητες των φοιτητών του δείγματος (πρωτοετείς φοιτητές και τελειόφοιτοι).

Το τελικό ερωτηματολόγιο το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα ερευνητική εργασία περιλαμβάνει έντεκα (11) ερωτήσεις ανοικτής ανάπτυξης, μία εκ των οποίων περιέχει τρία υποερωτήματα και δύο στις οποίες οι φοιτητές καλούνται να απαντήσουν με «ναι» ή «όχι» και στη συνέχεια να δικαιολογήσουν την απάντησή τους. Παράλληλα, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι στους φοιτητές ζητήθηκε μόνο να δηλώσουν το έτος φοίτησής τους και όχι το φύλο, τον τόπο καταγωγής ή άλλου είδους χαρακτηριστικά, καθότι δεν αποτελούσαν αντικείμενο, αλλά ούτε και ερευνητικό ερώτημα το οποίο πραγματεύεται η εν λόγω εργασία. Ωστόσο, ενδεχομένως συγκεκριμένα το κριτήριο του φύλου να αποτελούσε μια αρκετά ενδιαφέρουσα πρόταση για μελλοντική εργασία.

## **2.6 Κύρια έρευνα**

Η διεξαγωγή της κύριας έρευνας ξεκίνησε για τους πρωτοετείς φοιτητές τους πρώτους μήνες του ακαδημαϊκού εξαμήνου 2021-2022, κατά τη διάρκεια του χειμερινού εξαμήνου, ενώ αντίστοιχα τα ερωτηματολόγια που αφορούσαν τους φοιτητές του 5<sup>ου</sup> έτους της σχολής διανεμήθηκαν στους τελευταίους μήνες του ακαδημαϊκού έτους, στο τέλος του εαρινού εξαμήνου. Στην κύρια έρευνα συμμετείχαν 144 φοιτητές, πρώτου και πέμπτου έτους. Από το σύνολο των συμμετεχόντων αφαιρέθηκαν επτά (7), καθώς υπήρχαν σημαντικές ελλείψεις σε απαντήσεις του ερωτηματολογίου. Το τελικό δείγμα αποτελείται από 144 φοιτητές (74 φοιτητές πρώτου και 70 φοιτητές πέμπτου έτους)

Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων δεν είχε χρονικό περιορισμό. Σε όλες τις περιπτώσεις, ωστόσο, η διάρκεια συμπλήρωσής τους είχε χρονική διάρκεια τριάντα-σαράντα (30- 40) λεπτών.

Μετά την συμπλήρωσή τους, τα ερωτηματολόγια, συλλέχθηκαν και αξιολογήθηκαν. Τα δεδομένα εξήχθησαν στο λογισμικό IBM SPSS 26.0 ώστε να δημιουργηθεί η τελική βάση δεδομένων σε μορφή .sav και να γίνει η στατιστική ανάλυση.

## **2.5 Στατιστική ανάλυση**

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο IBM SPSS v.26 ενώ αξιοποιήθηκαν επίσης το λογισμικό Microsoft Office Excel 2016 και το λογισμικό Origin 8.5.



### 2.5.1. Ανάλυση δεδομένων

Αρχικά πραγματοποιήθηκε περιγραφική ανάλυση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου για να διαπιστωθεί το σύνολο των συμμετεχόντων. Υπολογίστηκαν συγκεκριμένοι στατιστικοί δείκτες (μέσος όρος, συχνότητα, τυπική απόκλιση, ποσοστά κλπ.) και δημιουργήθηκαν τα κατάλληλα διαγράμματα και οι πίνακες για την οπτική απεικόνιση των μεταβλητών.

Για την επεξεργασία του υλικού που προέκυψε από τις απαντήσεις των ερωτηματολογίων χρησιμοποιήθηκε η θεματική ανάλυση περιεχομένου, η οποία στηρίχθηκε στην εργασία από την οποία χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο (Karatas et al., 2016) καθώς και παρόμοιες μεθοδολογικά δημοσιευμένες ερευνητικές εργασίες (Στύλος et al., 2019). Επιλέχθηκε η ποιοτική προσέγγιση καθώς πραγματοποιείται εις βάθος διερεύνηση, οδηγεί στην εύρεση διαδικασιών που μπορεί να μην είχαν εξ αρχής προβλεφθεί και τέλος επιτυγχάνεται η διερεύνηση της εμπειρίας των υποκειμένων αφού ο ερευνητής «βλέπει» και κατανοεί τον κόσμο μέσα από τα μάτια και την αντίληψη των υποκειμένων (Ιωσηφίδης, 2003; Στύλος et al., 2019).

Οι απαντήσεις, λοιπόν, που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο αναλύθηκαν προσδιορίζοντας ποιοτικά διακριτές κατηγορίες ή ομάδες. Η διαδικασία ανάλυσης ξεκίνησε με ανοιχτή κωδικοποίηση, μια μορφή επαγωγικής ανάλυσης δεδομένων. Το πρώτο επίπεδο ανάλυσης περιλάμβανε την εξέταση των απαντήσεων των φοιτητών αναζητώντας ομοιότητες και διαφορές μεταξύ τους. Τα δεδομένα στη συνέχεια υποβλήθηκαν σε μια δεύτερη, βαθύτερη ανάλυση που εξέτασε τις κατηγορίες που είχαν εισαχθεί από τους συγγραφείς της εργασίας από την οποία χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο, στην οποία οι κατηγορίες που ήταν πιο γενικές και οι οποίες είχαν τη δυνατότητα να συνδυαστούν με τα αποτελέσματα της εν λόγω εργασίας. Σύμφωνα με την αρχή του ερμηνευτικού κύκλου που βασίζεται στις μεθοδολογίες ερμηνευτικής έρευνας (Shane, 2007), τα δεδομένα στη συνέχεια υποβλήθηκαν σε περαιτέρω ανάλυση ομαδοποιώντας τις απαντήσεις των φοιτητών για κάθε ερώτηση. Ένας από τους στόχους της διαδικασίας για την ανάλυση δεδομένων ήταν η επίτευξη εσωτερικής συνέπειας σε κάθε κατηγορία. Ένας άλλος στόχος ήταν η ανάπτυξη όσων γενικών κατηγοριών χρειάζονταν για να περιγραφούν οι απόψεις των συμμετεχόντων, κάτι που συμβάλλει στην ενίσχυση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων (Akerlind et al., 2005).

### **2.5.2. Εγκυρότητα και αξιοπιστία της έρευνας**

Ένα πρόβλημα που έπρεπε να αντιμετωπιστεί σχετικά με την εγκυρότητα της έρευνας οφείλεται στην επιλογή να πραγματοποιηθεί η κωδικοποίηση του υλικού με μονάδα ανάλυσης το «θέμα». Το «θέμα» έχει χαμηλότερη αξιοπιστία σε σύγκριση με άλλες μονάδες (λέξη, πρόταση), καθώς η οριοθέτηση του γίνεται με υποκειμενικά κριτήρια, η κάλυψη του δεν προσδιορίζεται με σαφήνεια και δεν είναι πάντα ξεκάθαρο από πού ξεκινάει και που ολοκληρώνεται (Κυριαζή, 2011; Στύλος et al., 2019). Για το λόγο αυτό, ως δείκτης αξιοπιστίας χρησιμοποιείται ο βαθμός συμφωνίας στην κωδικοποίηση από διαφορετικούς κωδικογράφους (Κυριαζή, 2011; Στύλος, Κώτσης & Εμβαλωτής, 2019). Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας της μέτρησης χρησιμοποιήθηκαν τρεις κωδικογράφοι, ο βασικός συγγραφέας- ερευνητής της εργασίας από την οποία χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο (Karatas et al., 2016) και άλλοι δύο κωδικογράφοι- συγγραφείς. Οι συγγραφείς είχαν γνώση για το σκοπό της έρευνας, τη μέθοδο, το σύστημα κατηγοριών και στην κατανόηση της διαδικασίας κωδικογράφησης, ώστε στο πέρας αυτής της «εκπαίδευσης» να καταστεί εφικτός ο μέγιστος βαθμός συμφωνίας μεταξύ ερευνητή και κωδικογράφων (Μπονίδης, 2004; Στύλος et al., 2019). Η ανάλυση και κατηγοριοποίηση των δεδομένων που παρουσιάζονται στα αποτελέσματα της εν λόγω ερευνητικής εργασίας πραγματοποιήθηκε βάσει της κωδικοποίησης που είχε πραγματοποιηθεί από τους πρώτο συγγραφέα της εργασίας από την οποία χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο, ενώ στη συνέχεια τα αποτελέσματα συζητήθηκαν τακτικά με τον δεύτερο συγγραφέα για να ελεγχθεί η συνέπεια στην κωδικοποίηση και να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις των προσωπικών μεροληψιών στη διαδικασία ανάλυσης, ενώ σε συνδυασμό με τον τρίτο συγγραφέα, παρατηρήθηκε συμφωνία 89%, η οποία είναι εξαιρετικά υψηλή, δεδομένου ότι υπήρχαν 26 κατηγορίες στις οποίες μπορούσαν να τοποθετηθούν οι απαντήσεις των φοιτητών.

### **3. Αποτελέσματα**

#### **3.1. Περιγραφική Στατιστική**

Στην ενότητα αυτή αρχικά πρόκειται να παρουσιαστούν τα περιγραφικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων στην έρευνα, ως προς δηλαδή το έτος φοίτησής τους, ενώ στη συνέχεια θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν σε διαγράμματα οι απαντήσεις των φοιτητών στις ερωτήσεις που τους τέθηκαν μέσω του ερευνητικού εργαλείου.

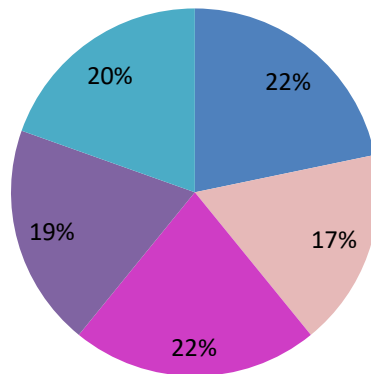
##### **3.1.1 Στατιστική ανάλυση δημογραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος**

Στην εικόνα 3.1 παρατίθεται ένα κυκλικό διάγραμμα το οποίο σχηματοποιεί αριθμητικά τους ενεργούς φοιτητές οι οποίοι παρακολουθούν τις διαλέξεις των μαθημάτων, καθώς και τις εργαστηριακές ασκήσεις για κάθε έτος. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι δεν πρόκειται για το πλήθος των εισαχθέντων, αλλά για τους ενεργούς φοιτητές του κάθε έτους. Οι αριθμητικές πληροφορίες συλλέχθηκαν τόσο από τη Γραμματεία του Τμήματος όσο και από τις εργαστηριακές ασκήσεις που παρακολουθούν οι φοιτητές ανά έτος.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως επιλέχθηκαν οι φοιτητές του πρώτου και του τελευταίου έτους, δηλαδή λίγοι λιγότεροι φοιτητές από το 44% των συνολικών ενεργών φοιτητών του έτους. Η επιλογή δεν ήταν τυχαία, καθώς ερευνητικό στόχο αποτέλεσε η άποψη των νεοεισαχθέντων και τελειόφοιτων, σε θέματα τα οποία σχετίζονται με τη φύση της μηχανικής.

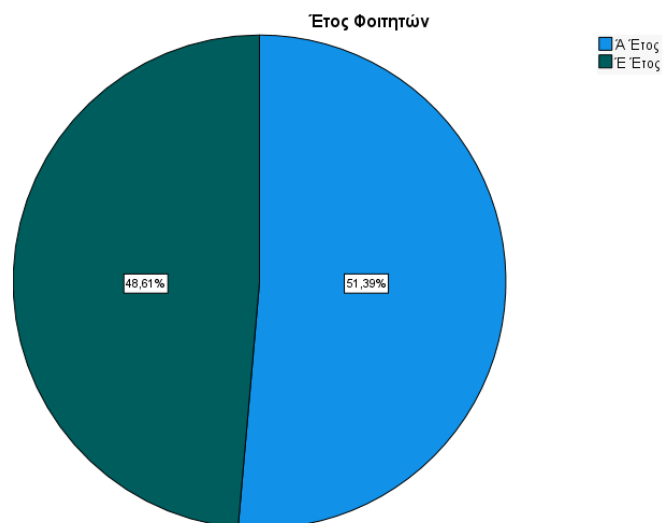
## Πλήθος Ενεργών Φοιτητών Σχολής

■ Α' Έτος ■ Β' Έτος ■ Γ' Έτος ■ Δ' Έτος ■ Ε' Έτος



**Εικόνα 3.1:** Κυκλικό διάγραμμα των ενεργών φοιτητών της Σχολής Μηχανικών Επιστήμης των Υλικών, της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, στην έρευνα αυτή συμμετείχαν εκατόν σαράντα τέσσερις φοιτητές (144), εκ των οποίων οι εβδομήντα τέσσερις (74) είναι φοιτητές πρώτου έτους, ενώ οι υπόλοιποι εβδομήντα (70) είναι φοιτητές πέμπτου έτους. Στο παρακάτω κυκλικό διάγραμμα (εικόνα 3.2) παρουσιάζεται η κατανομή του δείγματος ως προς το έτος φοίτησής τους.



**Εικόνα 3.2:** Κυκλικό διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η κατανομή του δείγματος των φοιτητών ως προς το έτος φοίτησής τους

Στη συνέχεια, παρατίθεται ο πίνακας 3.1 στον οποίο επεξηγούνται αναλυτικά τα ποσοστά που παρουσιάστηκαν στο κυκλικό διάγραμμα της εικόνας 3.1. Παρατίθεται, δηλαδή, ομαδοποιημένη η κατανομή του δείγματος ως προς το έτος φοίτησής τους. Πιο συγκεκριμένα, το 51,4% του δείγματος (N= 74) είναι φοιτητές οι οποίοι μόλις έχουν ξεκινήσει να φοιτούν στο τμήμα (πρωτοετείς), ενώ το 48,6% του δείγματος (N= 70), είναι φοιτητές οι οποίοι διανύουν το τελευταίο έτος της σχολής και μάλιστα τους τελευταίους μήνες φοίτησής τους.

**Πίνακας 3.1:** Κατανομή των φοιτητών ως προς το έτος φοίτησής τους

<b>Έτος Φοιτητών</b>	<b>N</b>	<b>Ποσοστό (%)</b>
Α Έτος	74	51,4
Ε Έτος	70	48,6
Σύνολο	144	100

### **3.1.2 Ανάλυση των απαντήσεων**

Στη συνέχεια και μετά την καταγραφή των περιγραφικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι φοιτητές απάντησαν σε ερωτήσεις ανοικτού τύπου, οι οποίες στη συνέχεια κατηγοριοποιήθηκαν και θα παρουσιαστούν στην ενότητα αυτή. Η επαγωγική ανάλυση των δεδομένων και πάντα με γνώμονα τη βιβλιογραφία (Karatas et al., 2016) οδήγησε στην καταγραφή έξι κατηγοριοποιήσεων, οι οποίες περιλαμβάνουν τον ορισμό της Μηχανικής ως πεδίο και τον αντίστοιχο στόχο αυτής, τη διαδικασία μηχανικού σχεδιασμού, τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το τελικό προϊόν της Μηχανικής, τα χαρακτηριστικά τα οποία καθιστούν τη μηχανική αποδοτική («καλή»), τα χαρακτηριστικά ενός αξιόλογου μηχανικού («καλού») και τέλος τη σχέση ανάμεσα σε επιστήμη και Μηχανική. Οι απαντήσεις σε καθεμία από τις κατηγορίες αυτές ομαδοποιήθηκαν σε υποκατηγορίες ανάλογα με τις ανάγκες. Οι κατηγορίες αυτές, καθώς και τα ποσοστά απαντήσεων συναρτήσεως του έτους παρατίθενται στον πίνακα 3.1, ενώ στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί λεπτομερής ανάλυση για την κάθε ερώτηση και όλες τις απαντήσεις των φοιτητών, οι οποίες εμπίπτουν και έχουν επαγωγικά εισαχθεί στον πίνακα 3.1.

**Πίνακας 3.1:** Απόψεις των φοιτητών Α΄ και Ε΄ Έτους για τη Φύση της Μηχανικής- Κατηγοριοποίηση απαντήσεων με βάση τη βιβλιογραφία (Karatas et al., 2016)

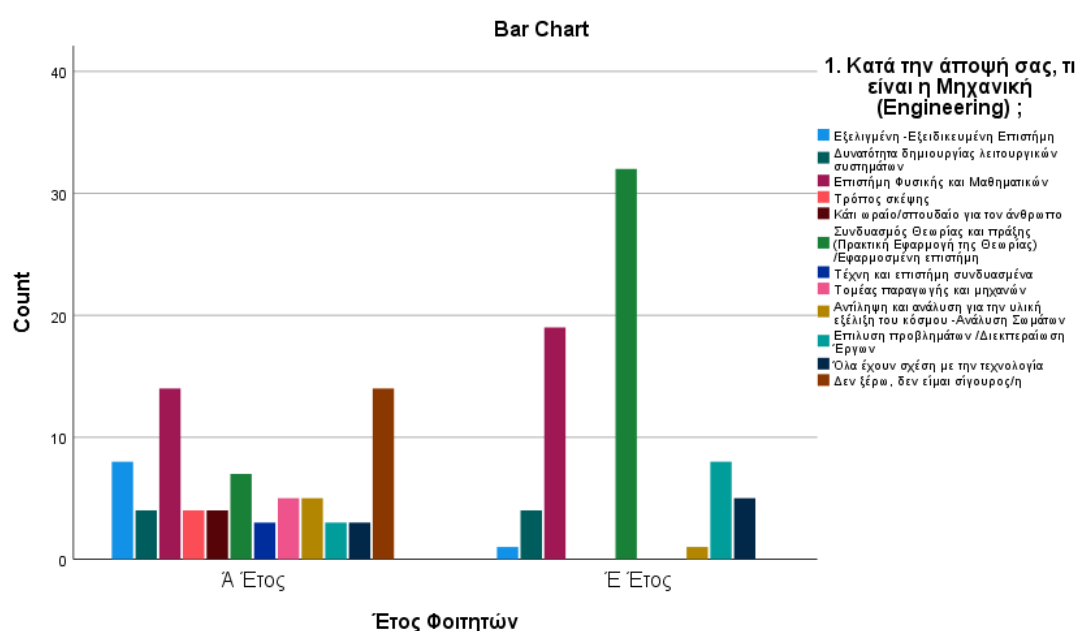
Κατηγορίες	Υποκατηγορίες	Δείγμα		Έτος (Ποσοστό %)	
		N	%	Α΄	Ε΄
<u>Μηχανική</u>					
Ορισμός Μηχανικής	Επίλυση Προβλημάτων	44	32.63	6.94	25.69
	Επιστήμη Φυσικής και Μαθηματικών	40	30.54	13.88	16.66
	Δημιουργία και επινόηση τεχνουργημάτων ή λύσεων	16	11.12	8.34	2.78
	Σχεδιασμός πρακτικών Ανακάλυψη πώς και γιατί κάτι λειτουργεί	5 15	5.58 10.41	3.47 9.03	2.11 1.38
Σκοπός της Μηχανικής	Βελτίωση προϊόντων	113	78.48	36.11	42.37
	Διευκόλυνση της ζωής του ανθρώπου	13	9.03	2.78	6.25
	Να γίνει ο κόσμος καλύτερο μέρος	3	2.08	2.08	-
<u>Διαδικασία Σχεδιασμού</u>					
Σκέψεις στο σχεδιασμό	Προδιαγραφές του αντικειμένου	40	27.77	18.05	9.72
	Περιορισμοί	69	47.92	9.03	38.89
Τι κάνουν οι μηχανικοί	Διαδικασία Σχεδιασμού	81	56.25	23.61	32.64
	Εκτιμήσεις και Υπολογισμούς	7	4.86	3.47	1.39
	Επίβλεψη κατασκευής Κατασκευή/ Υλοποίηση σχεδιασμού	2 19	1.39 13.2	1.39 2.78	- 10.42
	Εξετάσεις/ Δοκιμές	7	4.86	1.39	3.47
Πώς το κάνουν	Σε ατομικό επίπεδο	92	63.89	22.92	40.97
	Με ομαδική εργασία	14	9.71	2.77	6.94
<u>Παράγοντες που επηρεάζουν τη Μηχανική</u>					
Διαφορετικοί	Άνθρωποι/ Μηχανικοί	28	19.45	13.89	5.56

	Όραμα και αποστολή εταιρείας	16	11.2	5.56	5.56
	Πόροι και Υλικά	43	29.86	8.33	21.53
Ίδιοι	Στόχοι και Ιστορικό	23	15.97	4.86	11.11
	Άνθρωποι/ Μηχανικοί	6	4.17	4.17	-
Παρόμοιοι/ Εξαρτάται	Εργασία/ Καθήκοντα	9	6.25	1.39	4.86
	Ομαδικότητα	-	-	-	-
Χαρακτηριστικά «Καλής» Μηχανικής	Προσανατολισμός στο προϊόν ή στον ίδιο το μηχανικό	26	18.05	6.94	11.11
	Προσανατολισμός στον πελάτη	11	7.63	2.77	4.86
	Προσανατολισμός στον αντίκτυπο	65	45.14	17.37	27.77
Χαρακτηριστικά «Καλού» Μηχανικού	Προσωπικά	107	74.3	36.81	37.49
	Διανοητικά	72	50	18.75	31.25
	Κοινωνικά	10	7.03	4.16	3.47
	Γνώση του αντικειμένου	41	28.46	11.8	16.66
	Ηθική	0	-	-	-
Διαφορές Μηχανικής και Επιστήμης	Η Μηχανική είναι τομέας της Επιστήμης	11	7.63	3.47	4.16
	Η Επιστήμη είναι θεμελιώδης για τη Μηχανική	31	21.53	4.86	16.67
	Η Επιστήμη και η Μηχανική είναι συμπληρωματικές	69	47.93	23.62	24.31

Στις ερωτήσεις που ακολουθούν υπολογίστηκαν τα ποσοστά των απαντήσεων, σε σχέση πάντα με το έτος φοίτησης και χρησιμοποιήθηκαν οι πίνακες διασταύρωσης (crosstabs). Τα διαγράμματα για κάθε ερώτηση θα παρουσιαστούν εν συνεχεία, ενώ οι αντίστοιχοι πίνακες παρουσιάζονται στο Παράρτημα Β.

