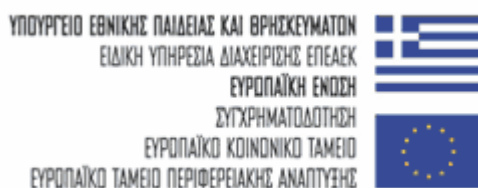


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ**



**ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΠΣ
ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ**



ΠΕ 1 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
Δ.1.1 Καταγραφή υπάρχουσας κατάστασης εργαστηριακού χαρακτήρα
Δ.1.2 Συνιστώμενες κατευθύνσεις εμπλουτισμού εργαστηριακού χαρακτήρα –
πilotική εφαρμογή και αξιολόγησής της

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ:
Δρ. Κ. ΑΡΓΥΡΙΑΔΗ
ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΡ. ΣΤΑΠΟΥΝΤΖΗΣ

ΒΟΛΟΣ ΜΑΪΟΣ 2006

Πακέτο Εργασίας 1 – Ενίσχυση του εργαστηριακού χαρακτήρα των σπουδών

1. Καταγραφή εργαστηριacότητας μαθημάτων – Εισαγωγή.....3
2. Καταγραφή υπάρχουσας κατάστασης εργαστηριακού χαρακτήρα.....4
3. Καταγραφή υπάρχουσας κατάστασης σε άλλα πανεπιστήμια. 19
4. Καταγραφή των απόψεων των απόφοιτων για τον εργαστηριακό χαρακτήρα του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του ΤΜΜΒ. 22
5. Σχολιασμός αποτελεσμάτων και επισήμανση αδύνατων σημείων για βελτίωση. 22
6. Συνιστώμενες κατευθύνσεις εμπλουτισμού εργαστηριακού χαρακτήρα – πιλοτική έκθεση..... 24
7. Συμπεράσματα..... 27

ΠΕ. 1 – Ενίσχυση του εργαστηριακού χαρακτήρα των σπουδών

1. Καταγραφή εργαστηριακότητας μαθημάτων – Εισαγωγή

Ένα σημαντικό συμπέρασμα της διαδικασίας εσωτερικής αξιολόγησης είναι ότι η αντίληψη των σημερινών φοιτητών μας ως προς τους μηχανισμούς και τις δυνάμεις που προκαλούν τα διάφορα φυσικά φαινόμενα, αδυνατίζει συνεχώς. Την ίδια στιγμή, έμπειρα περί την εφαρμοσμένη έρευνα μέλη ΔΕΠ και λοιπά στελέχη παρατηρούν ότι ακριβώς αυτή η γνώση είναι που υποστηρίζει την ανάπτυξη νέων, τεχνολογικά εξελιγμένων προϊόντων και βιομηχανικών διεργασιών και κατεργασιών. Παράλληλα, η ελλιπής κατανόηση της φυσικής πραγματικότητας οδηγεί πολλές φορές σε απαξίωση των ωφελειών από την αξιοποίηση των δυνατοτήτων των εξελιγμένων μοντέλων Η/Υ (Virtual Engineering). Οι συνεργασίες στελεχών του Τμήματος με αξιόλογες Βιομηχανίες του εξωτερικού τόσο σε ανάπτυξη και εφαρμογές υπολογιστικών εργαλείων όσο και σε πειραματική δουλειά, έχουν υποδείξει την ανάγκη υποστήριξης του επιστημονικού υπολογισμού από το ορθά σχεδιασμένο πείραμα ή δοκιμασία. Συνεπώς, η ανάπτυξη του Προγράμματος Σπουδών στην υπολογιστική κατεύθυνση και στην ανάπτυξη και εφαρμογή εργαλείων πληροφορικής, θα πρέπει να έχει ως αντίβαρο την αντίστοιχη ανάπτυξη σε εργαστηριακή υποδομή που αξιοποιείται ουσιαστικά και στο προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών, συμβάλλοντας παράλληλα και στην καλύτερη μύηση των φοιτητών μας στην έρευνα, ως απαραίτητο συμπλήρωμα της διδασκαλίας. Η εμπειρία έχει δείξει ότι η ουσιαστική επαφή του φοιτητή με το φυσικό αντικείμενο κάθε μαθήματος, ξυπνά μέσα του την αυτενέργεια και την ερευνητική ικανότητα, η δε λειτουργία του στα πλαίσια της Εργαστηριακής Ομάδας στην απόκτηση δεξιοτήτων σχετικών με το πρακτικό μέρος του διδασκόμενου μαθήματος, στη μύηση στη διαδικασία παραγωγής της γνώσης αλλά και στην επίτευξη αμεσότητας στην επαφή διδάσκοντα – διδασκόμενου.