### 3.1.2.1. Ερώτηση 1η: Κατά την άποψή σας, τι είναι η Μηχανική (Engineering);

Η πρώτη ερώτηση που τέθηκε στους φοιτητές είναι επί της ουσίας η περιγραφή της άποψής τους για το τι συνίσταται ως μηχανική. Οι απαντήσεις που δόθηκαν τόσο από τους πρωτοετείς όσο και από τους φοιτητές του πέμπτου έτους παρατίθενται στην εικόνα 3.3 που ακολουθεί.



**Εικόνα 3.3:** Διάγραμμα με τις απαντήσεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην ερώτηση «κατά την άποψή σας, τι είναι η μηχανική;»

Από τις απαντήσεις που δόθηκαν από τους φοιτητές, όπως φαίνεται στο διάγραμμα της εικόνας 3.3, παρατηρείται ότι υπάρχουν αρκετά σημεία τα οποία παρουσιάζουν ενδιαφέρον. Αρχικά, το πιο προφανές είναι ότι οι απαντήσεις των πρωτοετών φοιτητών είναι στην πλειοψηφία τους αρκετά πιο πολλές από εκείνες των τελειόφοιτων. Ειδικότερα στις απαντήσεις που δόθηκαν από τους φοιτητές του πρώτου έτους, το μεγαλύτερο ποσοστό (9,72%) θεωρούν τη Μηχανική ως μια «επιστήμη της φυσικής και των μαθηματικών». Αντίστοιχο, όμως, είναι και το ποσοστό των φοιτητών (9,72%) οι οποίοι απάντησαν ότι δεν γνωρίζουν τι είναι η

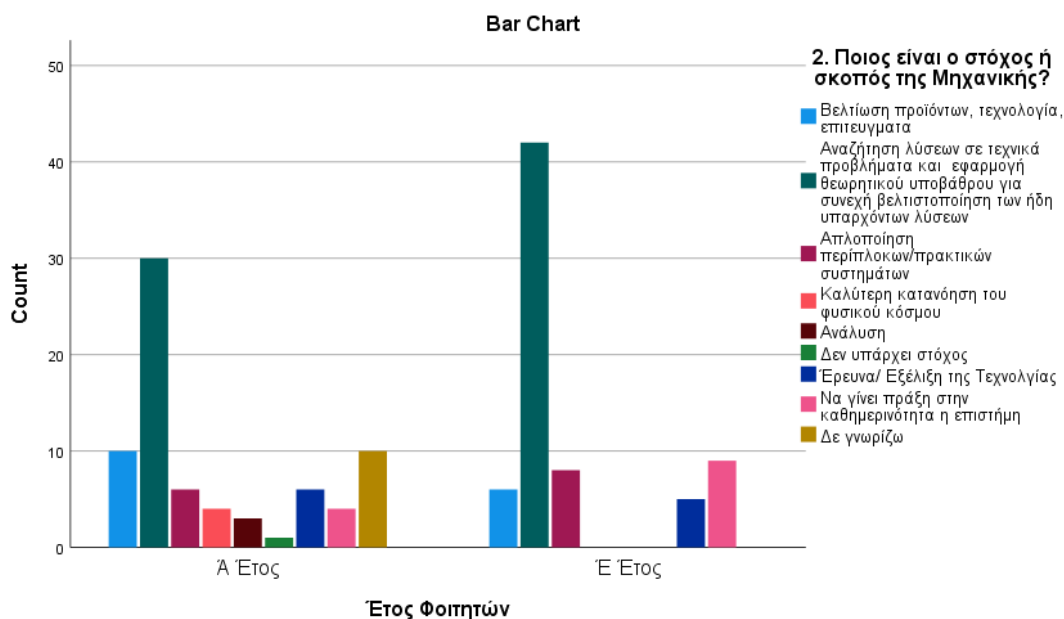


Μηχανική. Το αμέσως επόμενο πιο μεγάλο ποσοστό (5,56%) φαίνεται να υποστηρίζει ότι η Μηχανική είναι «εξελιγμένη- εξειδικευμένη επιστήμη», ενώ το 4,86% πιστεύει ότι πρόκειται για ένα «συνδυασμό θεωρίας και πράξης» ή όπως αναφέρθηκε με διαφορετική διατύπωση «πρακτική εφαρμογή της επιστήμης» και «Εφαρμοσμένη επιστήμη». Στη συνέχεια παρατηρείται με ποσοστό 3,47% η άποψη ότι πρόκειται για «αντίληψη και ανάλυση για την υλική εξέλιξη του κόσμου», ή διαφορετικά ότι η Μηχανική είναι μια «ανάλυση σωμάτων», ενώ με το ίδιο ποσοστό φαίνεται να επικρατεί και η άποψη ότι είναι ένας «τομέας παραγωγής και μηχανών». Στη συνέχεια φαίνεται ότι σε μικρότερα και ίσα ποσοστά υπάρχουν οι απόψεις ότι η μηχανική είναι «τρόπος σκέψης» (2,78%), «κάτι ωραίο, σπουδαίο για τον άνθρωπο (2,78%), «δυνατότητα δημιουργίας λειτουργικών συστημάτων (2,78%), «επίλυση προβλημάτων και διεκπεραίωση έργων» (2,08%), «τέχνη και επιστήμη συνδυασμένα»(2,08%), «όλα όσα έχουν σχέση με την τεχνολογία».

Κατ' αντιστοιχία οι τελειόφοιτοι φαίνεται ότι έχουν μια πιο σαφή άποψη στο τι συνίσταται ως μηχανική, ασχέτως εάν πρόκειται για σωστό ή λάθος. Δηλαδή, οι απαντήσεις τους είναι πιο προσανατολισμένες και με πολύ μεγαλύτερα ποσοστά. Στην ίδια λοιπόν, ερώτηση οι φοιτητές του πέμπτου έτους υποστηρίζουν με ποσοστό 22,22% ότι στην ουσία η Μηχανική είναι «έναν συνδυασμό θεωρίας και πράξης» , «επιστήμη της φυσικής και των μαθηματικών» (13,19%), «επίλυση προβλημάτων και διεκπεραίωση έργων» (5,56%), «όλα όσα έχουν σχέση με την τεχνολογία» (3,47%), «δυνατότητα δημιουργίας λειτουργικών συστημάτων (2,78%), ενώ τα μικρότερα ποσοστά (0,69%) εμφανίζονται απαντήσεις όπως «εξελιγμένη- εξειδικευμένη επιστήμη» και «αντίληψη και ανάλυση για την υλική εξέλιξη του κόσμου». Πέρα από το περιεχόμενο των απαντήσεων, η ανάλυση των οποίων θα πραγματοποιηθεί στη συνέχεια, είναι πολύ σημαντικό να σημειωθεί ότι όλοι οι τελειόφοιτοι απάντησαν στις ερωτήσεις, δηλαδή δεν υπήρχε ούτε μια απάντηση «δεν ξέρω».

### **3.1.2.2. Ερώτηση 2η: Ποιος είναι ο στόχος ή σκοπός της Μηχανικής;**

Η δεύτερη ερώτηση του ερωτηματολογίου περιελάμβανε το στόχο ή το σκοπό της μηχανικής. Οι απαντήσεις που δόθηκαν από τους φοιτητές πρώτου και πέμπτου έτους παρατίθενται στο διάγραμμα της εικόνας 3.4 που ακολουθεί.



**Εικόνα 3.4:** Διάγραμμα με τις απαντήσεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην ερώτηση «ποιος είναι ο στόχος ή ο σκοπός της μηχανικής;»

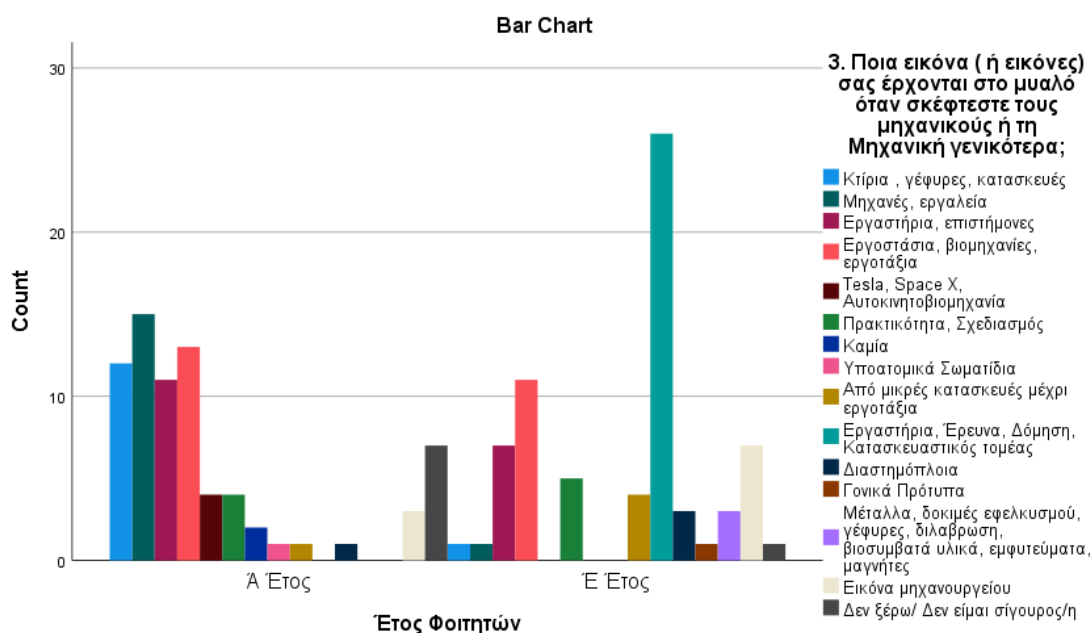
Και σε αυτή την περίπτωση και με μια πρώτη οπτική, παρατηρείται ότι οι απαντήσεις των πρωτοετών φοιτητών είναι πιο πολλές από εκείνες που έδωσαν οι τελειόφοιτοι. Πιο συγκεκριμένα, φαίνεται ότι οι πρωτοετείς φοιτητές σε ένα ποσοστό 20,83% θεωρούν ότι σκοπός ή στόχος της μηχανικής είναι η «Αναζήτηση λύσεων σε τεχνικά προβλήματα και εφαρμογή θεωρητικού υποβάθρου για συνεχή βελτιστοποίηση των ήδη υπαρχόντων λύσεων/ η διευκόλυνση της ζωής του ανθρώπου». Στη συνέχεια και με ευκρινώς μικρότερα ποσοστά (6,94%) οι απαντήσεις που δίνουν είναι «Βελτίωση προϊόντων, τεχνολογία, επιτεύγματα», ενώ το ίδιο ποσοστό κατέχει και η απάντηση «δεν ξέρω/ δεν γνωρίζω». Ακολουθούν οι απαντήσεις «Απλοποίηση περίπλοκων/πρακτικών συστημάτων» και «Έρευνα/ Εξέλιξη της Τεχνολογίας» με ποσοστά 4,17% και στις δύο περιπτώσεις, ενώ ακολουθούν οι απαντήσεις «Να γίνει πράξη στην καθημερινότητα η επιστήμη» και «Καλύτερη κατανόηση του φυσικού κόσμου» με ποσοστά 2,78% και στις δύο περιπτώσεις, ενώ τα μικρότερα ποσοστά εμφανίζονται σε απαντήσεις τύπου «Ανάλυση» με 2,08% και «Δεν υπάρχει στόχος» με 0,69%.

Αντιστοίχως και οι περισσότεροι τελειόφοιτοι συμφωνούν ότι στόχος της μηχανικής είναι η «Αναζήτηση λύσεων σε τεχνικά προβλήματα και εφαρμογή θεωρητικού υποβάθρου για συνεχή βελτιστοποίηση των ήδη υπαρχόντων λύσεων/ η διευκόλυνση της ζωής του ανθρώπου», με ποσοστό 29,17%, ενώ με εμφανώς

μικρότερα ποσοστά παρουσιάζονται οι απαντήσεις «Να γίνει πράξη στην καθημερινότητα η επιστήμη» και «Καλύτερη κατανόηση του φυσικού κόσμου» (6,25%), «Απλοποίηση περίπλοκων/πρακτικών συστημάτων» (5,56%), «Βελτίωση προϊόντων, τεχνολογία, επιτεύγματα»(4,17%) και «Έρευνα/ Εξέλιξη της Τεχνολογίας» (3,47%). Αξίζει και σε αυτή την περίπτωση να επισημανθεί ότι ούτε ένας από τους φοιτητές του πέμπτου έτους απάντησε «Δεν ξέρω/δε γνωρίζω».

### 3.1.2.3. Ερώτηση 3η: Ποια εικόνα (ή εικόνες) σας έρχονται στο μυαλό όταν σκέφτεστε τους μηχανικούς ή τη μηχανική γενικότερα;

Η τρίτη ερώτηση ήταν ποια εικόνα (ή εικόνες) σας έρχονται στο μυαλό όταν σκέφτεστε τους μηχανικούς ή τη μηχανική γενικότερα. Οι απαντήσεις που δόθηκαν από τους φοιτητές πρώτου και πέμπτου έτους παρατίθενται στο διάγραμμα της εικόνας 3.5 που ακολουθεί.



**Εικόνα 3.5:** Διάγραμμα με τις απαντήσεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην ερώτηση «Ποια εικόνα (ή εικόνες) σας έρχονται στο μυαλό όταν σκέφτεστε τους μηχανικούς ή τη μηχανική γενικότερα»;

Η ερώτηση αυτή παρουσιάζει μια διαφοροποίηση σχετικά με τις προηγούμενες δύο ερωτήσεις, η οποία έγκειται στο γεγονός ότι σε αυτή δόθηκαν πολλές παραπάνω απαντήσεις και από τους τελειόφοιτους. Πιο συγκεκριμένα, οι πρωτοετείς φοιτητές απάντησαν με ποσοστό 10,42% ότι η πρώτη εικόνα που τους έρχεται στο μυαλό όταν σκέφτονται τους μηχανικούς ή της μηχανική γενικότερα είναι «Μηχανές, εργαλεία», ενώ με ελάχιστη διαφορά έπονται οι απαντήσεις «Εργοστάσια, βιομηχανίες,

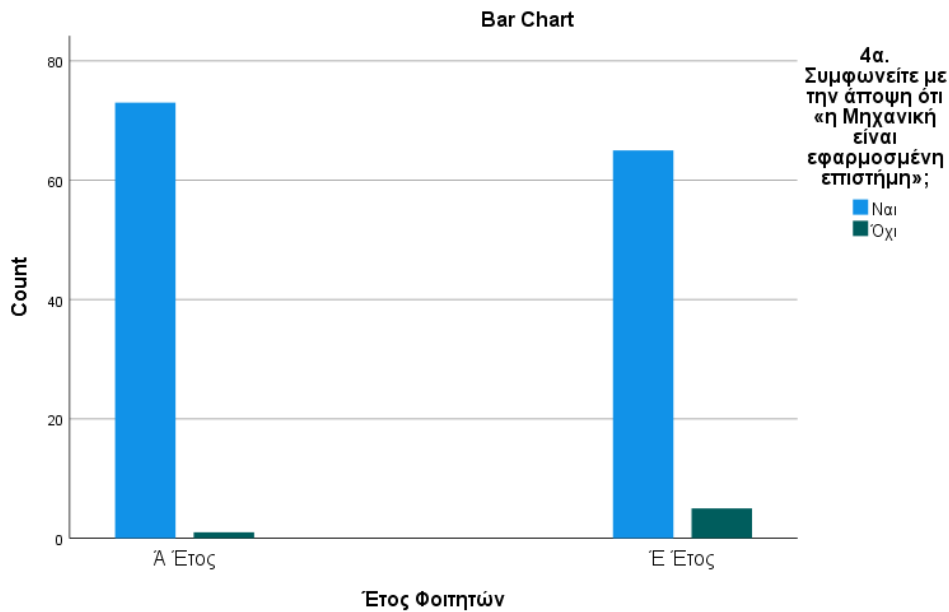
εργοτάξια»(9,03%), «Κτίρια, γέφυρες, κατασκευές»(8,33%), «Εργαστήρια, επιστήμονες»(7,64%). Οι απαντήσεις αυτές είναι εμφανές ότι αντικατοπτρίζουν μια γενική εικόνα που έχει υιοθετηθεί, καθώς η καθεμία από αυτές αποδίδεται σε διαφορετικούς τομείς της μηχανικής. Στη συνέχεια, ακολουθούν απαντήσεις σε πολύ μικρότερα ποσοστά, οι οποίες είναι «Δεν ξέρω/ Δεν είμαι σίγουρος/η»(4,86%), «Πρακτικότητα, σχεδιασμός» (2,78%), «Tesla, Space X, Αυτοκινητοβιομηχανία»(2,78%), «Εικόνα μηχανουργείου»(2,08%), «Καμία»(1,39%), «Από μικρές κατασκευές μέχρι εργοτάξια»(0,69%), «Υποατομικά σωματίδια»(0,69%) και «διαστημόπλοια»(0,69%).

Αντιθέτως, οι φοιτητές του πέμπτου έτους έχοντας την ανάγκη να καλύψουν πολλούς τομείς της Μηχανικής, απαντούν ότι στο μυαλό τους έρχονται «Εργαστήρια, Έρευνα, Δόμηση, Κατασκευαστικός τομέας» με ποσοστό 18,06% όταν σκέφτονται τους μηχανικούς ή τη μηχανική, ενώ σε πολύ μικρότερα ποσοστά οι απαντήσεις που δίνουν είναι οι εξής ακόλουθες: «Εργοστάσια, βιομηχανίες, εργοτάξια»(7,64%), «Εικόνα μηχανουργείου»(4,86%), «Εργαστήρια, Επιστήμονες»(4,86%), «Πρακτικότητα, Σχεδιασμός»(3,47%), «Από μικρές κατασκευές μέχρι εργοτάξια»(2,78%), «Διαστημόπλοια»(2,08%), «Μέταλλα, δοκιμές εφελκυσμού, γέφυρες, διάβρωση, βιοσυμβατά υλικά, εμφυτεύματα, μαγνήτες»(2,08%), «Κτίρια , γέφυρες, κατασκευές» (0,69%), «Μηχανές, εργαλεία» (0,69%), «Γονικά πρότυπα» (0,69%) και «Δεν ξέρω» (0,69%).

Είναι επίσης σημαντικό να αναφερθεί ότι η ερώτηση 3, είναι η πρώτη ερώτηση στην οποία εμφανίζεται η απάντηση «Δεν ξέρω» στους φοιτητές του πέμπτου έτους.

#### **3.1.2.4. Ερώτηση 4η: Συμφωνείτε με την άποψη ότι «η Μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη»; Γιατί ή γιατί όχι;**

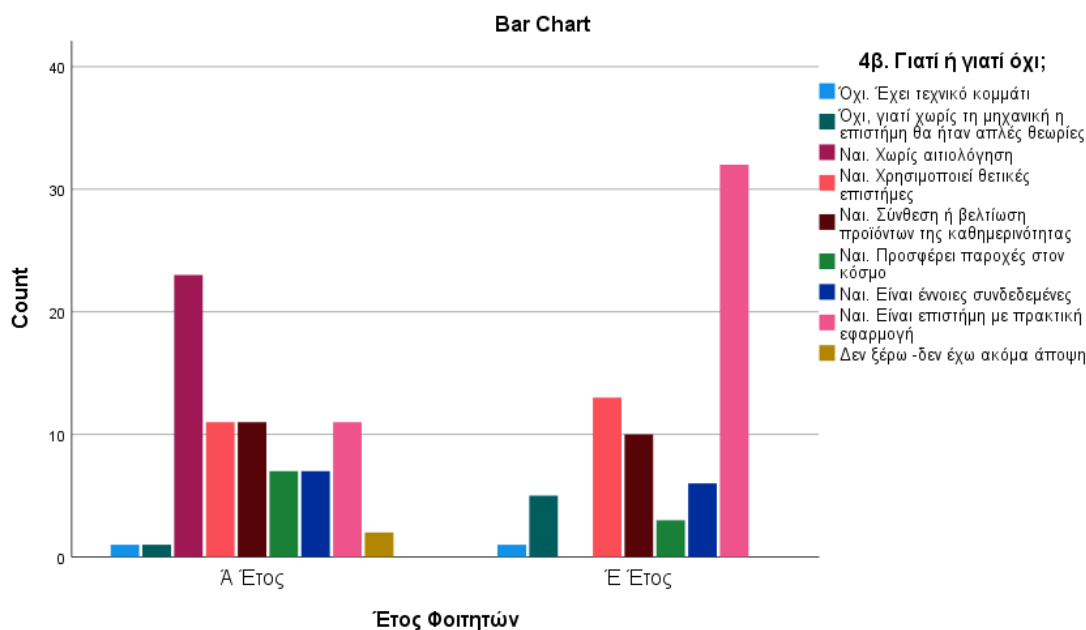
Η τέταρτη ερώτηση περιελάμβανε δύο στάδια. Το πρώτο αποτέλεσε η δήλωση «συμφωνείτε ότι η Μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη;», στην οποία η απάντηση ήταν ναι ή όχι και το δεύτερο στάδιο περιελάμβανε την αιτιολόγηση. Επομένως, οι απαντήσεις θα δοθούν σε δύο διαφορετικά διαγράμματα, προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι πιο διακριτά. Στο διάγραμμα της εικόνας 3.6 παρουσιάζονται οι καταφατικές ή αρνητικές απαντήσεις των φοιτητών στην ερώτηση.



**Εικόνα 3.6:** Διάγραμμα με τις καταφατικές ή αρνητικές απαντήσεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην ερώτηση «Συμφωνείτε με την άποψη ότι η μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη»;

Με βάση τις απαντήσεις των φοιτητών, τόσο οι πρωτοετείς όσο και οι φοιτητές του πέμπτου έτους θεωρούν ότι η μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη, με ποσοστά 50,69% και 45,14% αντίστοιχα. Παράλληλα, κάποιοι από τους φοιτητές απαντούν αρνητικά, με ποσοστό 0,69% για τους πρωτοετείς, ενώ ενδιαφέρον προκαλεί το ότι για τους τελειόφοιτους το ποσοστό αυτό είναι πιο μεγάλο (3,47%).