Κεντρικός στόχος του Πακέτου Εργασίας 1 είναι η συνεισφορά στην δημιουργία αποφοίτων Μηχανικών με σημαντικά βελτιωμένες τεχνολογικές δεξιότητες - ικανότητες μέσω αυξημένης εργαστηριακότητας.

Επί μέρους στόχοι του ΠΕ1 είναι :

- Να ξεχωρίσει ποιες από τις ελλείψεις τεχνολογικών δεξιοτήτων των αποφοίτων μας έχουν ισχυρή συσχέτιση με μαθήματα ή κύκλους μαθημάτων προπτυχιακής εκπαίδευσης.
- Να διαπιστώσει εάν η συσχέτιση αυτή οφείλεται σε μειωμένη ή αναποτελεσματική εργαστηριακότητα των μαθημάτων.
- Να εντοπίσει από αυτά τα μαθήματα εκείνα τα οποία επιδέχονται αναβάθμιση Εργαστηριακού χαρακτήρα και πιθανώς να προδιαγράψει, εφόσον αυτό κριθεί απαραίτητο, και νέα μαθήματα Εργαστηριακού χαρακτήρα.
- Να προβεί στις κατάλληλες ενέργειες, ώστε με το σωστό έμπυχο υλικό και υποδομές, να καταστεί δυνατή η λειτουργική ενσωμάτωση του αναβαθμισμένου εργαστηριακού περιεχομένου στο νέο ΠΠΣ του Τμήματος.
- Να αποτιμά με αξιόπιστες τεχνικές τα αποτελέσματα της προσπάθειας και σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα Πακέτα Εργασίας να προβαίνει σε διορθωτικές κινήσεις.

Στα πλαίσια της καταγραφής αυτής συγκεντρώθηκαν στοιχεία για τον αριθμό, το είδος, τη συχνότητα και τις απαιτήσεις των εργαστηρίων που εκπονούνται από τους φοιτητές κατά τη διάρκεια των σπουδών. Επίσης εντοπίστηκαν κάποια πιθανά σφάλματα στον τρόπο διεξαγωγής κάποιων από τα εργαστήρια με ενδεχόμενο αποτέλεσμα την μη πλήρη εκπαίδευση των φοιτητών, όπως επίσης και δυσκολίες στην ενίσχυση των εργαστηριακών μαθημάτων. Τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται παρακάτω.

2. Καταγραφή υπάρχουσας κατάστασης εργαστηριακού χαρακτήρα.

Έχει ολοκληρωθεί η καταγραφή του αριθμού των εργαστηριακών ασκήσεων που αφορούν το κάθε μάθημα, με βάση σχετικό ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκαν στα μέλη ΔΕΠ και τους διδάσκοντες του Τμήματος και μέσω αυτών καταγράφηκαν οι ασκήσεις που εκπονούνται σε κάθε μάθημα, τα προβλήματα υλοποίησής τους και οι ανάγκες σε εξοπλισμό / αναλώσιμα. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στις απαιτήσεις απασχόλησης προσωπικού του Τμήματος (ΕΤΕΠ, υποψ. διδάκτορες), για την επιτυχή διεκπεραίωση των ασκήσεων.

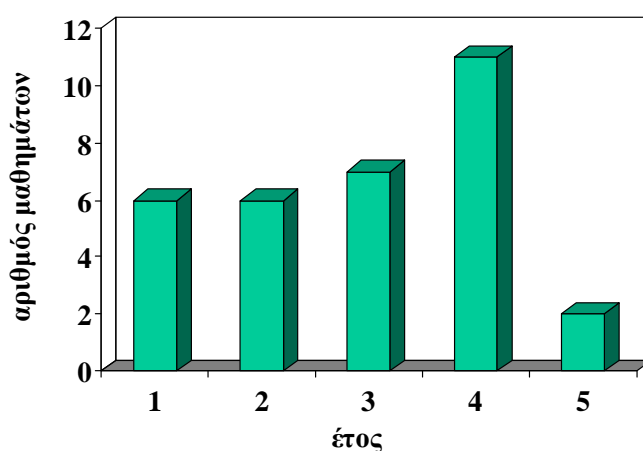
Παράλληλα, έγινε καταγραφή των υπολογιστικών ασκήσεων που χρησιμοποιούνται στα διάφορα μαθήματα.