Στο διάγραμμα της εικόνας 3.7 που ακολουθεί, παρατίθεται η αιτιολόγηση των θετικών και αρνητικών απαντήσεων που προηγήθηκε.



**Εικόνα 3.7:** Διάγραμμα με τις αιτιολογήσεις των καταφατικών ή αρνητικών απαντήσεων πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην ερώτηση «Συμφωνείτε με την άποψη ότι μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη»;

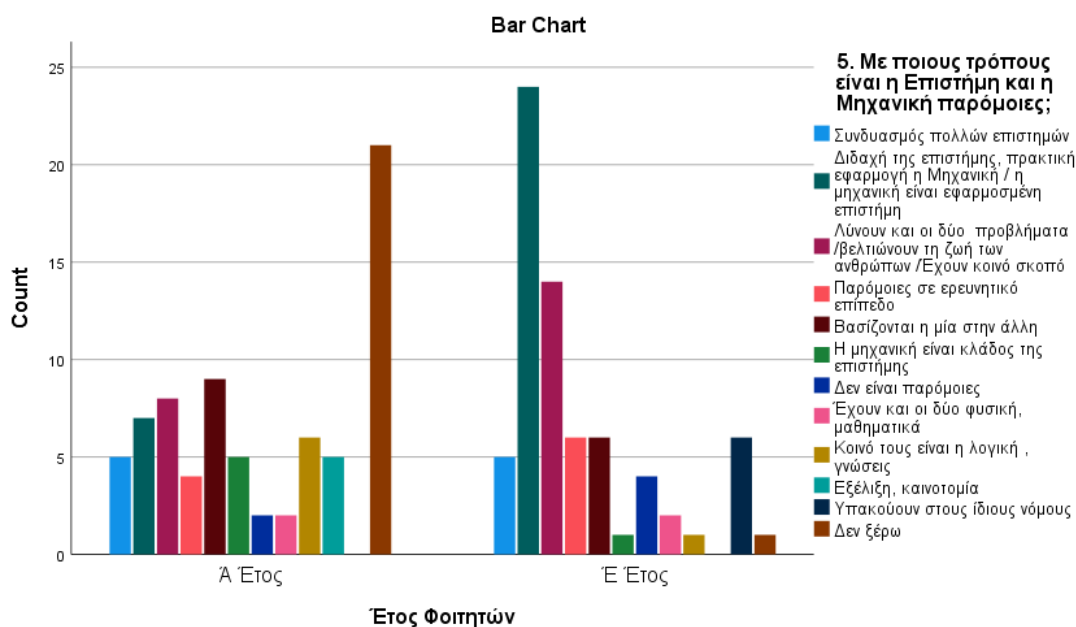
Μια πρώτη παρατήρηση και σε αυτή την ερώτηση είναι ότι οι πρωτοετείς φοιτητές έχουν δώσει πιο πολλές απαντήσεις από ότι οι τελειόφοιτοι. Πιο αναλυτικά, φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των πρωτοετών φοιτητών απαντά καταφατικά στην προηγούμενη ερώτηση, χωρίς ωστόσο να είναι σε θέση να αιτιολογήσει το γιατί. Έτσι, το μεγαλύτερο ποσοστό- 15,97% απαντά απλώς ναι, χωρίς αιτιολόγηση. Οι απαντήσεις που ακολουθούν εμφανίζονται σε μικρότερα ποσοστά: «Ναι. Χρησιμοποιεί θετικές επιστήμες» (7,64%), «Ναι. Σύνθεση ή βελτίωση προϊόντων της καθημερινότητας» (7,64%), «Ναι. Είναι επιστήμη με πρακτική εφαρμογή» (7,64%), «Ναι. Προσφέρει παροχές στον κόσμο» (4,86%), «Ναι. Είναι έννοιες συνδεδεμένες» (4,86%), ενώ σε ακόμα πιο μικρά ποσοστά εμφανίζονται οι αρνητικές απαντήσεις: «Όχι. Έχει τεχνικό κομμάτι» (0,69%) και «Όχι, γιατί χωρίς τη μηχανική η επιστήμη θα ήταν απλές θεωρίες» (0,69%).

Παράλληλα, οι φοιτητές του πέμπτου έτους απαντούν κατά ένα μεγάλο ποσοστό 22,22% «Ναι. Είναι επιστήμη με πρακτική εφαρμογή», ενώ σε αρκετά μικρότερο ποσοστό «Ναι. Χρησιμοποιεί θετικές επιστήμες» (9,03%). Ακόμη, παρατηρείται ότι το 6,94% απαντά ναι, χωρίς όμως να υπάρχει κάποια αιτιολόγηση, ενώ σε αρκετά μικρότερα ποσοστά απαντούν: «Ναι. Είναι έννοιες συνδεδεμένες»

(4,17%). Με φθίνουσα σειρά ακολουθεί μια αρνητική απάντηση, στην οποία οι φοιτητές θεωρούν ότι «η επιστήμη χωρίς τη μηχανική θα ήταν απλή θεωρία» (3,47%), ενώ σε ακόμη μικρότερα ποσοστά απαντούν «Ναι. Προσφέρει παροχές στον κόσμο» (2,08%) και τέλος το 0,69% πιστεύει ότι η μηχανική δεν είναι εφαρμοσμένη επιστήμη, καθώς «δεν έχει τεχνικό κομμάτι».

### 3.1.2.5. Ερώτηση 5η: Με ποιους τρόπους είναι η Επιστήμη και η Μηχανική παρόμοιες;

Η πέμπτη ερώτηση περιελάμβανε τις ομοιότητες ανάμεσα στη μηχανική και την επιστήμη και πιο συγκεκριμένα «με ποιους τρόπους είναι η μηχανική και η επιστήμη παρόμοιες;». Οι απαντήσεις των φοιτητών παρατίθενται στο διάγραμμα της εικόνας που ακολουθεί (Εικόνα 3.8)



**Εικόνα 3.8:** Διάγραμμα με τις απαντήσεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην ερώτηση «Με ποιους τρόπους είναι η Επιστήμη και η Μηχανική παρόμοιες;»

Όπως χαρακτηριστικά παρατηρείται στην εικόνα 3.8, η πλειοψηφία των πρωτοετών φοιτητών απαντά ότι δεν γνωρίζει ποιες είναι οι ομοιότητες της μηχανικής και της επιστήμης («Δεν ξέρω») σε ποσοστό 14,58%. Όλες οι υπόλοιπες απαντήσεις είναι σε διακριτά μικρότερα ποσοστά, και περιλαμβάνουν: «Βασίζονται η μία στην άλλη» (6,25%), «Λύνουν και οι δύο προβλήματα/ βελτιώνουν τη ζωή των ανθρώπων/ Έχουν κοινό σκοπό» (5,56%), «Διδαχή της επιστήμης, πρακτική

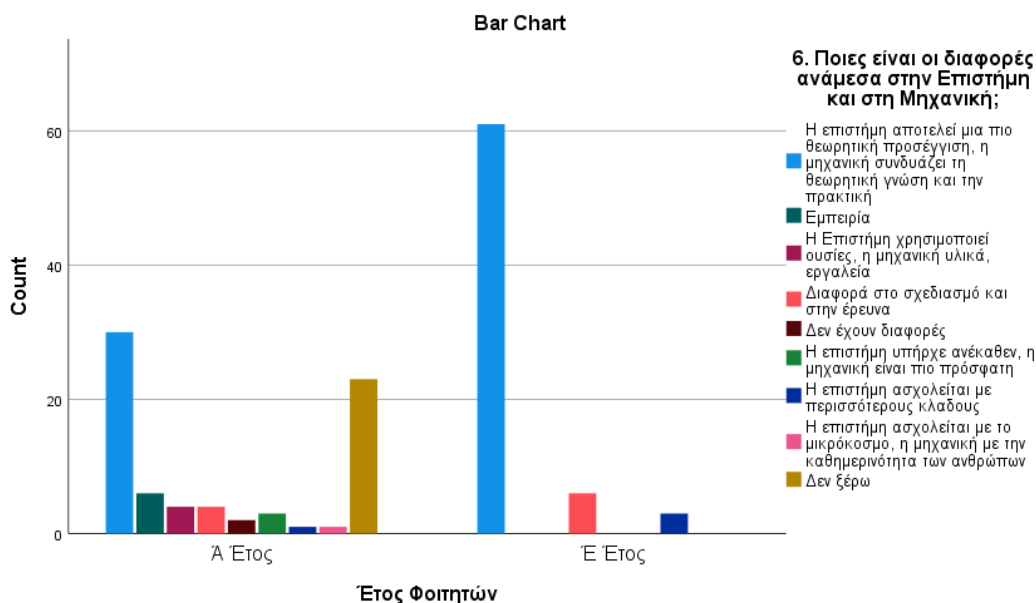
εφαρμογή η Μηχανική / η μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη» (4,86%), «Κοινό τους είναι η λογική, οι γνώσεις» (4,17%), «Εξέλιξη, καινοτομία» (3,47%), «Η μηχανική είναι κλάδος της επιστήμης» (3,47%), «Συνδυασμός πολλών επιστημών» (3,47%), «Παρόμοιες σε ερευνητικό επίπεδο» (2,78%), «Έχουν και οι δύο φυσική, μαθηματικά» (1,39%) και «Δεν είναι παρόμοιες» (1,39%).

Αντίστοιχα οι τελειόφοιτοι απαντούν σε ένα μεγάλο ποσοστό 16,67%, ότι διδάσκονται μεν την επιστήμη και επί της ουσίας η μηχανική είναι η πρακτική εφαρμογή της («Διδαχή της επιστήμης, πρακτική εφαρμογή η Μηχανική / η μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη»), ενώ ένα εξίσου μεγάλο ποσοστό, 9,72% υποστηρίζει ότι «Λύνουν και οι δύο προβλήματα /βελτιώνουν τη ζωή των ανθρώπων /Έχουν κοινό σκοπό». Οι υπόλοιπες απαντήσεις είναι σε σχετικά μικρότερα ποσοστά και είναι οι εξής ακόλουθες, με φθίνοντα ποσοστά: «Παρόμοιες σε ερευνητικό επίπεδο» (4,17%), «Βασίζονται η μία στην άλλη» (4,17%), «Υπακούουν στους ίδιους νόμους» (4,17%), «Συνδυασμός πολλών επιστημών» (3,47%), «Δεν είναι παρόμοιες» (2,78%), «Έχουν και οι δύο φυσική, μαθηματικά» (1,39%), «Η μηχανική είναι κλάδος της επιστήμης» (0,69%), «Κοινό τους είναι η λογική, οι γνώσεις» (0,69%), «Δεν ξέρω» (0,69%).

### **3.1.2.6. Ερώτηση 6η: Ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στην Επιστήμη και στη Μηχανική;**

Η έκτη ερώτηση περιελάμβανε τις διαφορές ανάμεσα στη μηχανική και την επιστήμη και πιο συγκεκριμένα «Ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στην Επιστήμη και στη Μηχανική». Οι απαντήσεις των φοιτητών παρατίθενται στο διάγραμμα της εικόνας που ακολουθεί (Εικόνα 3.9)





**Εικόνα 3.9:** Διάγραμμα με τις απαντήσεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην ερώτηση «Ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στην Επιστήμη και στη Μηχανική;»

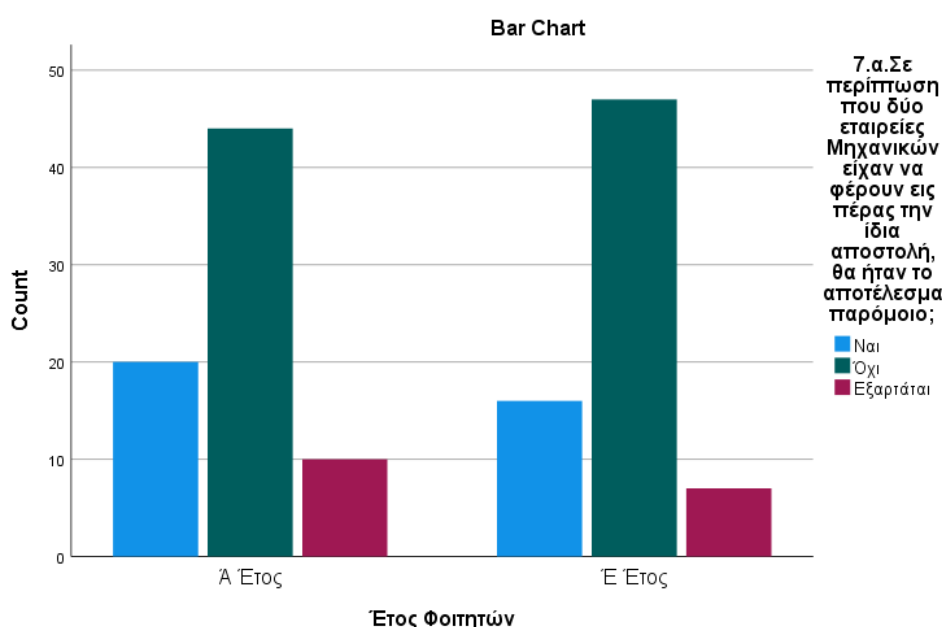
Στο διάγραμμα της εικόνας 3.9 είναι σημαντικό να τονιστεί αρχικά ότι οι πρωτοετείς φοιτητές και σε αυτή την περίπτωση έχουν δώσει σημαντικά πιο πολλές απαντήσεις, ενώ αντίστοιχα οι τελειόφοιτοι συμφωνούν σε τρεις απαντήσεις. Επίσης, οι απαντήσεις με το μεγαλύτερο ποσοστό είναι και στα δύο έτη η ίδια. Πιο συγκεκριμένα, οι πρωτοετείς φοιτητές θεωρούν ότι «Η επιστήμη αποτελεί μια πιο θεωρητική προσέγγιση, η μηχανική συνδυάζει τη θεωρητική γνώση και την πρακτική» με ποσοστό 20,83%. Το αμέσως επόμενο πιο μεγάλο ποσοστό αφορά στις απαντήσεις «Δεν ξέρω», (15,97%), «Εμπειρία» (4,17%), «Η Επιστήμη χρησιμοποιεί ουσίες, η μηχανική υλικά, εργαλεία» (2,78%), «Διαφορά στο σχεδιασμό και στην έρευνα» (2,78%), «Η επιστήμη υπήρχε ανέκαθεν, η μηχανική είναι πιο πρόσφατη»(2,08%), «Δεν έχουν διαφορές» (1,39%), «Η επιστήμη ασχολείται με το μικρόκοσμο, η μηχανική με την καθημερινότητα των ανθρώπων» (0,69%) και «Η επιστήμη ασχολείται με περισσότερους κλάδους» (0,69%).

Στον αντίποδα οι φοιτητές οι οποίοι τελειώνουν το πέμπτο έτος υποστηρίζουν σε ένα μεγάλο ποσοστό σε σχέση με άλλες ερωτήσεις, ότι «Η επιστήμη αποτελεί μια πιο θεωρητική προσέγγιση, η μηχανική συνδυάζει τη θεωρητική γνώση και την πρακτική» με ποσοστό 42,36%. Στη συνέχεια, σε ένα αρκετά μικρότερο ποσοστό-4,17% ότι διαφέρουν στο σχεδιασμό και στην έρευνα («Διαφορά στο σχεδιασμό και στην έρευνα»), ενώ τέλος ένα μικρό ποσοστό, 2,08% θεωρεί ότι «Η επιστήμη

ασχολείται με περισσότερους κλάδους». Ακόμη, ούτε σε αυτή την ερώτηση συναντάται το «Δεν ξέρω».

### 3.1.2.7. Ερώτηση 7η: Σε περίπτωση που δύο εταιρείες Μηχανικών είχαν να φέρουν εις πέρας την ίδια αποστολή, θα ήταν το αποτέλεσμα παρόμοιο; Γιατί ή γιατί όχι;

Η έβδομη ερώτηση περιελάμβανε δύο στάδια. Το πρώτο αποτέλεσε η δήλωση «Σε περίπτωση που δύο εταιρείες Μηχανικών είχαν να φέρουν εις πέρας την ίδια αποστολή, θα ήταν το αποτέλεσμα παρόμοιο;», στην οποία η απάντηση ήταν ναι ή όχι και το δεύτερο στάδιο περιελάμβανε την αιτιολόγηση. Επομένως, οι απαντήσεις θα δοθούν σε δύο διαφορετικά διαγράμματα, προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι πιο διακριτά. Στο διάγραμμα της εικόνας 3.10 παρουσιάζονται οι καταφατικές ή αρνητικές απαντήσεις των φοιτητών στην ερώτηση.

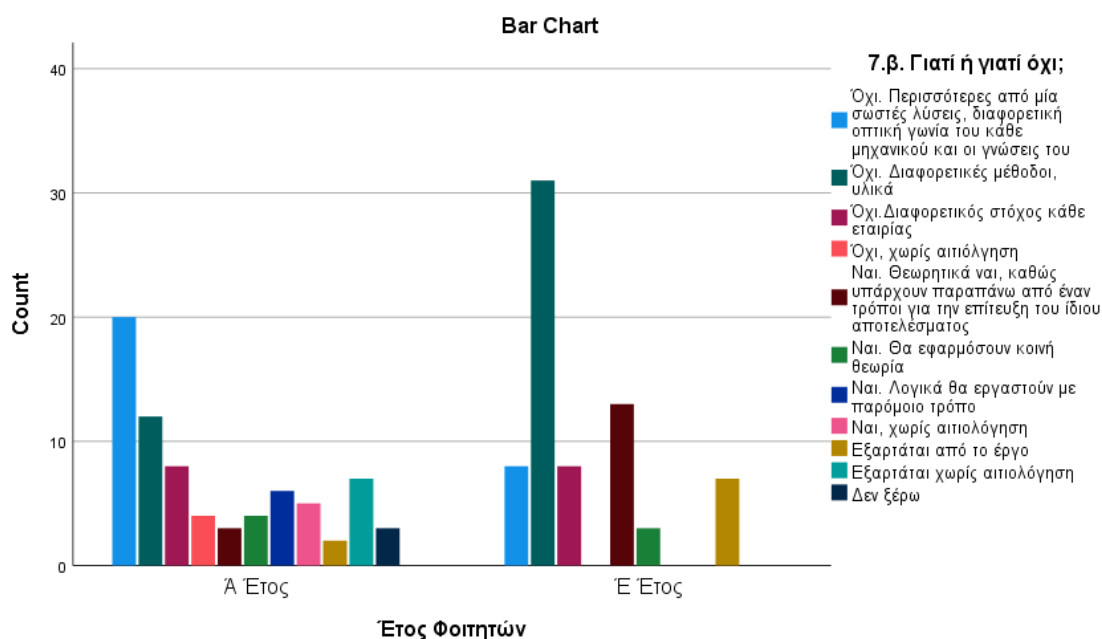


**Εικόνα 3.10:** Διάγραμμα με τις καταφατικές ή αρνητικές απαντήσεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην ερώτηση «Σε περίπτωση που δύο εταιρείες Μηχανικών είχαν να φέρουν εις πέρας την ίδια αποστολή, θα ήταν το αποτέλεσμα παρόμοιο;»

Στην ερώτηση αυτή δεν υπάρχει μόνο ναι ή όχι, οι φοιτητές εισήγαγαν και μια Τρίτη απάντηση, το «Εξαρτάται». Πάντως και σε αυτή την περίπτωση φαίνεται ότι οι απαντήσεις των φοιτητών και των δύο ετών συγκλίνουν, με την απάντηση «Όχι» να είναι η επικρατέστερη με ποσοστό 30,56% και 32,64% για τους φοιτητές του πρώτου έτους και τους τελειόφοιτους αντίστοιχα. Ακολουθεί η απάντηση «Ναι», με ποσοστό 13,89% για τους πρωτοετείς και 11,11% για τους τελειόφοιτους, ενώ τέλος η

απάντηση εξαρτάται συναντάται για τους πρωτοετείς φοιτητές σε ποσοστό 6,94% και για τους τελειόφοιτους σε ποσοστό 4,86%.

Στη συνέχεια ακολούθησαν οι αιτιολογήσεις που παρείχαν οι φοιτητές. Στην εικόνα 3.11 παρουσιάζεται το διάγραμμα με τις αιτιολογικές απαντήσεις των φοιτητών και των δύο ετών.



**Εικόνα 3.11:** Διάγραμμα με τις αιτιολογήσεις των καταφατικών ή αρνητικών απαντήσεων πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην ερώτηση «Σε περίπτωση που δύο εταιρείες Μηχανικών είχαν να φέρουν εις πέρας την ίδια αποστολή, θα ήταν το αποτέλεσμα παρόμοιο;»

Στην περίπτωση του διαγράμματος της εικόνας 3.11 παρατηρείται ότι συμβαίνει οι απαντήσεις των φοιτητών του πέμπτου έτους να είναι πιο λίγες αριθμητικά σε σχέση με εκείνες των πρωτοετών φοιτητών, χωρίς βεβαίως αυτό να υποδεικνύει εάν οι απαντήσεις σε κάθε περίπτωση είναι σωστές ή λάθος. Επίσης, οι απαντήσεις με τα μεγαλύτερα ποσοστά δεν συνάδουν μεταξύ τους. Στην περίπτωση των πρωτοετών φοιτητών οι οποίοι κατά πλειοψηφία απάντησαν προηγουμένως «Όχι», το μεγαλύτερο ποσοστό 13,89% δηλώνει: «Όχι. Περισσότερες από μία σωστές λύσεις, διαφορετική οπτική γωνία του κάθε μηχανικού και οι γνώσεις του». Το 8,33% υποστηρίζει ότι κάθε μηχανικός είναι δυνατόν να χρησιμοποιεί «Διαφορετικές ιδέες, μεθόδους, υλικά», το 5,56% ότι είναι «Διαφορετικός ο στόχος κάθε εταιρίας», ενώ

ένα ποσοστό 2,78% απαντά όχι, χωρίς όμως να το αιτιολογήσει («Όχι, χωρίς αιτιολόγηση»). Από την άλλη, οι φοιτητές οι οποίοι απάντησαν «Ναι», αιτιολογούν την απάντησή τους με ποσοστό 21,53% ότι «Όχι. Διαφορετικές μέθοδοι, υλικά», με ποσοστό 9,03% «Διαφορετικός στόχος της κάθε εταιρίας» και «Όχι. Περισσότερες από μία σωστές λύσεις, διαφορετική οπτική γωνία του κάθε μηχανικού και οι γνώσεις του» (5,56%). Αντίθετα, οι φοιτητές που απάντησαν καταφατικά αιτιολογούν την απάντησή τους: «Θεωρητικά ναι, καθώς υπάρχουν παραπάνω από έναν τρόποι για την επίτευξη του ίδιου αποτελέσματος», σε ποσοστό 9,03% και σε ποσοστό 2,08%: «Ναι. Θα εφαρμόσουν κοινή θεωρία». Τέλος, οι φοιτητές του πέμπτου έτους σε ένα ποσοστό 4,86% δήλωσαν ότι «εξαρτάται από το έργο».

**3.1.2.8. Ερώτηση 8η: Φανταστείτε ότι πρόκειται να χτιστεί μια γέφυρα πάνω από ένα ποτάμι.**

(Α) Τι θα πρέπει να λάβουν υπόψη οι Μηχανικοί Επιστήμης Υλικών στη διαδικασία σχεδιασμού;

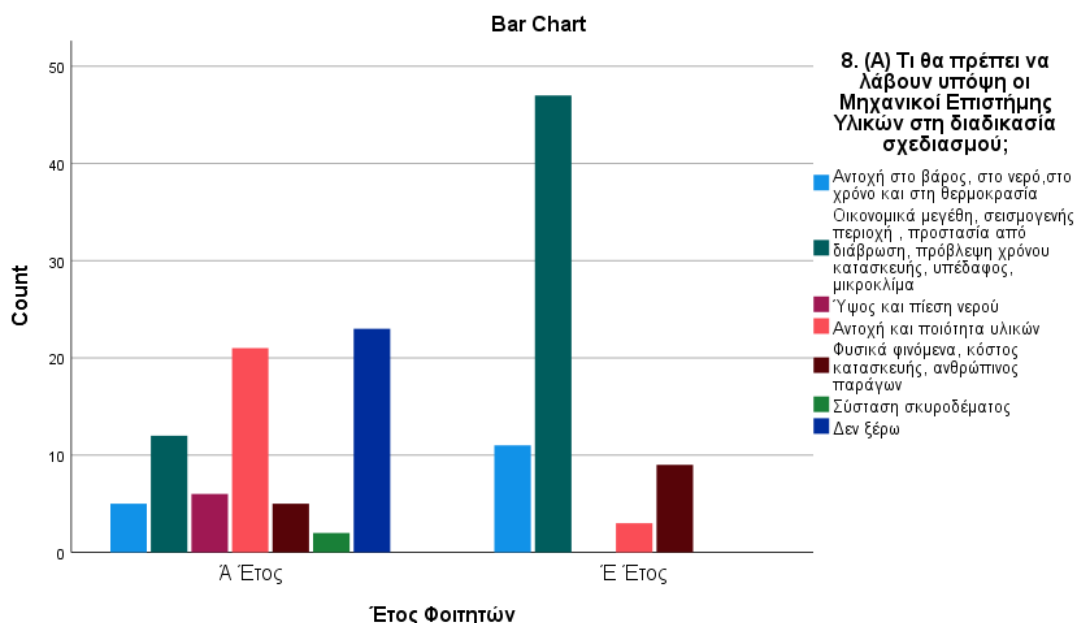
(Β) Ποιες εργασίες θα πρέπει να πραγματοποιηθούν από τους Μηχανικούς Επιστήμης Υλικών;

(Γ) Πώς θα καταφέρουν οι Μηχανικοί να φέρουν εις πέρας τις εργασίες που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν;

Η όγδοη ερώτηση περιελάμβανε τρία υποερωτήματα. Παραθέτει αρχικά μια υποθετική κατάσταση, στην οποία μία γέφυρα πρόκειται να κτιστεί πάνω από ένα ποτάμι και στη συνέχεια συγκεκριμενοποιεί τη διαδικασία σχεδιασμού, τις εργασίες καθώς και την παραγωγική διαδικασία. Πάνω σε αυτό το πλαίσιο, η κάθε ερώτηση θα αναλυθεί σε διαφορετικά διαγράμματα, προκειμένου να μην υπάρξει σύγχυση στα προκύπτοντα αποτελέσματα.

**3.1.2.8.Α': Φανταστείτε ότι πρόκειται να χτιστεί μια γέφυρα πάνω από ένα ποτάμι. Τι θα πρέπει να λάβουν υπόψη οι Μηχανικοί Επιστήμης Υλικών στη διαδικασία σχεδιασμού;**

Στην ερώτηση αυτή κλήθηκαν οι φοιτητές να ορίσουν σε μια υποθετική περίπτωση κατασκευής μιας γέφυρας πάνω σε εάν ποτάμι, τις παραμέτρους τις οποίες θα πρέπει να λάβουν υπόψη κατά τη διαδικασία σχεδιασμού. Οι απαντήσεις οι οποίες δόθηκαν από τους φοιτητές παρατίθενται στο διάγραμμα της εικόνας 3.12.



**Εικόνα 3.12:** Διάγραμμα με τις απαντήσεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην υποθετική κατασκευή μιας γέφυρας πάνω σε ένα ποτάμι, στην ερώτηση «Τι θα πρέπει να λάβουν υπόψη οι Μηχανικοί Επιστήμης Υλικών στη διαδικασία σχεδιασμού;»

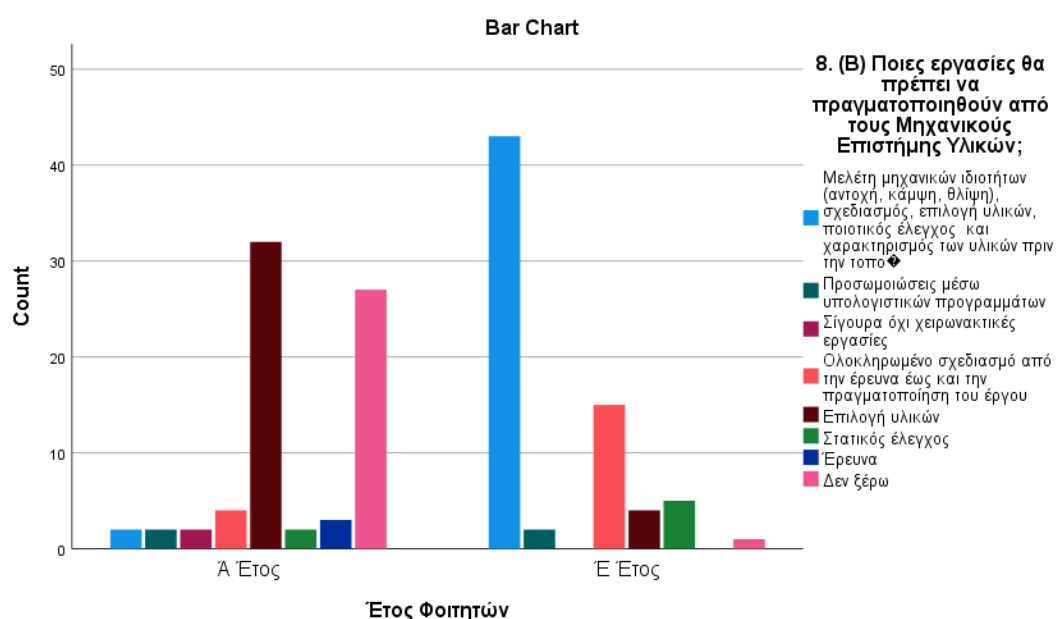
Από την εικόνα 3.12 είναι εμφανές ότι το πλήθος των απαντήσεων των πρωτοετών φοιτητών και εδώ είναι σαφώς μεγαλύτερο από τις απαντήσεις των τελειόφοιτων. Οι πρωτοετείς φοιτητές σε μια ερώτηση καθαρά προσανατολισμένη στον τομέα τους, στο μεγαλύτερο ποσοστό, 15,97% απάντησαν ότι δεν έχουν γνώση («Δεν γνωρίζω»). Επίσης, το 14,58% απάντησε ότι στη διαδικασία σχεδιασμού θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η «Αντοχή και η ποιότητα των υλικών». Οι υπόλοιπες απαντήσεις ήταν: «Οικονομικά μεγέθη, σεισμογενής περιοχή, προστασία από διάβρωση, πρόβλεψη χρόνου κατασκευής, υπέδαφος, μικροκλίμα» (8,33%), «Ύψος και πίεση του νερού» (4,17%), «Αντοχή στο βάρος, στο νερό, στο χρόνο και στη θερμοκρασία» (3, 47%), «Φυσικά φαινόμενα, κόστος κατασκευής, ανθρώπινος παράγων» (3,47%) και «Σύσταση σκυροδέματος» (1,39%).

Στην ίδια ερώτηση οι τελειόφοιτοι, οι οποίοι έχουν έρθει σε επαφή με σχεδόν ολόκληρη την διδακτέα ύλη, απαντούν με ένα μεγάλο ποσοστό 32,64% ότι αυτό το οποίο θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι «Οικονομικά μεγέθη, σεισμογενής περιοχή, προστασία από διάβρωση, πρόβλεψη χρόνου κατασκευής, υπέδαφος, μικροκλίμα», ενώ σε πολύ μικρότερα ποσοστά κυμάνθηκαν οι απαντήσεις: «Αντοχή στο βάρος, στο νερό, στο χρόνο και στη θερμοκρασία» (7,64%), «Φυσικά φαινόμενα, κόστος κατασκευής, ανθρώπινος παράγων» (7,64%) και «Αντοχή και ποιότητα των υλικών»

(2,08%). Κανένας από τους φοιτητές του πέμπτου έτους δεν δήλωσε ότι δεν γνωρίζει την απάντηση.

**3.1.2.8.Β': Φανταστείτε ότι πρόκειται να χτιστεί μια γέφυρα πάνω από ένα ποτάμι. Ποιες εργασίες θα πρέπει να πραγματοποιηθούν από τους Μηχανικούς Επιστήμης Υλικών;**

Στην ερώτηση αυτή κλήθηκαν οι φοιτητές να ορίσουν σε μια υποθετική περίπτωση κατασκευής μιας γέφυρας πάνω σε εάν ποτάμι, τις εργασίες οι οποίες θα πρέπει να πραγματοποιηθούν από τους Μηχανικούς Υλικών. Οι απαντήσεις οι οποίες δόθηκαν από τους φοιτητές παρατίθενται στο διάγραμμα της εικόνας 3.13.



**Εικόνα 3.13:** Διάγραμμα με τις απαντήσεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην υποθετική κατασκευή μιας γέφυρας πάνω σε ένα ποτάμι, στην ερώτηση «Ποιες εργασίες θα πρέπει να πραγματοποιηθούν από τους Μηχανικούς Επιστήμης Υλικών;»

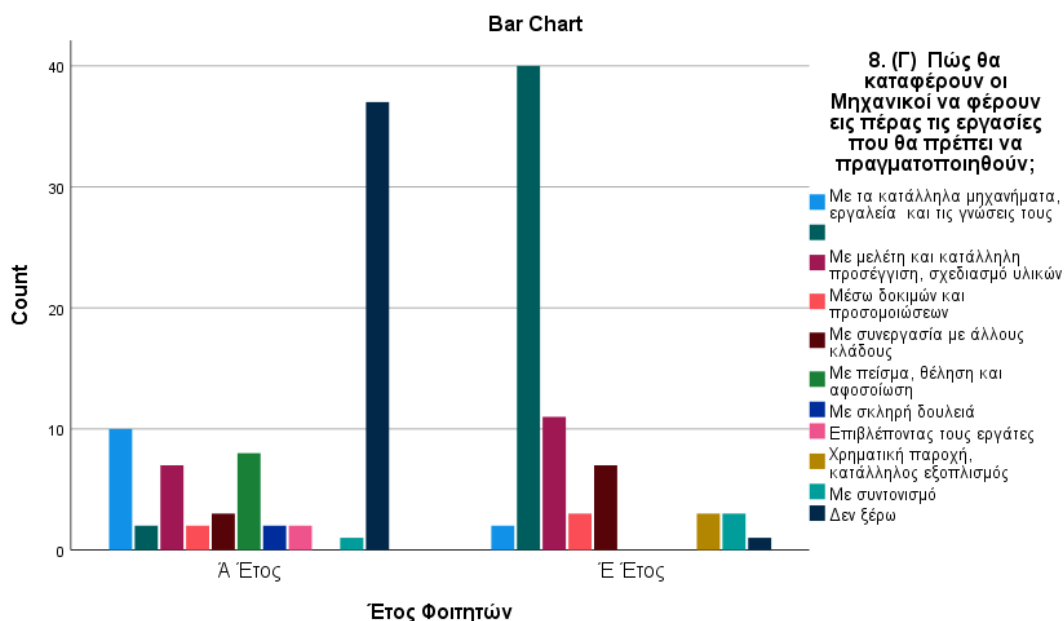
Στην εικόνα 3.13 είναι για ακόμη μια φορά ξεκάθαρο ότι οι πρωτοετείς φοιτητές, μην έχοντας ακόμη ξεκάθαρη άποψη για τη σχολή που φοιτούν και όχι αδικαιολόγητα, καθώς πρόκειται για την πρώτη επαφή τους, απαντούν πιο γενικά. Εδώ, μιας και πρόκειται για τη Σχολή Μηχανικών Επιστήμης Υλικών, η απάντηση που δίνουν με το μεγαλύτερο ποσοστό είναι η «Επιλογή Υλικών» (22,22%), ενώ στη συνέχεια η απάντηση με το μεγαλύτερο ποσοστό είναι η απάντηση «Δεν ξέρω» (18,75%). Εν συνεχεία με μικρά ποσοστά βρίσκονται οι απαντήσεις «Ολοκληρωμένο σχεδιασμό από την έρευνα έως και την πραγματοποίηση του έργου» (2,78%),

«Έρευνα» (2,08%), «Μελέτη μηχανικών ιδιοτήτων (αντοχή, κάμψη, θλίψη), σχεδιασμός, επιλογή υλικών, ποιοτικός έλεγχος και χαρακτηρισμός των υλικών πριν την τοποθέτηση, μηχανικές δοκιμές, δοκιμές στο υπέδαφος» (1,39%), «Προσομοιώσεις μέσω υπολογιστικών προγραμμάτων» (1,39%), «Σίγουρα όχι χειρωνακτικές εργασίες» (1,39%) και «Στατικός Έλεγχος» (1,39%).

Αντίθετα, οι φοιτητές που έχουν σχεδόν τελειώσει τον κύκλο σπουδών τους, απαντούν πιο εμπειριστατωμένα και πολύ πιο στοχευμένα. Πιο συγκεκριμένα το 29,86% απαντά ότι οι εργασίες που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν από έναν μηχανικό υλικών είναι «Μελέτη μηχανικών ιδιοτήτων (αντοχή, κάμψη, θλίψη), σχεδιασμός, επιλογή υλικών, ποιοτικός έλεγχος και χαρακτηρισμός των υλικών πριν την τοποθέτηση, μηχανικές δοκιμές, δοκιμές στο υπέδαφος», με 10,42% «Ολοκληρωμένο σχεδιασμό από την έρευνα έως και την πραγματοποίηση του έργου», «Στατικός Έλεγχος» (3,47%), «Επιλογή Υλικών» (2,78%), «Προσομοιώσεις μέσω υπολογιστικών προγραμμάτων» (1,39%) και τέλος η απάντηση «Δεν ξέρω» βρίσκεται στην τελευταία θέση, με ποσοστό 0,69%.

**3.1.2.8.Γ': Φανταστείτε ότι πρόκειται να χτιστεί μια γέφυρα πάνω από ένα ποτάμι. Πώς θα καταφέρουν οι Μηχανικοί να φέρουν εις πέρας τις εργασίες που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν;**

Στο τρίτο και τελευταίο υποερώτημα της ερώτησης 8, οι φοιτητές καλούνται να σκεφτούν και να αποδώσουν τις ενέργειες τις οποίες θα πρέπει να πραγματοποιήσει ένας μηχανικός υλικών προκειμένου να φέρει εις πέρας τις εργασίες που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν. Οι απαντήσεις των φοιτητών παρατίθενται στο διάγραμμα της εικόνας 3. 14.



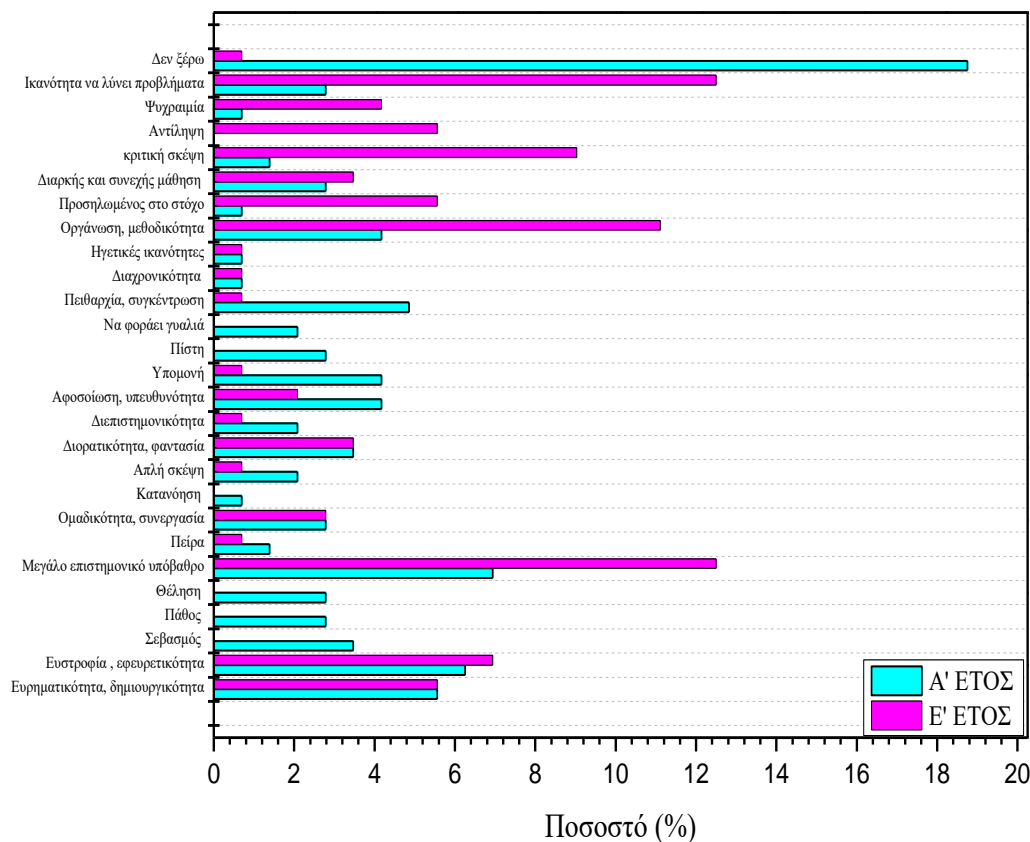
**Εικόνα 3.14:** Διάγραμμα με τις απαντήσεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην υποθετική κατασκευή μιας γέφυρας πάνω σε ένα ποτάμι, στην ερώτηση «Πώς θα καταφέρουν οι Μηχανικοί να φέρουν εις πέρας τις εργασίες που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν;»

Σε αυτή την ερώτηση συναντάται κατά ένα μεγάλο ποσοστό (25,69%) η απάντηση «Δεν ξέρω», ίσως το μεγαλύτερο που έχει παρατηρηθεί σε όλες τις ερωτήσεις. Στη συνέχεια ακολουθούν οι απαντήσεις: «Με τα κατάλληλα μηχανήματα, εργαλεία και τις γνώσεις τους» (6,94%), «Με πείσμα, θέληση και αφοσίωση» (5,56%), «Με μελέτη και κατάλληλη προσέγγιση, σχεδιασμό υλικών» (4,86%), «Με συνεργασία με άλλους κλάδους» (2,08%), «Με σωστή προηγουμένως έρευνα θα καταφέρουν να εξαλείψουν τις παράπλευρες απώλειες. Με συνεχή παρακολούθηση και συνεχή έλεγχο θα φέρουν εις πέρας τις εργασίες αποτελεσματικά» (1,39%), «Μέσω δοκιμών και προσομοιώσεων» (1,39%), «Με σκληρή δουλειά» (1,39%), «Επιβλέποντας τους εργάτες» (1,39%) και «Με συντονισμό» (0,69%).

Από την άλλη μεριά, φαίνεται ότι οι φοιτητές του πέμπτου έτους έχοντας μια πιο μεγάλη εμπειρία, απαντούν σε ένα ποσοστό 27,78% «Με σωστή προηγουμένως έρευνα θα καταφέρουν να εξαλείψουν τις παράπλευρες απώλειες. Με συνεχή παρακολούθηση και συνεχή έλεγχο θα φέρουν εις πέρας τις εργασίες αποτελεσματικά», με 7,64% «Με μελέτη και κατάλληλη προσέγγιση, σχεδιασμό υλικών», «Με συνεργασία με άλλους κλάδους» (4,86%), «Μέσω δοκιμών και προσομοιώσεων» (2,08%), «Χρηματική παροχή, κατάλληλος εξοπλισμός» (2,08%),







(β)

**Εικόνα 3.15, α, β:** Διάγραμμα με τα χαρακτηριστικά ενός καλού μηχανικού σύμφωνα με τις απόψεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων.

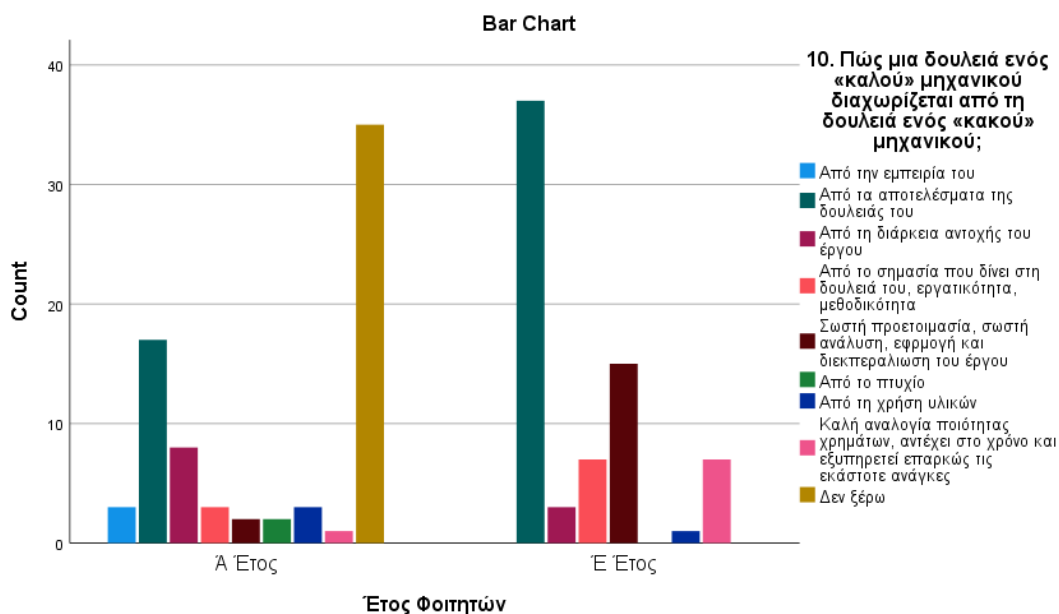
Όπως πολύ χαρακτηριστικά φαίνεται στα διαγράμματα της εικόνας 3.15α,β οι περισσότεροι φοιτητές του πρώτου έτους απαντούν «Δεν ξέρω», με ποσοστό 18,75%, ενώ οι υπόλοιποι αναφέρουν ότι ένας καλός μηχανικός θα πρέπει να έχει «Γνώση του αντικείμενου, επαρκώς καταρτισμένος, μεγάλο επιστημονικό υπόβαθρο» (6,94%), «Ευστροφία, εφευρετικότητα» (6,26%), «Ευρηματικότητα, δημιουργικότητα» (5,56%), ενώ σε πολύ μικρότερα ποσοστά θεωρούν ότι ένας καλός μηχανικός θα πρέπει να έχει «Αποφασιστικότητα, οργάνωση, μεθοδικότητα, πρακτικότητα, επιμέλεια» (4,17%), «Πειθαρχία, συγκέντρωση» (4,86%), «Αφοσίωση-υπευθυνότητα» (4,17%), «Υπομονή» (4,17%), «Σεβασμό» (3,47%), «Πάθος» (2,78%), «Θέληση» (2,78%), «Πείρα» (1,39%), «Ομαδικότητα, συνεργασία, ευελιξία»

(2,78%), «Κατανόηση» (0,69%), «Απλή σκέψη» (2,08%), «Διορατικότητα, φαντασία» (3,47%), «Διεπιστημονικότητα» (2,08%), «Πίστη»(2,78%), «Να φοράει γυαλιά» (2,08%), «Διαχρονικότητα βάσει αποτελέσματος» (0,69%), «Ηγετικές ικανότητες» (0,69%), «Προσηλωμένος στο στόχο» (0,69%), «Διαρκής και συνεχής μάθηση» (2,78%), «κριτική σκέψη» (1,39%), «Ψυχραιμία» (0,69), «Ικανότητα να λύνει προβλήματα» (2,78%).

Αντίστοιχα και οι φοιτητές του πέμπτου έτους χρησιμοποιούν αρκετά επίθετα χωρίς αιτιολόγηση, ωστόσο ελάχιστο και σε αυτή την περίπτωση είναι το ποσοστό το οποίο δηλώνει «Δεν ξέρω» (0,69%). Οι περισσότεροι δηλώνουν ότι ένας καλός μηχανικός θα πρέπει να έχει «Γνώση του αντικειμένου, επαρκώς καταρτισμένος, μεγάλο επιστημονικό υπόβαθρο» (12,5%), «Ικανότητα να λύνει προβλήματα» (12,5%) και «Αποφασιστικότητα, οργάνωση, μεθοδικότητα, πρακτικότητα, επιμέλεια» (11,11%), ενώ σε μικρότερα ποσοστά παρουσιάζονται οι απαντήσεις «Κριτική σκέψη» (9,03%), «Ευστροφία, εφευρετικότητα» (6,94%), «Ευρηματικότητα, δημιουργικότητα» (5,56%), «Προσηλωμένος στο στόχο» (5,56%), «Αντίληψη» (5,56%), «Ψυχραιμία» (4,17%), «Διαρκής και συνεχής μάθηση» (3,47%), «Διορατικότητα, φαντασία» (3,47%), «Ομαδικότητα, συνεργασία, ευελιξία» (2,78%), «Αφοσίωση, υπευθυνότητα» (2,08%), «Πείρα» (0,69%), «Απλή σκέψη» (0,69%), «Διεπιστημονικότητα» (0,69%), «Υπομονή» (0,69%), «Πειθαρχία, συγκέντρωση» (0,69%), «Διαχρονικότητα βάσει αποτελέσματος» (0,69%), «Ηγετικές ικανότητες» (0,69%).

### ***3.1.2.9. Ερώτηση 10η: Πώς μια δουλειά ενός «καλού» μηχανικού διαχωρίζεται από τη δουλειά ενός «κακού» μηχανικού;***

Στη δέκατη ερώτηση οι φοιτητές καλούνται να διαχωρίσουν τη δουλειά που χαρακτηρίζει έναν «καλό» από έναν «κακό» μηχανικό. Οι απαντήσεις παρουσιάζονται στο διάγραμμα της εικόνας 3.16.



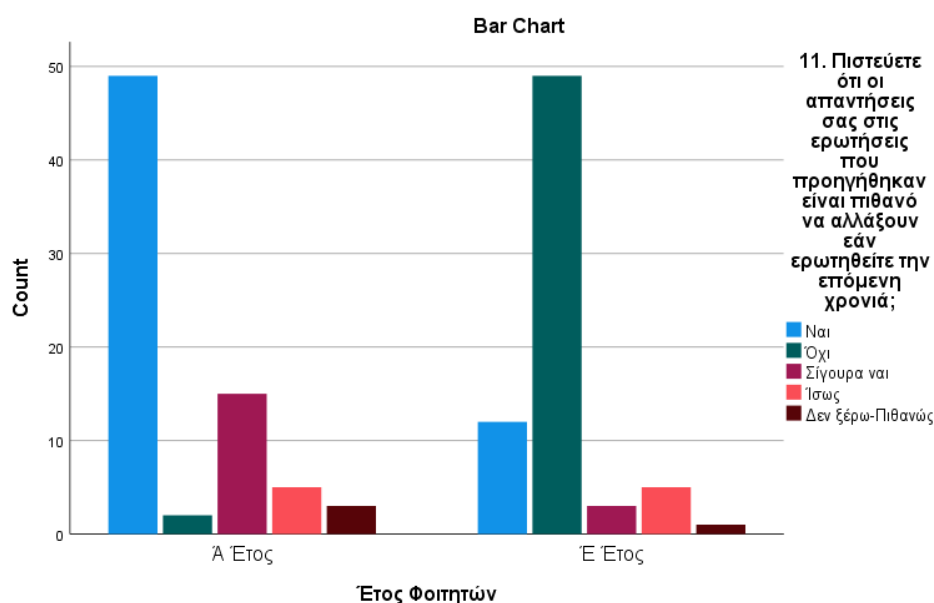
**Εικόνα 3.16:** Διάγραμμα με τις απαντήσεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην ερώτηση «Πώς μια δουλειά ενός «καλού» μηχανικού διαχωρίζεται από τη δουλειά ενός «κακού» μηχανικού;»

Η απάντηση η οποία είναι πιο δημοφιλής ανάμεσα στους φοιτητές του πρώτου έτους είναι για ακόμα μια φορά «Δεν ξέρω», με αρκετά μεγάλο ποσοστό 24,31%. Στη συνέχεια οι απαντήσεις οι οποίες ακολουθούν είναι: «Από τα αποτελέσματα της δουλειάς του» (11,81%), «Από τη διάρκεια αντοχής του έργου» (5,5%), «Από την εμπειρία του» (2,08%), «Από το σημασία που δίνει στη δουλειά του, εργατικότητα, μεθοδικότητα» (2,08%), «Από τη χρήση υλικών» (2,08%), «Από το πτυχίο» (1,39%), «Σωστή προετοιμασία, σωστή ανάλυση, εφαρμογή και διεκπεραίωση του έργου» (1,39%) και τέλος «Καλή αναλογία ποιότητας χρημάτων, αντέχει στο χρόνο και εξυπηρετεί επαρκώς τις εκάστοτε ανάγκες» (0,69%).

Οι φοιτητές του πέμπτου έτους με ένα μεγάλο ποσοστό απαντούν ότι ο διαχωρισμός ενός «καλού» από έναν «κακό» μηχανικό είναι «Από τα αποτελέσματα της δουλειάς του» (25,69%). Σε μικρότερα ποσοστά ακολουθούν οι απαντήσεις: «Σωστή προετοιμασία, σωστή ανάλυση, εφαρμογή και διεκπεραίωση του έργου» (10,42%), «Από το σημασία που δίνει στη δουλειά του, εργατικότητα, μεθοδικότητα» (4,86%), «Καλή αναλογία ποιότητας χρημάτων, αντέχει στο χρόνο και εξυπηρετεί επαρκώς τις εκάστοτε ανάγκες» (4,86%), «Από τη διάρκεια αντοχής του έργου» (2,08%) και τέλος «Από τη χρήση υλικών» (0,69%).

### 3.1.2.10. Ερώτηση 11η: Πιστεύετε ότι οι απαντήσεις σας στις ερωτήσεις που προηγήθηκαν είναι πιθανό να αλλάξουν εάν ερωτηθείτε την επόμενη χρονιά;

Στην ενδέκατη και τελευταία ερώτηση του ερωτηματολογίου οι φοιτητές καλούνται να απαντήσουν εάν οι απαντήσεις τις οποίες έδωσαν μέχρι στιγμής θα μεταβαλλόταν, σε περίπτωση που θα ερωτηθούν την επόμενη χρονιά. Οι απαντήσεις των φοιτητών δίδονται στο διάγραμμα της εικόνας 3.17 που ακολουθεί.



**Εικόνα 3.17:** Διάγραμμα με τις απαντήσεις πρωτοετών φοιτητών και τελειόφοιτων στην ερώτηση «Πιστεύετε ότι οι απαντήσεις σας στις ερωτήσεις που προηγήθηκαν είναι πιθανό να αλλάξουν εάν ερωτηθείτε την επόμενη χρονιά»;

Η τελευταία ερώτηση του ερευνητικού εργαλείου είναι ίσως η πιο σημαντική, καθώς δεν απευθύνεται σε θέματα μηχανικής, αλλά στη σιγουριά που παρουσιάζουν οι φοιτητές σε σχέση με τις απαντήσεις που οι ίδιοι έδωσαν. Έχει εξαιρετικό ενδιαφέρον, καθώς κατά αυτόν τον τρόπο ενδεχομένως να διαφανεί το κατά πόσο οι φοιτητές θεωρούν ότι κατέχουν το σύνολο της γνώσης ή ακόμη και το εάν και κατά πόσο είναι «ανοιχτοί» σε κάθε είδους μετεκπαίδευση. Από τις απαντήσεις των πρωτοετών φοιτητών, οι οποίοι σε ένα μεγάλο ποσοστό 34,03% η απάντηση είναι «Ναι», φαίνεται ότι μάλλον δεν είναι ιδιαίτερα σίγουροι για τις απαντήσεις που έδωσαν. Επίσης, υπάρχει και ένα ποσοστό το οποίο δηλώνει με βεβαιότητα ότι οι απαντήσεις του θα αλλάξουν σε ενδεχόμενη ερώτηση την επόμενη χρονιά («Σίγουρα ναι», 10,42%). Παράλληλα, το 3,47% απαντά «Ίσως», ενώ το 2,08% δηλώνει ότι δεν

γνωρίζει. Σε κάθε περίπτωση, το μικρότερο ποσοστό είναι η απάντηση «Όχι», δηλαδή το 1,39%.

Στον αντίποδα οι τελειόφοιτοι είναι μάλλον σίγουροι για τις απαντήσεις που έδωσαν, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό- 34,03% (και ίδιο με το αντίστοιχο «ναι» των πρωτοετών φοιτητών), απαντά «Όχι». Το 8,33% απαντά «Ναι», ενώ το αμέσως επόμενο ποσοστό 3,47% «Ίσως». Ακόμη, το 2,08% δηλώνει «Σίγουρα ναι», ενώ υπάρχει και ένα μικρό ποσοστό το οποίο απαντά «Δεν ξέρω-Πιθανώς». Ωστόσο, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι τόσο στις απαντήσεις των πρωτοετών φοιτητών και κυρίως στις απαντήσεις των τελειόφοιτων, δεν υπάρχει κανείς που να απαντά «Σίγουρα όχι».

#### 4. Συζήτηση

Τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν από τις απαντήσεις που δόθηκαν από τους πρωτοετείς φοιτητές και τελειόφοιτους είναι δεδομένο ότι χρίζουν περαιτέρω ανάλυσης και σύνδεσης με τα αντίστοιχα των ερευνητικών μελετών της βιβλιογραφίας. Μολονότι, όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι ερευνητικές μελέτες πάνω στη φύση της μηχανικής είναι περιορισμένες, θα είναι ενδιαφέρον να διαφανούν τα σημεία σύγκλισης αλλά και απόκλισης, ιδιαίτερα καθώς η έρευνα στο εν λόγω πεδίο δεν έχει ακόμη απασχολήσει Έλληνες συγγραφείς και αναπτύσσεται για πρώτη φορά. Στο πλαίσιο αυτό, τα αποτελέσματα θα διαχωριστούν ως προς τους πρωτοετείς φοιτητές αρχικά, ως προς τους τελειόφοιτους έπειτα και τελικά ως προς τη μεταξύ τους σύγκριση για άντληση συμπερασμάτων.

Η πρώτη παρατήρηση η οποία ήταν εμφανής σε όλες σχεδόν τις απαντήσεις που δόθηκαν από τους πρωτοετείς φοιτητές είναι ότι είναι πολλές. Αυτό αποτελεί ζήτημα ενδιαφέροντος, καθώς οι φοιτητές αυτοί βρίσκονται σε ένα πρώιμο στάδιο στον κύκλο σπουδών τους και επί της ουσίας δεν έχουν παρά ελάχιστη επαφή με τα μαθήματα που πρόκειται να διδαχθούν- υπενθυμίζεται ότι η διανομή του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε κατά την πρώτη εβδομάδα διεξαγωγής των μαθημάτων. Ωστόσο, ανεξάρτητα από το εάν οι απαντήσεις τους είναι σωστές ή όχι, φαίνεται να υπάρχει μια ήδη διαμορφωμένη άποψη πάνω σε θέματα μηχανικής. Αυτή η διαπίστωση δεν προκαλεί αίσθηση, καθώς αυτό έχει διαπιστωθεί από σειρά μελετών, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία (Driver et al., 1996; Karatas et al., 2011; Karatas et al., 2016). Πιο συγκεκριμένα οι Driver et al. (1996) έχουν δείξει ότι οι μαθητές σχηματίζουν ιδέες για την επιστήμη, τη διαδικασία και το προϊόν της επιστημονικής γνώσης πολύ πριν λάβουν οποιαδήποτε επίσημη διδασκαλία στην επιστήμη. Αντίστοιχα, στον τομέα των εκπαιδευτικών φαίνεται να επικρατούν σταθερές, καλά ανεπτυγμένες πεποιθήσεις σχετικά με τις βέλτιστες πρακτικές για τη διδασκαλία από τα πρώτα στάδια των προγραμμάτων προετοιμασίας των δασκάλων τους (Calderhead & Robson, 1991; Thomas & Pedersen, 2003). Αντίστοιχα στη μηχανική, οι Karatas et al (2011) στην εργασία τους η οποία περιελάμβανε απόψεις μαθητών έκτης τάξης δημοτικού διαπίστωσαν ότι οι μαθητές μπορούν και εκφράζουν πεποιθήσεις για τους μηχανικούς και τη μηχανική πολύ πριν λάβουν οποιαδήποτε ρητή οδηγία. Οι ίδιοι ερευνητές σε άλλη εργασία (Karatas et al., 2016) προχώρησαν την έρευνά τους ένα στάδιο πιο πέρα και έκαναν την ίδια διαπίστωση για τους

πρωτοετείς φοιτητές μηχανικής. Έτσι λοιπόν δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι και στη συγκεκριμένη εργασία οι πρωτοετείς φοιτητές παραθέτουν ένα σύνολο διατυπωμένων- όχι απαραίτητα καλά- πεποιθήσεων σχετικά με ορισμένες πτυχές της φύσης της μηχανικής, ακόμη και στις πρώτη επαφή τους με αυτή. Μάλιστα, ορισμένες από τις απαντήσεις είναι προσανατολισμένες στον τομέα της φύσης της μηχανικής, όπως για παράδειγμα ότι η μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη, ότι επιλύει καθημερινά προβλήματα για τον άνθρωπο ή ότι περιλαμβάνει ένα συνδυασμό θεωρίας και πράξης.

Ωστόσο, φαίνεται να υπάρχει μια αναδυόμενη σύγχυση όσον αφορά στις απόψεις των πρωτοετών φοιτητών για τη Μηχανική και το σκοπό της. Δηλαδή, κάποιοι απαντούν ότι είναι συνδυασμός θεωρίας και πράξης ή εφαρμοσμένη επιστήμη, ή επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής του ανθρώπου, γεγονός το οποίο πιστοποιεί ότι υπάρχει αναπτυσσόμενη επίγνωση για την άμεση συσχέτιση μεταξύ επιστήμης και μηχανικής, όπως επίσης και διάκριση των δύο πεδίων με μεταξύ τους. Ιδιαίτερα δε, η άποψη της μηχανικής ως μορφής εφαρμοσμένης επιστήμης είναι εκείνη που σε άμεση συσχέτιση με τη βιβλιογραφία (Bucciarelli, 2003; Lewin, 1983), προσεγγίζει αυτό που διατυπώθηκε ως «επιστήμη της μηχανικής» και βρίσκεται σε πολλά προγράμματα μηχανικής. Αντίστοιχα, όμως υπήρχε μια τάση στους φοιτητές να αποδίδουν εσφαλμένα χαρακτηριστικά της επιστήμης στη μηχανική ή και αντίστροφα. Παραδείγματος χάριν στις απόψεις ότι η μηχανική είναι «Επιστήμη των Μαθηματικών και της Φυσικής», ή «Συνδυασμός τέχνης και επιστήμης» ή «αντίληψη και ανάλυση για την υλική εξέλιξη του κόσμου» είναι δεδομένο ότι δεν υπάρχει ξεκάθαρη διαφοροποίηση ανάμεσα στα πεδία εφαρμογής. Επιπλέον, εκτός από το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό απάντησε «Δεν ξέρω», φαίνεται ότι πάνω από το μισό του δείγματος δεν έχει κατανοήσει το ρόλο που παίζουν οι θετικές επιστήμες στη μηχανική. Αντίστοιχα, απαντήσεις όπως «Κάτι ωραίο, σπουδαίο για τον άνθρωπο» ή «Τρόπος σκέψης», επιδεικνύουν μια γενικολογία, η οποία θα μπορούσε να κρύβει μια παιδική αφέλεια ή απλώς θαυμασμό.

Όσον αφορά ειδικότερα στο σκοπό της Μηχανικής, φαίνεται να υπάρχει μια πιο προσανατολισμένη άποψη, η οποία εκδηλώνεται από το μεγαλύτερο ποσοστό «Αναζήτηση λύσεων σε τεχνικά προβλήματα και εφαρμογή θεωρητικού υποβάθρου για συνεχή βελτιστοποίηση των ήδη υπαρχόντων λύσεων/ η διευκόλυνση της ζωής



του ανθρώπου», ενώ φαίνεται ότι όλες οι απαντήσεις εμπεριέχουν κάποια μερικώς αληθή στοιχεία και ενδεχομένως μέρη αυτών να συνθέτουν συνολικά το όλον του σκοπού της μηχανικής. Πάντως, είναι και σε αυτή την περίπτωση φανερό ότι δεν υπάρχει ξεκάθαρη άποψη και κυρίως ότι τα όρια μεταξύ μηχανικής και επιστήμης είναι στα μάτια των πρωτοετών φοιτητών θολά.

Φαίνεται επίσης, ότι από τις απαντήσεις των φοιτητών εκτός από τη σύγχυση μεταξύ της επιστήμης και της μηχανικής να υπάρχει και μια άλλη, ακόμη μεγαλύτερη όσον αφορά στους τομείς της μηχανικής. Αυτό διαφαίνεται ξεκάθαρα στην ερώτηση στην οποία καλούνται να περιγράψουν την εικόνα που τους έρχεται στο μυαλό όταν σκέπτονται τη μηχανική ή τους μηχανικούς. Από τις απαντήσεις τους φαίνεται δεν έχουν μια ενιαία, ξεκάθαρη άποψη γιατί το καθιστά μηχανική, γι αυτό και προσανατολίζονται στους επιμέρους τομείς της. Πιο συγκεκριμένα, άλλοι φοιτητές απαντούν «Μηχανές, εργαλεία» η οποία ενδεχομένως να προσανατολίζεται στους μηχανολόγους μηχανικούς, άλλοι «Κτίρια, γέφυρες, κατασκευές» και μάλλον αναφέρονται στους πολιτικούς μηχανικούς, άλλοι «Εργαστήρια, επιστήμονες» που πιθανώς να εννοούν το ερευνητικό κομμάτι της μηχανικής ή τη σύνθεση υλικών. Σε κάθε περίπτωση και οι υπόλοιπες απαντήσεις κινούνται σε αντίστοιχα επίπεδα (αυτοκινητοβιομηχανία, υποατομικά σωματίδια, διαστημόπλοια), καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι οι πρωτοετείς φοιτητές όχι μόνο δεν έχουν διαχωρίσει τη μηχανική από την επιστήμη, αλλά οι επιμέρους τομείς της μηχανικής αντί να βοηθούν σε αυτό το διαχωρισμό, φαίνεται να τον ενισχύουν. Αυτή η παραδοχή καθίσταται σαφής στην επόμενη ερώτηση, στην οποία ενώ η πλειοψηφία συμφωνεί ότι η μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη, εντούτοις το μεγαλύτερο ποσοστό δεν δικαιολογεί την απάντηση αυτή. Οι περισσότερες, δε, απαντήσεις επιδεικνύουν και εδώ μια γενίκευση και όχι επί της ουσίας επεξηγηματικές απαντήσεις.

Το ότι οι πρωτοετείς φοιτητές δεν είναι σε θέση να κατανοήσουν τις ομοιότητες ή τις διαφορές ανάμεσα στη μηχανική και την επιστήμη, παγιώνεται με τις απαντήσεις τους στις επόμενες δύο ερωτήσεις. Στην μεν πρώτη τους ζητείται να απαντήσουν με ποιόν τρόπο η μηχανική και η επιστήμη είναι παρόμοιες, η πλειοψηφία απαντά ότι δεν ξέρει. Οι υπόλοιπες απαντήσεις δείχνουν ότι υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό που θεωρεί τη μηχανική κλάδο της επιστήμης, ένα άλλο ότι είναι ίδιες, ενώ άλλες χρησιμοποιούν μεν στοιχεία που προσανατολίζονται στη φύση της μηχανικής, ωστόσο η περιγραφή συνηγορεί στη μη αφομοίωσή της. Στα ίδια σχεδόν

συμπεράσματα είναι δυνατόν να οδηγήσουν και οι δευτερεύουσες σε πλήθος απαντήσεις στην ερώτηση που αφορά στις διαφορές μεταξύ μηχανικής και επιστήμης. Η διαφοροποίηση, εδώ, ωστόσο, είναι ότι το μεγαλύτερο ποσοστό κατέχει μια σωστή κρίση και αποδίδει τις διαφορές στο δίπολο «θεωρία» και «πράξη». Οι υπόλοιπες, όμως, απαντήσεις όχι μόνο δεν απαντούν σωστά στο ερώτημα, αλλά είναι εν γένει λανθασμένες («Η Επιστήμη χρησιμοποιεί ουσίες, η μηχανική υλικά, εργαλεία»/ «Η επιστήμη ασχολείται με το μικρόκοσμο, η μηχανική με την καθημερινότητα των ανθρώπων»).

Εκτός όμως από το ότι υπάρχουν εναλλακτικές ιδέες όσον αφορά στην επιστήμη και τη μηχανική ως γενικές έννοιες, φαίνεται ότι υπάρχει τεράστια απειρία και σε τεχνικά θέματα, η οποία βέβαια είναι δικαιολογημένη, καθώς οι φοιτητές δεν έχουν διδαχθεί ακόμη τα αντίστοιχα μαθήματα. Αυτό καθορίζεται από τις επόμενες ερωτήσεις, οι οποίες αφορούν σε κατεξοχήν τεχνικά θέματα. Αρχικά, στην ερώτηση εάν δύο εταιρείες μηχανικών είχαν αναλάβει ένα έργο εάν το αποτέλεσμα θα ήταν διαφορετικό, απαντά το μεγαλύτερο ποσοστό όχι μολονότι δεν είναι σε θέση να το αιτιολογήσει και απαντά «Δεν ξέρω». Αντίστοιχα και οι άλλες απαντήσεις με εξαίρεση κάποιες δείχνουν λανθασμένες απόψεις («Διαφορετικός ο στόχος κάθε εταιρίας»). Ακόμη, όσον αφορά στην κατασκευή μιας γέφυρας και καλούνται να απαντήσουν για το σχεδιασμό αρχικά, τις εργασίες και την επίβλεψη, αυτή η απειρία γίνεται ακόμη πιο ξεκάθαρη, με το ποσοστό της απάντησης «Δεν ξέρω» να είναι πλειοψηφικό. Αν και πολλοί φοιτητές δήλωσαν ότι σκοπός της μηχανικής είναι η εξυπηρέτηση του κοινού και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, ωστόσο, δεν αναγνώρισαν ότι η ισορροπία μεταξύ του κόστους ολοκλήρωσης ενός έργου και των διαθέσιμων κεφαλαίων αποτελεί σημαντική κινητήριο δύναμη στη μηχανική διαδικασία. Επίσης, παραμέλησαν τα θετικά αποτελέσματα της ανάλυσης προηγούμενων λαθών στη διαδικασία του μηχανικού σχεδιασμού. Με σπάνιες εξαιρέσεις, οι φοιτητές δεν έδειχναν να εκτιμούν το ρόλο που μπορούν να παίξουν οι αποτυχίες στη διαμόρφωση μελλοντικών επιτυχιών (Adams, 2004). Αντίστοιχα, ο σχεδιασμός περιελάμβανε διασκορπισμένα χαρακτηριστικά τα οποία μόνο επιδερμική γνώση επιδεικνύουν και όχι ένα ολοκληρωμένο σχέδιο. Ομοίως, όσον αφορά στις εργασίες που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν από τους μηχανικούς υλικών η επικρατέστερη απάντηση είναι «Επιλογή Υλικών», χωρίς να χρίζει για εκείνους περαιτέρω επεξήγησης και χωρίς να εισάγουν μια σειρά παραμέτρων που

ενδείκνυνται σε τέτοιου είδους εργασίες. Το ίδιο συμπέρασμα συνάγεται και από το τρίτο ερώτημα, που περιλαμβάνει τις εργασίες που θα πρέπει να φέρουν εις πέρας. Κανένας λόγος δεν γίνεται για τον εντοπισμό, τη διατύπωση και την επίλυση των προβλημάτων. Η πλειοψηφία έδωσε γενικού περιεχομένου απαντήσεις και καμία από εκείνες δεν έδωσε έμφαση στην επίλυση προβλημάτων μηχανικής ή στην αλλαγή της πολύπλοκης διαδικασίας μηχανικού σχεδιασμού. Παράλληλα, ελάχιστα ήταν τα ποσοστά τα οποία αναφέρθηκαν σε συνεργασία ή συντονισμό με άλλους κλάδους, μην κατανοώντας την απαίτηση για συντονισμένες προσπάθειες ατόμων που εξειδικεύονται σε παραπάνω από έναν τομείς, αντί για ομάδες μηχανικών με παρόμοιο υπόβαθρο ή διαφόρων ειδών εργαλεία και μηχανήματα που θα βελτιστοποιήσουν την παραγωγική διαδικασία. Επιπλέον και εδώ η έλλειψη γνώσης προσπάθησε τεχνηέντως να καλυφθεί με επαγωγικές- ιδεολογικές δηλώσεις τύπου «Με σκληρή δουλειά» ή «Με πείσμα, θέληση και αφοσίωση».

Στη συνέχεια, στα βασικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει ένας «καλός» μηχανικός, η πλειοψηφία των πρωτοετών φοιτητών απάντησε ότι δεν γνωρίζει. Επίσης, από εκείνους που συμπλήρωσαν κάποια χαρακτηριστικά, κανένας δεν εξήγησε τη σημαντικότητα αυτών. Το μεγάλο επιστημονικό υπόβαθρο που τόνισαν αρκετοί, κινείται σε ένα σωστό πλαίσιο της κατανόησης του επαγγελματία, ωστόσο σε καμία από τις απαντήσεις δεν δόθηκε έμφαση στην ηθική ευθύνη. Τέθηκαν, ωστόσο τα ζητήματα της ομαδικότητας, της συνεργασίας και της διεπιστημονικότητας, αλλά κατά τα άλλα όλα τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά αφορούν σε ατομικές δεξιότητες, αποξενωμένες από το κοινωνικό σύνολο. Ακόμη, απαντήσεις όπως «πίστη», «θέληση», «πάθος», «σεβασμός» και να «φοράει γυαλιά», αποκαλύπτουν μια στρεβλή εικόνα για τους μηχανικούς, με χαρακτηριστικά τα οποία αν μη τι άλλο δεν εκφράζονται σωστά.

Πρόσθετα, στην ερώτηση πώς μια δουλειά ενός «καλού» μηχανικού διαχωρίζεται από την αντίστοιχη ενός «κακού», το «Δεν ξέρω» κυριάρχησε ως απάντηση. Συμπληρωματικά και εκείνοι που απάντησαν δεν υπεισήρθαν σε λεπτομερή ανάλυση, περιλαμβάνοντας ένα γενικότερο κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο. Επιπροσθέτως, ούτε οι δεξιότητες επικοινωνίας δόθηκαν σαν απάντηση, παρόλο που στα χαρακτηριστικά του «καλού» μηχανικού προηγουμένως είχαν αναφερθεί.

Τέλος, στην ερώτηση η οποία αναφερόταν σε ενδεχόμενη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου την επόμενη χρονιά και εάν οι απαντήσεις θα μεταβαλλόταν, η συντριπτική πλειοψηφία απάντησε «Ναι» και «Σίγουρα ναι», γεγονός το οποίο σημαίνει ότι οι φοιτητές δεν ήταν καθόλου σίγουροι αφενός και καθόλου ικανοποιημένοι αφετέρου για τις απαντήσεις που παρείχαν. Η σιγουριά για μεταβολή των θέσεών τους, είναι ίσως το πιο ελπιδοφόρο αποτέλεσμα, καθώς ενδεχομένως να υπονοεί μια γενική θέληση για εις βάθος κατανόηση κατά τα επόμενα χρόνια, τη διάρκεια δηλαδή της φοίτησής τους.

Στο δεύτερο μέρος της ανάλυσης θα γίνει μια προσπάθεια άντλησης συμπερασμάτων από τους φοιτητές οι οποίοι βρίσκονται στο τελευταίο έτος των σπουδών τους και πιο συγκεκριμένα στους τελευταίους μήνες διδασκαλίας, λίγο πριν την εξεταστική. Όπως τονίστηκε πολλάκις μέχρι στιγμής, το χρονικό διάστημα διανομής των ερωτηματολογίων δεν είναι τυχαίο, καθώς σε αυτή τη χρονική στιγμή οι φοιτητές έχουν σχεδόν ολοκληρώσει τις σπουδές τους και έχουν διδαχθεί τον καθορισμένο οδηγό σπουδών.

Η πρώτη γενική εμφανής παρατήρηση είναι ότι οι τελειόφοιτοι απαντούν πιο συγκεκριμένα από τους πρωτοετείς φοιτητές και οι απαντήσεις τους είναι συγκριτικά λιγότερες, ανεξάρτητα από το αν είναι σωστές ή όχι. Επίσης σε σχεδόν όλες τις ερωτήσεις φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό προσανατολίζεται σε μία ή δύο απαντήσεις και όχι σε πολλές μικρών ποσοστών, όπως συνέβαινε στους πρωτοετείς, ενώ σημαντικό είναι και το γεγονός ότι το ποσοστό απαντήσεων «Δεν ξέρω», είναι πολύ μικρό, ενίοτε και ανύπαρκτο. Ήδη από την πρώτη ερώτηση στο τι καθιστά μηχανική σύμφωνα με την άποψη των φοιτητών, το μεγαλύτερο ποσοστό απαντά «Συνδυασμός θεωρίας και πράξης», ενώ ένα μικρότερο ποσοστό «Επιστήμη Μαθηματικών και Φυσικής». Φαίνεται δηλαδή ότι με το πέρας των χρόνων η άποψή τους μεταβλήθηκε σε μια πιο ορθά προσανατολισμένη άποψη, ωστόσο παραμένει σε μεγάλο ποσοστό η λανθασμένη άποψη ότι πρόκειται για επιστήμη. Φυσικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι σε κάποιες περιπτώσεις η διατύπωση ενδεχομένως να μην είναι σωστή, καθώς οι θετικές επιστήμες είναι τομείς άρρηκτα συνδεδεμένοι με τη μηχανική, ωστόσο αυτό χρίζει περαιτέρω ανάλυσης ή και συζήτησης. Παράλληλα, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι όλες οι απαντήσεις συνδυαστικά συνθέτουν έναν ορισμό για το τι είναι η μηχανική, αφού καμία από αυτές δεν εμπεριέχει λανθασμένες απαντήσεις, αλλά τμηματικά σωστές, αδιαμφισβήτητα όμως μη ολοκληρωμένες.

Η ίδια ακριβώς πρόταση θα μπορούσε να ισχύει και για τη δεύτερη ερώτηση, στο σκοπό δηλαδή της μηχανικής. Οι απαντήσεις εδώ είναι ξεκάθαρες και δεν στερούνται επιστημονικής εγκυρότητας, ωστόσο δεν είναι ολοκληρωμένες. Οι περισσότεροι φοιτητές απαντούν ότι σκοπός της μηχανικής είναι η «Αναζήτηση λύσεων σε τεχνικά προβλήματα και εφαρμογή θεωρητικού υποβάθρου για συνεχή βελτιστοποίηση των ήδη υπάρχοντων λύσεων/ η διευκόλυνση της ζωής του ανθρώπου», με ένα μεγάλο ποσοστό (29,17%). Αυτό είναι ίσως μία πρώτη ένδειξη ότι οι φοιτητές πέμπτου έτους έχουν εν μέρει ξεκαθαρίσει τη διαφορά της μηχανικής και της επιστήμης, αφού και οι υπόλοιπες απαντήσεις κινούνται στο ίδιο πλαίσιο.

Και ενώ το γεγονός ότι οι τελειόφοιτοι φαίνεται να έχουν εν μέρει αποσαφηνίσει τα όρια μεταξύ της μηχανικής και της επιστήμης, δε φαίνεται να συμβαίνει το ίδιο με τους επιμέρους τομείς της μηχανικής. Απεναντίας, ούτε και οι φοιτητές πέμπτου έτους δίνουν εμπεριστατωμένες απαντήσεις στην ερώτηση «Ποια εικόνα σας έρχεται στο μυαλό όταν σκέφτεστε τη μηχανική ή τους μηχανικούς γενικότερα;». Το μεγαλύτερο ποσοστό απαντά «Εργαστήρια, Έρευνα, Δόμηση, Κατασκευαστικός τομέας», το οποίο επικαλύπτει αρκετούς τομείς, ωστόσο είναι φανερό ότι οι υπόλοιπες απαντήσεις δεν δείχνουν ένα σαφή προσανατολισμό. Αυτό έχει μια λογική, καθώς η μηχανική βρίσκει εφαρμογή σε αρκετούς κλάδους, επομένως θα ήταν δύσκολο μια απάντηση να τους συμπεριλάβει όλους. Παράλληλα, είναι αξιοσημείωτο ότι αρχίζουν να κάνουν την εμφάνισή τους πιο τεχνικές απαντήσεις, όπως «Μέταλλα, δοκιμές εφελκυσμού, γέφυρες, διάβρωση, βιοσυμβατά υλικά, εμφυτεύματα, μαγνήτες», γεγονός το οποίο επισφραγίζει τη γνώση που έχουν λάβει κατά τα χρόνια και η οποία βεβαίως δεν έχει την παραμικρή σχέση με την αντίστοιχη των πρωτοετών φοιτητών, οι οποίοι δεν έχουν έλθει ακόμα σε επαφή με τα εν λόγω ζητήματα. Είναι πολύ σημαντικό, επίσης, να τονιστεί ότι στη συγκεκριμένη ερώτηση οι τελειόφοιτοι έδωσαν εξίσου πολλές απαντήσεις, όπως και οι πρωτοετείς, ωστόσο με βάση τις ερωτήσεις στην περίπτωση των πρωτοετών φαίνεται αυτό να συμβαίνει λόγω άγνοιας ή μερικής γνώσης, ενώ στην περίπτωση των τελειόφοιτων λόγω μη σωστού προσανατολισμού στον όγκο των γνώσεων που έχουν αποκομίσει.

Πάντως, το γεγονός ότι οι φοιτητές του πέμπτου έτους δείχνουν σε πρώτη ανάλυση να έχουν μερικώς κατανοήσει τις διαφορές ανάμεσα στην επιστήμη και στη μηχανική, ενισχύεται με τις απαντήσεις που δίνονται στις επόμενες δύο ερωτήσεις,

για το αν η μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη και τη δικαιολόγηση που δίνουν. Το μεγαλύτερο ποσοστό απαντά «Ναι», ότι δηλαδή η μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη και η αιτιολόγηση που δίνουν οι περισσότεροι είναι ότι «Είναι επιστήμη με πρακτική εφαρμογή». Μολονότι η επεξήγηση αυτή είναι εν μέρει σωστή και γενική, ωστόσο βρίσκεται στη σωστή κατεύθυνση, ειδικότερα δε σε σύγκριση με τις αντίστοιχες απαντήσεις των πρωτοετών φοιτητών. Πάντως, έχει επίσης ιδιαίτερη σημασία να τονιστεί, ότι το ποσοστό της απάντησης «Όχι» μεγαλώνει, ενώ οι απαντήσεις που την επεξηγούν «η επιστήμη χωρίς τη μηχανική θα ήταν απλή θεωρία» και «Έχει τεχνικό κομμάτι» είναι αναξιόπιστες, επιστημονικά μη τεκμηριωμένες και παιδικές. Ενδεχομένως η υπερβολική «αφοσίωση» και «αγάπη» στη μηχανική να τους δημιουργεί αφελώς μια παιδική άρνηση τύπου «η μηχανική είναι καλύτερη από την επιστήμη», η οποία βεβαίως δεν στηρίζεται σε καμία επιστημονική προσέγγιση και δεν επεξηγείται σε καμία των περιπτώσεων.

Οι τελειόφοιτοι επίσης, απαντούν σε αρκετά μεγάλο ποσοστό ότι οι ομοιότητες της μηχανικής και της επιστήμης είναι ότι διδάσκονται μεν την επιστήμη και επί της ουσίας η μηχανική είναι η πρακτική εφαρμογή της («Διδαχή της επιστήμης, πρακτική εφαρμογή η Μηχανική/ η μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη») ενώ παράλληλα προσανατολίζονται σε μια ντετερμινιστική προσέγγιση, ότι δηλαδή «Λύνουν και οι δύο προβλήματα /βελτιώνουν τη ζωή των ανθρώπων /Έχουν κοινό σκοπό». Έχουν, εν ολίγοις μια σωστή κρίση όσον αφορά στο σκοπό και των δύο, ενώ παράλληλα έχουν καταλήξει ότι η επιστήμη είναι θεωρητική και πρακτική της είναι η μηχανική. Αν και αυτή η απάντηση δεν αναδεικνύει τις ομοιότητες, αλλά στηλιτεύει τις διαφορές τους, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι σε γενικές γραμμές τα δυσδιάκριτα όρια μεταξύ μηχανικής και επιστήμης είναι εν μέρει σαφή. Αυτό ενισχύεται και από την επόμενη ερώτηση που αφορά στις διαφορές ανάμεσα στη μηχανική και την επιστήμη, όπου το μεγαλύτερο ποσοστό απαντά «Η επιστήμη αποτελεί μια πιο θεωρητική προσέγγιση, η μηχανική συνδυάζει τη θεωρητική γνώση και την πρακτική».

Σε πιο τεχνικά και ειδικά θέματα μηχανικής φαίνεται ότι οι τελειόφοιτοι είναι σαφώς πιο καταρτισμένοι και έμπειροι, αν και ούτε σε αυτή την περίπτωση λαμβάνονται υπόψη σημαντικές παράμετροι. Αρχικά, στην ερώτηση εάν δύο εταιρείες μηχανικών είχαν αναλάβει ένα έργο εάν το αποτέλεσμα θα ήταν διαφορετικό, το μεγαλύτερο ποσοστό απαντά όχι, ενώ η αιτιολόγηση περιορίζεται

στο γενικό «Διαφορετικές μέθοδοι, διαφορετικά υλικά». Αντίστοιχα, στην ερώτηση που αφορά στην κατασκευή μιας γέφυρας και καλούνται να απαντήσουν για το σχεδιασμό αρχικά, τις εργασίες και την επίβλεψη, το μεγαλύτερο ποσοστό απαντά ορθώς «Οικονομικά μεγέθη, σεισμογενής περιοχή, προστασία από διάβρωση, πρόβλεψη χρόνου κατασκευής, υπέδαφος, μικροκλίμα». Αν και πολλοί φοιτητές δήλωσαν ότι σκοπός της μηχανικής είναι η εξυπηρέτηση του κοινού και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, αναφέρθηκαν γενικώς και αορίστως σε οικονομικά μεγέθη, χωρίς ούτε εδώ να αναγνωρίζουν ότι η ισορροπία μεταξύ του κόστους ολοκλήρωσης ενός έργου και των διαθέσιμων κεφαλαίων αποτελεί σημαντική κινητήρια δύναμη στη μηχανική διαδικασία. Όπως επίσης, κατ' αντιστοιχία με τους πρωτοετείς φοιτητές, δεν τέθηκε καν ως θέμα ο ρόλος που μπορούν να παίζουν οι αποτυχίες στη διαμόρφωση μελλοντικών επιτυχιών (Adams, 2004). Αντίθετα, όσον αφορά στις εργασίες που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν από τους μηχανικούς υλικών η επικρατέστερη απάντηση είναι «Μελέτη μηχανικών ιδιοτήτων (αντοχή, κάμψη, θλίψη), σχεδιασμός, επιλογή υλικών, ποιοτικός έλεγχος και χαρακτηρισμός των υλικών πριν την τοποθέτηση, μηχανικές δοκιμές, δοκιμές στο υπέδαφος», γεγονός που υποδηλώνει έναν ολοκληρωμένο σχεδιασμό και μια εμπειριστατωμένη άποψη η οποία λαμβάνει υπόψη της σχεδόν όλες τις παραμέτρους, από το υπέδαφος μέχρι την τελική τοποθέτηση των υλικών. Το τρίτο ερώτημα περιλαμβάνει τις εργασίες που θα πρέπει να φέρουν εις πέρας. Εδώ το μεγαλύτερο ποσοστό απαντά «Με σωστή προηγουμένως έρευνα θα καταφέρουν να εξαλείψουν τις παράπλευρες απώλειες. Με συνεχή παρακολούθηση και συνεχή έλεγχο θα φέρουν εις πέρας τις εργασίες αποτελεσματικά». Δυστυχώς ούτε στην περίπτωση των τελειόφοιτων γίνεται λόγος για τον εντοπισμό, τη διατύπωση και την επίλυση των προβλημάτων. Η πλειοψηφία και εδώ έδωσε γενικού περιεχομένου απαντήσεις και καμία από εκείνες δεν έδωσε έμφαση στην επίλυση προβλημάτων μηχανικής ή στην αλλαγή της πολύπλοκης διαδικασίας μηχανικού σχεδιασμού. Ίσως, όμως, το πιο σημαντικό είναι ότι πέραν ελαχίστων εξαιρέσεων (4,87%), λίγοι ήταν εκείνοι οι οποίοι αναφέρθηκαν σε συνεργασία και συντονισμό με άλλους τομείς και κλάδους, μην κατανοώντας την απαίτηση για συντονισμένες προσπάθειες ατόμων που εξειδικεύονται σε παραπάνω από έναν τομείς, αντί για ομάδες μηχανικών με παρόμοιο υπόβαθρο ή διαφόρων ειδών εργαλεία και μηχανήματα που θα βελτιστοποιήσουν την παραγωγική διαδικασία. Αποδεικνύεται, λοιπόν περίτρανα ότι υπάρχει έλλειψη εκτίμησης σχετικά με την ικανότητα λειτουργίας σε διεπιστημονικές ομάδες. Άλλωστε, σχεδόν όλες οι

απαντήσεις των φοιτητών είτε ρητά είτε έμμεσα αντανακλούσαν την πεποίθηση ότι τα προβλήματα μηχανικής είναι απλές εργασίες που μπορούν να λυθούν σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα από έναν μηχανικό που εργάζεται μόνος, αντί για συστήματα σύνθετων, ακαθόριστων, ανοιχτών ερωτήσεων που πρέπει να απαντηθούν από ομάδες με διαφορετικά πεδία εξειδίκευσης. Οι περισσότεροι φοιτητές, επίσης, δεν είχαν κατανόηση των καταστάσεων που απαιτούν πολλαπλά βήματα για λήψη σωστών αποφάσεων όπου δεν είναι πάντα προφανείς ή ευνόητες. Στην πραγματικότητα, ήταν σπάνιο οι φοιτητές να αναφέρουν τη λήψη αποφάσεων ως μορφή βελτιστοποίησης κυρίως στη διαδικασία μηχανικού σχεδιασμού (Rogers, 1983). Ωστόσο, ελάχιστοι ήταν οι φοιτητές που πιθανώς να είχαν έρθει σε επαφή με τη φύση της μηχανικής και ήταν ενήμεροι για τα ανοιχτά προβλήματα NOE ή τους πολλαπλούς τρόπους επίλυσης ενός προβλήματος συνδέοντας έτσι την επιλογή της διαδρομής με τη λύση αποκλειστικά με τη δημιουργικότητα των μηχανικών. Εκείνοι είναι λογικό να μην αναγνωρίζουν την επίδραση άλλων παραγόντων και μεταβλητών που έχουν προταθεί ως πηγές διαφορετικότητας σε λύσεις μηχανικής ή τεχνουργήματα (Basalla, 1988), κατά πάσα πιθανότητα, όμως, αυτή η περίπτωση δεν είναι ίδια με αυτή που εξετάζεται εδώ.

Στη συνέχεια οι τελειόφοιτοι καλούνται να αποδώσουν τα χαρακτηριστικά ενός καλού μηχανικού. Το μεγαλύτερο ποσοστό υποστηρίζει ότι το μεγάλο επιστημονικό υπόβαθρο είναι το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό, ενώ αντίστοιχα μεγάλα ποσοστά συγκέντρωσαν και απαντήσεις όπως «Ικανότητα να λύνει προβλήματα», «Ψυχραιμία», «Αντίληψη», «Κριτική σκέψη», «Οργάνωση, μεθοδικότητα», «Προσήλωση στο στόχο» και «Διαρκής και συνεχής μάθηση». Παρατηρείται ότι και εδώ η διεπιστημονική συνεργασία συγκεντρώνει πολύ χαμηλά ποσοστά, ενώ ούτε και σε αυτές τις απαντήσεις έχει δοθεί έμφαση στην ηθική ευθύνη. Ακόμη, στο διαχωρισμό της δουλειάς ενός καλού και ενός κακού μηχανικού, το μεγαλύτερο ποσοστό απαντά «Από τα αποτελέσματα της δουλειάς του» (25,69%), ενώ ένα μεγάλο επίσης ποσοστό απαντά «Σωστή προετοιμασία, σωστή ανάλυση, εφαρμογή και διεκπεραίωση του έργου» (10,42%), απαντήσεις οι οποίες θα μπορούσαν και εδώ να θεωρηθούν γενικές.

Τέλος, στην τελευταία ερώτηση, όπου οι φοιτητές ερωτώνται εάν οι απαντήσεις τους θα μεταβληθούν την επόμενη χρονιά, με μεγάλη έκπληξη διαπιστώθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (34,03%) απάντησε αρνητικά! Αυτό είναι μία ένδειξη ότι οι



φοιτητές στο τέλος τους πέμπτου έτους της σχολής εμφανίζουν μια σιγουριά και μια μεγάλη αυτοπεποίθηση ότι οι γνώσεις που κατέχουν δεν πρόκειται να μεταβληθούν. Κατά συνέπεια, οι απαντήσεις που έδωσαν θεωρούν ότι είναι αναντίρρητα οι σωστές. Αυτή η διαπίστωση αποτελεί ίσως, το πιο ανησυχητικό αποτέλεσμα, με δεδομένο ότι η μηχανική αποτελεί έναν κλάδο ο οποίος εξελίσσεται συνεχώς και αδιαλείπτως, επομένως είναι τουλάχιστον λανθασμένο ένας φοιτητής στο τέλος του πέμπτου έτους του να θεωρεί εαυτόν αυθεντία.

Ο τρίτος και πιθανότατα πιο σημαντικός άξονας της εν λόγω εργασίας είναι η σύγκριση των αποτελεσμάτων των πρωτοετών και τελειόφοιτων φοιτητών. Από τις απαντήσεις που δόθηκαν, είναι εμφανές ότι οι πρωτοετείς φοιτητές στερούνται επιστημονικής κατάρτισης και γνώσεων, ενώ πολλές απαντήσεις είναι δυνατόν να χαρακτηριστούν ως αφελείς και αδικαιολόγητα αισιόδοξες, κυρίως όσον αφορά στη φύση της μηχανικής. Αυτό δεν αποτελεί καινούργιο εύρημα, διότι βιβλιογραφικά έχουν διατυπωθεί παρόμοιες απόψεις, όσον αφορά σε μελέτες για σπουδαστές στον τομέα της εκπαίδευσης (Calderhead & Robson, 1991; Weinstein, 1990). Παράλληλα, οι ίδιοι ερευνητές έχουν υποστηρίξει ότι οι μαθητικές πεποιθήσεις «Δεν είναι σε θέση να διατυπώσουν επαρκείς αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης» (Lederman, 1992; Lythcott & Duschl, 1990). Οι πρωτοετείς φοιτητές αντίστοιχα, δεν φάνηκαν να κατέχουν διάφορα χαρακτηριστικά τα οποία επικρατούν στη βιβλιογραφία για τη μηχανική. Το παράδοξο, όμως είναι ότι φαίνεται να έχουν ήδη μια διαμορφωμένη άποψη για τη μηχανική, η οποία θεωρούν ότι θα αλλάξει τα επόμενα χρόνια. Από την άλλη μεριά, οι τελειόφοιτοι φαίνεται να είναι σαφώς πιο καταρτισμένοι σε τεχνικά θέματα της μηχανικής, ωστόσο και εκείνοι δυσκολεύονται να εκφράσουν επαρκείς πεποιθήσεις για τη φύση της μηχανικής. Εν ολίγοις, ενώ κατανοούν τεχνικά ζητήματα και είναι σε θέση να προτείνουν λύσεις επ' αυτού, δεν έχουν ούτε εκείνοι ενστερνιστεί τη φύση της μηχανικής, ούτε ακόμα και την ίδια τη μηχανική και τη διαφορά τους με την επιστήμη.

Ένα γενικό, επίσης, συμπέρασμα και για τα δύο έτη είναι ότι σε καμία από τις δύο περιπτώσεις δεν φάνηκε οι φοιτητές να μπορούν να αναγνωρίσουν και να επιλύσουν προβλήματα μηχανικής, αλλά ούτε και να εκτιμήσουν το ρόλο προηγούμενων παραλείψεων ή λαθών στο μηχανικό σχεδιασμό (Dym, 1999; Lewin, 1983). Δεν φάνηκε επίσης να κατανοούν ότι η μηχανική διαδικασία περιλαμβάνει την παραγωγή του καλύτερου δυνατού αποτελέσματος με τους όποιους διαθέσιμους

πόρους (Dym, 1999), αλλά ούτε και τις όποιες διαφορές μεταξύ πειραματισμού/δοκιμών, υπό αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες και εργασία σε πραγματικό πλαίσιο (Lewin, 1983).

Σύμφωνα με απόψεις προηγούμενων μελετών, η έρευνα σε διάφορους γνωστικούς τομείς έχει προτείνει ότι οι βασικές γνώσεις και πεποιθήσεις για ένα θέμα επηρεάζονται από τις ήδη υπάρχουσες απόψεις για αυτό που αποφασίζουν να μάθουν και τον τρόπο με τον οποίο το μαθαίνουν (Bodner, 1986; Bransford et al., 2000; Hewson & Hewson, 1983; Karataş et al., 2016; Perkins et al., 2005; Stathopoulou & Vosniadou, 2007). Επομένως η κατανόηση των πεποιθήσεων ή εναλλακτικών ιδεών των πρωτοετών φοιτητών που τώρα ξεκινούν να έχουν επαφή με τον οδηγό σπουδών αν μη τι άλλο είναι αρκετά σημαντική, καθώς αυτές οι πεποιθήσεις είναι δυνατόν να επηρεάσουν τον τρόπο που κανείς αντιλαμβάνεται τη διδασκαλία, την εργασία σε ομάδες, τα ερευνητικά εργαστήρια. Ως παράδειγμα σε αυτό παρατίθεται η άποψη του G.M. Bodner που αναφέρεται στην εργασία των Karataş et al (2016) και ο οποίος διδάσκοντας εισαγωγικά μαθήματα χημείας σε επίπεδο κολεγίου για σαράντα συναπτά έτη, έχει παρατηρήσει επανειλημμένως πρωτοετείς φοιτητές μηχανικής να αρνούνται να εργαστούν σε ομάδες, καθώς φοβούνται ότι η έλλειψη γνώσης ενός από τους συνεργάτες τους δυνητικά μπορεί να επηρεάσει αρνητικά το βαθμό τους απορρίπτοντας το επιχείρημα ότι η σωστή ομαδική εργασία και οι επικοινωνιακές δεξιότητες είναι βασικά στοιχεία στην πράξη της «καλής μηχανικής». Αντίστοιχα στην παροχή επικουρικού εκπαιδευτικού έργου στο τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων παρατηρείται ακριβώς το ίδιο φαινόμενο, με φοιτητές- όχι απαραίτητα πρωτοετείς- να χρησιμοποιούν κάθε είδους μέσο προκειμένου να εργαστούν σε ατομικό επίπεδο.

Μία ενδεχόμενη λύση προκειμένου οι φοιτητές να είναι σε θέση να κατανοήσουν και να ενστερνιστούν τη φύση της μηχανικής, θα αποτελούσε μια ρητή προσπάθεια ενσωμάτωσης μαθημάτων με τη μορφή συζήτησης για τη NOE, το οποίο θα μπορούσε να βοηθήσει τους φοιτητές να αποκτήσουν περισσότερες γνώσεις για το πεδίο (Alpay, 2013). Κατ' αυτόν τον τρόπο, θα είναι δυνατόν να κατανοήσουν υποκείμενες ενέργειες, απαιτήσεις και αξίες που επηρεάζουν τη μηχανική και/ ή το προϊόν που πρόκειται να σχεδιαστεί (Becker, 2010).

## 5. Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν από τη συγκεκριμένη εργασία έρχονται σε πλήρη συσχέτιση με αντίστοιχες δημοσιευμένες ερευνητικές εργασίες (Antink-Meyer & Brown, 2019; Karatas et al., 2011; Karatas et al., 2016) και είναι απολύτως συνεπή με άλλες εργασίες σε άλλους τομείς σχετικά με την πολυπλοκότητα των πεποιθήσεων στον τομέα της μηχανικής (Calderhead & Robson, 1991; Lederman, 1992; Lythcott & Duschl, 1990; Weinstein, 1990; Wenger, 1999).

Οι απαντήσεις οι οποίες δόθηκαν από τους πρωτοετείς φοιτητές έτειναν να είναι πολλές σε αριθμό, σύντομες και γενικά διατυπωμένες. Παρατηρήθηκε, ωστόσο, ότι οι φοιτητές είχαν ήδη διαμορφωμένη άποψη όσον αφορά στη μηχανική και σε ερωτήσεις οι οποίες αφορούσαν τις απόψεις τους, ήταν αρκετά πιο σαφείς από επεξεργασμένες ερωτήσεις οι οποίες επεδίωκαν τη διερεύνηση των πεποιθήσεών τους για τη φύση της μηχανικής ή τη φύση της επιστήμης (πχ. τι είναι η μηχανική, ή ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ επιστήμης και μηχανικής). Σε αυτού του είδους τις ερωτήσεις οι απόψεις των φοιτητών ήταν απλές, ασαφείς, επιστημονικά αφελείς και σε κάποιες περιπτώσεις ανύπαρκτες. Στις ερωτήσεις που πραγματεύονταν τεχνικά ζητήματα μηχανικής, όπως άλλωστε ήταν λογικό, παρατηρήθηκε ότι στερούνται οποιασδήποτε γνώσης επί του θέματος, πέραν ελαχίστων εξαιρέσεων. Πολύ σημαντικό εύρημα θεωρείται το γεγονός, όμως, ότι έχουν επίγνωση της άγνοιάς τους και το μεγαλύτερο ποσοστό απαντά ότι οι απόψεις αυτές πρόκειται να διαμορφωθούν με το πέρας των φοιτητικών χρόνων και με την επαφή τους με τα μαθήματα που θα διδαχθούν.

Αντίστοιχα, οι απαντήσεις που δόθηκαν από τους τελειόφοιτους παρατηρείται ότι είναι πολύ πιο λίγες αριθμητικά και πολύ πιο στοχευμένες. Οι φοιτητές απαντούν με σιγουριά στις ερωτήσεις που έχουν ως σκοπό να εκμαιεύσουν τη άποψή τους, ενώ παράλληλα, σε τεχνικά ζητήματα φαίνεται να κατέχουν τον πλήρη έλεγχο του μελλοντικού επαγγέλματός τους, με σωστές παρατηρήσεις και επιστημονικά ορθές και μεθοδικές υποθετικές πρακτικές, χωρίς ωστόσο να δίνουν σημαντική βάση στη διεπιστημονική συνεργασία και στην αλληλεπίδραση με άλλους τομείς. Παράλληλα, είναι εμφανές ότι η έλλειψη εμπειρίας σε πραγματικό πεδίο εργασίας δεν τους επιτρέπει τη σωστή μεθόδευση, η οποία στηρίζεται στον άριστο μηχανικό σχεδιασμό, στην αποτροπή προηγούμενων λαθών, στη συνεργασία με άλλους φορείς και στον οικονομικό παράγοντα κεφαλαίου. Επίσης, είναι σίγουροι για τις απόψεις τους και

δηλώνουν πλειοψηφικά ότι οι πεποιθήσεις τους δεν πρόκειται να μεταβληθούν τα επόμενα έτη, γεγονός το οποίο είναι ιδιαίτερος κρίσιμος, αν όχι απογοητευτικό. Κυρίως, όμως, το πιο σημαντικό συμπέρασμα από τις απαντήσεις των τελειόφοιτων είναι το γεγονός ότι στις επεξεργασμένες ερωτήσεις οι οποίες επεδίωκαν τη διερεύνηση των πεποιθήσεών τους για τη φύση της μηχανικής ή τη φύση της επιστήμης, δεν παρουσιάζουν τεράστιες διαφορές σε σχέση με τους πρωτοετείς, απαντώντας ασαφώς, γενικά και μη τεκμηριωμένα. Σημαντικές πτυχές του τομέα της μηχανικής όπως περιγράφονται στη βιβλιογραφία απουσίαζαν από τις απαντήσεις των φοιτητών. Αυτό το συμπέρασμα θα μπορούσε να είναι ίσως το πιο σημαντικό αποτέλεσμα αυτής της μελέτης εάν υποθέσει κανείς ότι οι πεποιθήσεις των φοιτητών έχουν ισχυρή επιρροή στο τι εκτιμούν σε έναν οδηγό σπουδών, σε τι δίνουν βάση στην τάξη και πώς επιλέγουν να σπουδάσουν (Bandura et al., 1999; Karataş et al., 2016; Meece & Holt, 1993; Qian & Alvermann, 1995)

Είναι δεδομένο ότι μια πολυτεχνική σχολή μηχανικής χρησιμοποιεί έναν συγκεκριμένο οδηγό σπουδών που στηρίζεται σε ένα ενιαίο πλαίσιο που καθορίζεται από τους αρμόδιους φορείς για ολόκληρη την ελληνική επικράτεια και ως στόχο έχει κατά κύριο λόγο να δημιουργήσει επιστημονικά εγγράμματους πολίτες. Αντίστοιχα, αυτός ο στόχος τίθεται από τον κορμό βασικής εκπαίδευσης. Παράλληλα, είναι δεδομένη η εκτίμηση ότι η φύση της επιστήμης βρίσκεται στο επίκεντρο του «επιστημονικού εγγραμματισμού», άρα αντίστοιχα στο επίκεντρο θα πρέπει να βρίσκεται και η φύση της μηχανικής. Ωστόσο, τα δεδομένα που προκύπτουν από την ερευνητική αυτή εργασία είναι ότι η εισαγωγή μεμονωμένων δράσεων, όπως ιστορία της μηχανικής ή περιβάλλοντα μάθησης που στηρίζονται στην έρευνα δεν αρκούν προκειμένου να αναπτυχθεί μια καλά εδραιωμένη και εκλεπτυσμένη άποψη για τη φύση της μηχανικής. Βάσει, λοιπόν αυτών των αποτελεσμάτων, θεωρείται απαραίτητη η εισαγωγή μιας ρητής συζήτησης για τη φύση της μηχανικής σε περισσότερα από ένα μαθήματα, προκειμένου στους φοιτητές να μην προσφέρονται μόνο στείρες τεχνικές γνώσεις, αλλά οι ίδιοι να εντάξουν στη ζωή τους και να αφομοιώσουν διάφορες πτυχές της φύσης της μηχανικής.

## **6. Περιορισμοί- Μελλοντική Έρευνα**

Στην διαδικασία έρευνας της παρούσας μελέτης υπήρξαν και προφανείς περιορισμοί. Αρχικά το δείγμα επιλέχθηκε με τη μέθοδο της βολικής δειγματοληψίας και προήλθε μόνο από ένα Τμήμα Μηχανικών, αυτό της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, το τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το δείγμα να μην είναι αντιπροσωπευτικό. Επίσης το πλήθος του δείγματος είναι αρκετά μικρό και κατά συνέπεια είναι δεδομένο ότι τα αποτελέσματα δεν είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε γενίκευση τόσο σε ελλαδικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Εντούτοις, φαίνεται να προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με την άποψη των φοιτητών σχετικά με τη Φύση της Μηχανικής, τη Φύση της Επιστήμης και τον επιστημονικό εγγραμματισμό γενικότερα.

Με βάση το παραπάνω πλαίσιο, στην κατεύθυνση της μελλοντικής έρευνας προτείνεται η εξέταση των απόψεων και άλλων φοιτητών από διάφορες Πολυτεχνικές σχολές μηχανικών, όπως μηχανολόγων μηχανικών, αρχιτεκτόνων μηχανικών, πολιτικών μηχανικών, χημικών μηχανικών, μεταλλειολόγων, μηχανικών δομικών έργων, μηχανικών ορυκτών πόρων, μηχανικών περιβάλλοντος και άλλων. Το ευρύ φάσμα όλων αυτών των ειδικοτήτων θα απέφερε σημαντικά και γενικευμένα συμπεράσματα σχετικά με τη Φύση της Μηχανικής, τη Φύση της Επιστήμης και τον επιστημονικό εγγραμματισμό γενικότερα στον ελλαδικό χώρο. Κατ' αντιστοιχία, η ενδεχόμενη προώθηση του ερωτηματολογίου σε σχολές μηχανικών του εξωτερικού, θα ήταν ένα ισχυρότατο ερευνητικό εργαλείο, όχι μόνο για τον καθορισμό των απόψεων της Φύσης της Μηχανικής, αλλά ενδεχομένως και μια κριτική των εκπαιδευτικών συστημάτων ανά τον κόσμο γενικότερα. Ενδεχομένως χρησιμοποιώντας την ποιοτική προσέγγιση θα ήταν πιο χρήσιμο να επιλεγθεί σε μελλοντική έρευνα η τεχνική της συνέντευξης, καθώς αφενός κατέχει εξέχουσα θέση ανάμεσα στις ερευνητικές στρατηγικές που υιοθετούν ποιοτική μεθοδολογία και αφετέρου είναι δυνατόν να εμβαθύνει και να φθάσει σε σημεία, στα οποία άλλα εργαλεία είναι δύσκολο να προσεγγίσουν, αποτελώντας εκείνο το εργαλείο, το οποίο επιτρέπει στον ερευνητή να διερευνήσει σκέψεις, αξίες, προκαταλήψεις, στάσεις, συναισθήματα, εμπειρίες, απόψεις και αναπαραστάσεις των συμμετεχόντων ελεύθερα και εις βάθος

## Βιβλιογραφία

### Ξένη Βιβλιογραφία

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education, 22*(7), 665–701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- ABET. (2021). *No Title*. Ashton Design.
- Adams, C. C. (2004). Engineering Students. *Liberal Education in Twenty-First Century Engineering: Responses to ABET/EC 2000 Criteria, 23*, 91.
- Afonso, A. S., & Gilbert, J. K. (2010). Pseudo-science: A meaningful context for assessing nature of science. *International Journal of Science Education, 32*(3), 329–348.
- Aikenhead, G. S. (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education, 69*(4), 453–475. <https://doi.org/10.1002/sce.3730690403>
- Akerlind, G., Bowden, J., & Green, P. (2005). Learning to do phenomenography: A reflective discussion. In *Doing developmental phenomenography* (pp. 74–100). RMIT Press.
- Allchin, D. (2017). Beyond the consensus view: Whole science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 17*(1), 18–26.
- Alters, B. J. (1997). Whose nature of science? *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 34*(1), 39–55.
- Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C., & Norman, M. K. (2010). *How learning works: Seven research-based principles for smart teaching*. John Wiley & Sons.
- Antink-Meyer, A., & Brown, R. A. (2019). Nature of Engineering Knowledge. *Science & Education, 28*(3), 539–559. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00038-0>
- Antink-Meyer, A., & Meyer, D. Z. (2016). Science Teachers' Misconceptions in Science and Engineering Distinctions: Reflections on Modern Research Examples. *Journal of Science Teacher Education, 27*(6), 625–647. <https://doi.org/10.1007/s10972-016-9478-z>
- Backhus, D. A., & Thompson, K. W. (2006). Addressing the nature of science in preservice science teacher preparation programs: Science educator perceptions. *Journal of Science Teacher Education, 17*(1), 65–81.
- Bagherzadeh, Z., Keshtiaray, N., & Assareh, A. (2017). A brief view of the evolution of technology and engineering education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(10), 6749–6760.
- Banilower, E. R., Smith, P. S., Malzahn, K. A., Plumley, C. L., Gordon, E. M., & Hayes, M. L. (2018). Report of the 2018 NSSME+. *Horizon Research, Inc.*
- Baskette, K. G., & Fantz, T. D. (2013). *Technological literacy for all: A course designed to raise the technological literacy of college students*.
- Becker, F. S. (2010). Why don't young people want to become engineers? Rational reasons

- for disappointing decisions. *European Journal of Engineering Education*, 35(4), 349–366. <https://doi.org/10.1080/03043797.2010.489941>
- Bucciarelli, L. (2003). *Engineering philosophy*. DUP Satellite; an imprint of Delft University Press.
- Burns, T. W., O'Connor, D. J., & Stockmayer, S. M. (2003). Science Communication: A Contemporary Definition. *Public Understanding of Science*, 12(2), 183–202. <https://doi.org/10.1177/09636625030122004>
- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 243–254.
- Capobianco, B. M., Diefes-dux, H. A., Mena, I., & Weller, J. (2011). What is an Engineer? Implications of Elementary School Student Conceptions for Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 100(2), 304–328. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2011.tb00015.x>
- Cheek, D. W. (1997). *Education about the History of Technology in K-12 Schools*.
- Chou, P.-N., & Chen, W.-F. (2017). Elementary School Students' Conceptions of Engineers: A Drawing Analysis Study in Taiwan. *International Journal of Engineering Education*, 33, 476–488.
- Clough, M. P. (2006). Learners' responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction. *Science & Education*, 15(5), 463–494.
- Clough, M. P. (2018). Teaching and Learning About the Nature of Science. *Science & Education*, 27(1), 1–5. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9964-0>
- Council, N. R. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Creswell, J. W. (2009). *Research designs: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. California: Sage.
- Cunningham, C., Lachapelle, C., & Lindgren-Streicher, A. (2006). Elementary teachers' understandings of engineering and technology. *2006 Annual Conference & Exposition*, 11–528.
- Cunningham, C. M., & Carlsen, W. S. (2014). Teaching engineering practices. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 197–210.
- Dearing, B. M., & Daugherty, M. K. (2004). Delivering engineering content in technology education. *Technology and Engineering Teacher*, 64(3), 8.
- Driver, R., Leach, J., & Millar, R. (1996). *Young people's images of science*. McGraw-Hill Education (UK).
- Durant, J. (1994). What is scientific literacy? *European Review*, 2(1), 83–89. <https://doi.org/DOI: 10.1017/S1062798700000922>
- Dym, C. L. (1999). Learning engineering: Design, languages, and experiences. *Journal of Engineering Education*, 88(2), 145–148.

- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103–120.
- Education, N. H. D. of. (2012). *New Hampshire State of New Hampshire Department of Education New Hampshire Technology Education Association Technology / Engineering Education Curriculum Guide*. [http://www.nhtea.org/TECurriculumGuide/NH-Tech\\_Guide.PDF](http://www.nhtea.org/TECurriculumGuide/NH-Tech_Guide.PDF).
- Eflin, J. T., Glennan, S., & Reisch, G. (1999). The nature of science: A perspective from the philosophy of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 107.
- Ernst, J. V., & Haynie III, W. J. (2010). Curriculum research in technology education. *Research in Technology Education*, 1001, 54.
- Feibleman, J. K. (1961). “Pure Science, Applied Science, Technology, Engineering: An Attempt at Definitions.” *Technology and Culture*, 2(4), 305–317. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/3100886>
- Feyerabend, P. (1975). *Against method: outline of an anarchistic theory of knowledge*. Humanities Press.
- Finson, K. D. (2002). Drawing a Scientist: What We Do and Do Not Know After Fifty Years of Drawings. *School Science and Mathematics*, 102(7), 335–345. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb18217.x>
- FLOWERDEW, J. (1992). Definitions in Science Lectures. *Applied Linguistics*, 13(2), 202–221. <https://doi.org/10.1093/applin/13.2.202>
- Fortenberry, N. L. (2006). An extensive agenda for engineering education research. In *Journal of Engineering Education* (Vol. 95, Issue 1, pp. 3–5). Blackwell Publishing Ltd Oxford, UK.
- Fralick, B., Kearn, J., Thompson, S., & Lyons, J. (2009). How Middle Schoolers Draw Engineers and Scientists. *Journal of Science Education and Technology*, 18, 60–73. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9133-3>
- Fromm, E. (2003). The changing engineering educational paradigm. *Journal of Engineering Education*, 92(2), 113–121.
- G. Splitt, F. (2003). The challenge to change: On realizing the new paradigm for engineering education. *Journal of Engineering Education*, 92(2), 181–187.
- Galili, I. (2019). Towards a refined depiction of nature of science. *Science & Education*, 28(3), 503–537.
- Gerhard Schurz. (2013). *Philosophy of Science A Unified Approach* (Routledge (ed.); 1st Editio). Routledge. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780203366271>
- Good, C., Rattan, A., & Dweck, C. S. (2012). Why do women opt out? Sense of belonging and women’s representation in mathematics. *Journal of Personality and Social Psychology*, 102(4), 700.
- Grimson, J. (2002). Re-engineering the curriculum for the 21st century. *European Journal of Engineering Education*, 27(1), 31–37.
- Guest, G. (2006). Lifelong learning for engineers: a global perspective. *European Journal of Engineering Education*, 31(3), 273–281.



- Hacking, I., & Hacking, J. (1999). *The social construction of what?* Harvard university press.
- Hansson, S. O. (2007). What is technological science? *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 38(3), 523–527.
- Harwood, J. (2006). Engineering Education between Science and Practice: Rethinking the Historiography. *History and Technology*, 22(1), 53–79. <https://doi.org/10.1080/07341510500497210>
- Hejazi, J. (2016). (2016). A Model for the Education System in Materials Engineering. *Majallah-i Amuzih-i Muhandisi-i Iran*, 18(71)(1).
- Herman, B. C. (2018). Students' environmental NOS views, compassion, intent, and action: Impact of place-based socioscientific issues instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(4), 600–638.
- Herman, B. C., Owens, D. C., Oertli, R. T., Zangori, L. A., & Newton, M. H. (2019). Exploring the complexity of students' scientific explanations and associated nature of science views within a place-based socioscientific issue context. *Science & Education*, 28(3), 329–366.
- Herman, B. C., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., & Newton, M. H. (2018). A socioscientific issues approach to environmental education. In *International perspectives on the theory and practice of environmental education: A reader* (pp. 145–161). Springer.
- High, K., Antonenko, P., Damron, R., Stansberry, S., Hudson, G., Dockers, J., & Peterson, A. (2009). The effect of a teacher professional development integrated curriculum workshop on perceptions of design, engineering, and technology experiences. *2009 Annual Conference & Exposition*, 14–1204.
- Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values*. Brill.
- Hodson, D., & Wong, S. L. (2017). Going beyond the consensus view: Broadening and enriching the scope of NOS-oriented curricula. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 3–17.
- Howard, R. A. (1988). Decision analysis: Practice and promise. *Management Science*, 34(6), 679–695.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20(7), 591–607.
- Kallery, M., & Psillos, D. (2001). Pre-school Teachers' Content Knowledge in Science: Their understanding of elementary science concepts and of issues raised by children's questions Le Contenu des Connaissances des Enseignants de Maternelle en Matière de Sciences Exactes: Leur perception . *International Journal of Early Years Education*, 9(3), 165–179.
- Karaman, A. (2022). Teachers' Conceptions About Science and Pseudoscience. *Science & Education*, 1–30.
- Karataş, F. Ö., Bodner, G. M., & Unal, S. (2016). First-year engineering students' views of the nature of engineering: implications for engineering programmes. *European Journal of Engineering Education*, 41(1), 1–22. <https://doi.org/10.1080/03043797.2014.1001821>
- Karatas, F. O., Micklos, A., & Bodner, G. M. (2011). Sixth-grade students' views of the nature of engineering and images of engineers. *Journal of Science Education and*

- Technology*, 20(2), 123–135.
- Kaya, E., Newley, A., Deniz, H., Yesilyurt, E., & Newley, P. (2017). Introducing Engineering Design to a Science Teaching Methods Course Through Educational Robotics and Exploring Changes in Views of Preservice Elementary Teachers. *Journal of College Science Teaching*, 47(2).
- Kelley, T. R., & Kellam, N. (2009). A theoretical framework to guide the re-engineering of technology education. *Journal of Technology Education*, 20(2), 37.
- Kerr, E., & Gelfert, A. (2014). THE ‘EXTENDEDNESS’ OF SCIENTIFIC EVIDENCE. *Philosophical Issues*, 24(1), 253–281.
- Kesidou, S., & Roseman, J. E. (2002). How well do middle school science programs measure up? Findings from Project 2061’s curriculum review. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 522–549.
- Khine, M. S. (2019). Nature of Science in School Science Textbooks. *Science & Education*, 28(3), 599–601. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00025-5>
- Koen, B. V. (2003). *Discussion of the method: Conducting the engineer’s approach to problem solving*. Oxford University Press on Demand.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291–310. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.1011>
- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions* (Vol. 111). Chicago University of Chicago Press.
- Lakatos, I. (1980). *Mathematics, Science and Epistemology: Volume 2, Philosophical Papers* (Vol. 2). Cambridge University Press.
- Lederman, Norm G, Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners’ conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521.
- Lederman, Norman G. (1992). Students’ and teachers’ conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331–359. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>
- Lederman, Norman G, & Lederman, J. S. (2014). Research on teaching and learning of nature of science. In *Handbook of research on science education, volume II* (pp. 614–634). Routledge.
- Lewin, D. (1983). Engineering Philosophy—The Third Culture? *Leonardo*, 16(2), 127–132.
- Losh, S. C., & Nzekwe, B. (2011). Creatures in the classroom: Preservice teacher beliefs about fantastic beasts, magic, extraterrestrials, evolution and creationism. *Science & Education*, 20(5), 473–489.
- Lythcott, J., & Duschl, R. (1990). *Qualitative research: From methods to conclusions*.
- Maienschein, J. (1998). Scientific literacy. In *Science* (Vol. 281, Issue 5379, p. 917). American Association for the Advancement of Science.
- Matkins, J. J., & Bell, R. L. (2007). Awakening the scientist inside: Global climate change

- and the nature of science in an elementary science methods course. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), 137–163.
- Matthews, C. (1998). *Case studies in engineering design*. Elsevier.
- Matthews, M. R. (2000). *Time for science education: How teaching the history and philosophy of pendulum motion can contribute to science literacy* (Vol. 8). Springer Science & Business Media.
- McCain, K. (2015). Explanation and the Nature of Scientific Knowledge. *Science & Education*, 24(7), 827–854. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9775-5>
- McComas, W. F. (2020). Considering a consensus view of nature of science content for school science purposes. In *Nature of science in science instruction* (pp. 23–34). Springer.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (2002). The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. In W. F. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp. 3–39). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5\\_1](https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5_1)
- Metin, D., Cakiroglu, J., & Leblebicioglu, G. (2020). Perceptions of eighth graders concerning the aim, effectiveness, and scientific basis of pseudoscience: the case of crystal healing. *Research in Science Education*, 50(1), 175–202.
- Miller, D. M., & Czegan, D. A. C. (2016). Integrating the Liberal Arts and Chemistry: A Series of General Chemistry Assignments To Develop Science Literacy. *Journal of Chemical Education*, 93(5), 864–869. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00942>
- Mitcham, C. (1994). *Thinking through technology: The path between engineering and philosophy*. University of Chicago Press.
- Montfort, D. B., Brown, S., & Whritenour, V. (2013). Secondary students' conceptual understanding of engineering as a field. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 3(2), 2.
- Moses, J. (2009). Architecting engineering systems. In *Philosophy and Engineering*: (pp. 275–284). Springer.
- Motahhari, N., Hossein, Y. M., & Davami, P. (2011). *Engineering Education Necessities considering industrial needs in Iran. Iranian Engineering Education Quarterly, 13th year, No. 52, winter 2011.*
- Motterlini, M. (2007). *Paul Karl Feyerabend, The Philosophy of Science. An Encyclopedia*, Sarkar, S., Pfeifer, J. (eds.), Routledge, New York, London, vol. 1, pp. 304-310.
- Next Generation Science Standards: For States, By States*. (2013). The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Olsen, R. V., Prenzel, M., & Martin, R. (2011). Interest in Science: A many-faceted picture painted by data from the OECD PISA study. *International Journal of Science Education*, 33(1), 1–6. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518639>
- Olson, J. K. (2018). The Inclusion of the Nature of Science in Nine Recent International Science Education Standards Documents. *Science & Education*, 27(7), 637–660. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9993-8>
- Pearson, P. D., Knight, A. M., Cannady, M. A., Henderson, J. B., & McNeill, K. L. (2015).

- Assessment at the Intersection of Science and Literacy. *Theory Into Practice*, 54(3), 228–237. <https://doi.org/10.1080/00405841.2015.1044372>
- Petroski, H. (1985). *To engineer is human: The role of failure in successful design*. St Martins Press.
- Petroski, H. (2011). *The essential engineer: Why science alone will not solve our global problems*. Vintage.
- Phillips, D. C. (1980). *Science, Curriculum, and Liberal Education: Selected Essays*. JSTOR.
- Pleasants, J., & Olson, J. K. (2019). What is engineering? Elaborating the nature of engineering for K-12 education. *Science Education*, 103(1), 145–166.
- Popper, K. (1959). *The Logic of Scientific Discovery* (London: Hutchinson). GRAHAMMACDONALD.
- Popper, K. R. (1962). On the Sources of Knowledge and of Ignorance. *Philosophy and Phenomenological Research*, 23(2).
- Radder, H. (2009). Science, technology and the science-technology relationship. In *Philosophy of technology and engineering sciences* (pp. 65–91). Elsevier.
- Rennie, L. J., Goodrum, D., & Hackling, M. (2001). Science Teaching and Learning in Australian Schools: Results of a National Study. *Research in Science Education*, 31(4), 455–498. <https://doi.org/10.1023/A:1013171905815>
- Roberts, D. A. (2013). Scientific literacy/science literacy. In *Handbook of research on science education* (pp. 743–794). Routledge.
- Rogers, G. F. C. (1983). *The nature of engineering: a philosophy of technology*. Macmillan International Higher Education.
- Ryder, J., & Leach, J. (1999). University science students' experiences of investigative project work and their images of science. *International Journal of Science Education*, 21(9), 945–956.
- Sadler, T. D. (2011). Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research* (pp. 1–9). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4_1)
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387–409.
- Sadler, T. D., Klosterman, M. L., & Topcu, M. S. (2011). Learning science content and socio-scientific reasoning through classroom explorations of global climate change. In *Socio-scientific Issues in the Classroom* (pp. 45–77). Springer.
- Schwab, J. J. (1978). Education and the structure of the disciplines. *Science, Curriculum, and Liberal Education*, 229–272.
- Shane, J. W. (2007). Hermeneutics and the meaning of understanding. *Theoretical Frameworks for Research in Chemistry/Science Education*, 108–121.
- Shen, B. S. P. (1975). *Science Literacy and the Public Understanding of Science* (pp. 44–52). <https://doi.org/10.1159/000398072>

- Shirazi, M. A., & Soroor, J. (2007). An intelligent agent-based architecture for strategic information system applications. *Knowledge-Based Systems*, 20(8), 726–735.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Snow, C. E., & Dibner, K. A. (n.d.). *Committee on Science Literacy and Public Perception of Science*, eds.(2016). *Science Literacy: Concepts, Contexts, and Consequences*. Washington, DC, USA: National Academies Press.
- Ünlü, A., Kasper, D., Trendtel, M., & Schurig, M. (2014). The OECD’s Programme for International Student Assessment (PISA) Study: A Review of Its Basic Psychometric Concepts. In M. Spiliopoulou, L. Schmidt-Thieme, & R. Janning (Eds.), *Data Analysis, Machine Learning and Knowledge Discovery* (pp. 417–425). Springer International Publishing.
- van de Poel, I. (2009). Philosophy and engineering: Setting the stage. In *Philosophy and Engineering*: (pp. 1–11). Springer.
- Vincenti, W. G. (1990). *What engineers know and how they know it* (Vol. 141). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Vries, M. J. de. (2009). Engineering science as a “discipline of the particular”? Types of generalization in engineering sciences. In *Philosophy and Engineering*: (pp. 83–93). Springer.
- Wulf, W. A. (2002). The urgency of engineering education reform. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 3(3).
- Zaboski, B. A., & Therriault, D. J. (2020). Faking science: Scientificness, credibility, and belief in pseudoscience. *Educational Psychology*, 40(7), 820–837.

### **Ελληνική βιβλιογραφία**

- Γέμτος, Π. (1987). Μεθοδολογία των κοινωνικών επιστημών. *Μεταθεωρία Και Ιδεολογική Κριτική Των Επιστημών Του Ανθρώπου*.
- Δρακόπουλος, Σ. (2001). *Μεθοδολογία Κοινωνικών Επιστημών*.
- Δρακόπουλος, Σ., Γκότσης, Γ., & Γριμάνη, Α. (2015). *Φύση, λειτουργία της επιστήμης και σύντομη ιστορική αναδρομή*.
- Ιωσηφίδης, Θ. (2003). *Ανάλυση ποιοτικών δεδομένων στις κοινωνικές επιστήμες*. Αθήνα: Κριτική.
- Κουλαϊδής Β., Αποστόλου Α., Κ. Κ. (2008). *Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία της Φύσης της Επιστήμης*. Εκδόσεις Child Services.
- Κυριαζή, Ν. (2011). *Η κοινωνιολογική έρευνα: κριτική επισκόπηση των μεθόδων και των τεχνικών*. Ρεδίο.
- Μπονίδης, Κ. (2004). Το περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου ως αντικείμενο έρευνας. Διαχρονική εξέταση της σχετικής έρευνας και μεθοδολογικές προσεγγίσεις. *Αθήνα: Μεταίχμιο*.
- Στεφανίδου, Κ., & Σκορδούλης, Κ. (2017). Διδάσκοντας τη φύση της επιστήμης μέσα από την ιστορία των φυσικών επιστημών-Η περίπτωση του ηλεκτρικού φορτίου. *10ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ*.

Στύλος, Γ., Κώτσης, Κ. Θ., & Εμβαλωτής, Α. (2019). Στάσεις και πεποιθήσεις εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για το περιεχόμενο και τη διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο. *Θέματα Επιστημών Και Τεχνολογίας Στην Εκπαίδευση*, 11(1), 1–14.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Το ερωτηματολόγιο της Έρευνας

Απόψεις για τη Φύση της Μηχανικής

1. Κατά την άποψή σας, τι είναι η Μηχανική (Engineering) ;
2. Ποιος είναι ο στόχος ή ο σκοπός της Μηχανικής ;
3. Ποια εικόνα (ή εικόνες) σας έρχονται στο μυαλό όταν σκέφτεστε τους μηχανικούς ή τη Μηχανική γενικότερα;
4. Συμφωνείτε με την άποψη ότι «η Μηχανική είναι εφαρμοσμένη επιστήμη»;  
Γιατί ή γιατί όχι;
5. Με ποιους τρόπους είναι η Επιστήμη και η Μηχανική παρόμοιες;
6. Ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στην Επιστήμη και στη Μηχανική;
7. Σε περίπτωση που δύο εταιρείες Μηχανικών είχαν να φέρουν εις πέρας την ίδια αποστολή, θα ήταν το αποτέλεσμα παρόμοιο; Γιατί ή γιατί όχι;
8. Φανταστείτε ότι πρόκειται να χτιστεί μια γέφυρα πάνω από ένα ποτάμι.  
(Α) Τι θα πρέπει να λάβουν υπόψη οι Μηχανικοί Επιστήμης Υλικών στη διαδικασία σχεδιασμού;  
(Β) Ποιες εργασίες θα πρέπει να πραγματοποιηθούν από τους Μηχανικούς Επιστήμης Υλικών;  
(Γ) Πώς θα καταφέρουν οι Μηχανικοί να φέρουν εις πέρας τις εργασίες που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν;
9. Ποια χαρακτηριστικά θα πρέπει να έχει ένας καλός Μηχανικός; Εξηγήστε γιατί είναι σημαντικά.
10. Πώς μια δουλειά ενός «καλού» μηχανικού διαχωρίζεται από τη δουλειά ενός «κακού» μηχανικού;
11. Πιστεύετε ότι οι απαντήσεις σας στις ερωτήσεις που προηγήθηκαν είναι πιθανό να αλλάξουν εάν ερωτηθείτε την επόμενη χρονιά;