Επιπλέον, σημειώνεται προσπάθεια εντοπισμού των ελλείψεων σε ενεργούς φοιτητές / τριες μέσω συνεντεύξεων τους με μέλη ΔΕΠ. Οι ελλείψεις συσχετίζονται με συγκεκριμένο εργαστηριακό περιεχόμενο. Σχετικές ελλείψεις στους ήδη αποφοιτήσαντες του ΤΜΜΒ εντοπίστηκαν και μέσω των ερωτηματολογίων τα οποία διένειμε το ΓΔΠ σε όλους τους αποφοίτους, οι οποίοι εργάζονται σε βιομηχανικές μονάδες, μικρομεσαίες επιχειρήσεις, ερευνητικά ιδρύματα, υπηρεσίες, ελεύθερο επάγγελμα.

Σε ένα σύνολο 80 μαθημάτων που προσφέρονται στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας (υποχρεωτικά, υποχρεωτικά κατεύθυνσης, επιλογής) ένα ποσοστό 41,25% έχει εργαστήρια στα πλαίσια της διδασκαλίας. Τέσσερα από τα μαθήματα αυτά είναι καθαρά εργαστηριακά. Ένα μάθημα μπορεί να χαρακτηριστεί «καθαρά εργαστηριακό» όταν όλες οι ώρες έχουν πρακτικό χαρακτήρα και γίνονται σε χώρο εργαστηρίου. Για παράδειγμα, το μάθημα του Μηχανολογικού Σχεδίου είναι καθαρά εργαστηριακό μάθημα τη στιγμή που οι παραδόσεις δεν έχουν την μορφή διαλέξεων σε αμφιθέατρο αλλά γίνεται στο σχεδιαστήριο με τους φοιτητές να εφαρμόζουν άμεσα τα όσα τους παραδίδονται. Όσον αφορά τα υπόλοιπα τα εργαστήρια, αυτά έχουν ενισχυτικό για την θεωρία σκοπό. Στην δεύτερη κατηγορία υπάγονται τα πειραματικά εργαστήρια που είναι 20 (71%) και τα υπολογιστικά εργαστήρια τα οποία είναι 8 (29%).

Ένα βασικό ερώτημα, είναι ο τρόπος κατανομής των εργαστηριακών μαθημάτων ανά έτος και πιο ειδικά ανά εξάμηνο σπουδών. Η κατανομή αυτή των εργαστηρίων είναι πολύ σημαντική. Ο λόγος για το παραπάνω είναι ότι δεν πρέπει να φορτιστούν οι φοιτητές με υπερβολικά μεγάλο αριθμό εργαστηρίων και κατ' επέκταση φόρτο εργασίας σε κανένα εξάμηνο για να μπορούν να αντεπεξέλθουν σωστά στις υποχρεώσεις τους. Από την άλλη πλευρά όμως είναι πιθανό λόγω αυτής της προσπάθειας, να παραλείπονται κάποια βασικά εργαστήρια, να αργούν να γίνουν ή ακόμα, να γίνονται πριν οι φοιτητές αποκτήσουν τις προαπαιτούμενες γνώσεις για να τα παρακολουθήσουν. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τις δηλώσεις του αντίστοιχου διδάσκοντα, τα εργαστήρια του μαθήματος των Μηχανολογικών Κατεργασιών του πρώτου έτους γίνονται ταυτόχρονα με το

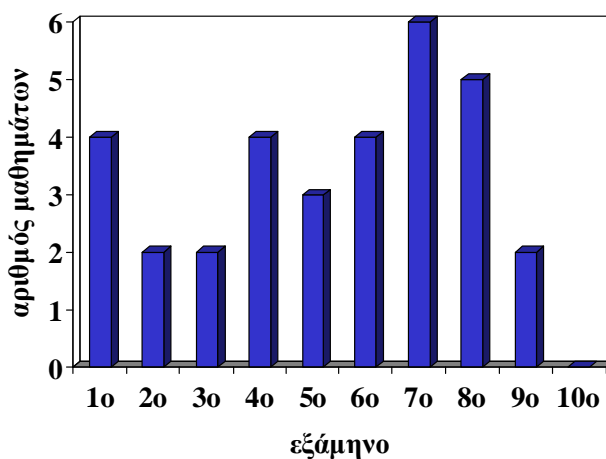
Μηχανολογικό Σχέδιο με αποτέλεσμα στα πρώτα εργαστήρια οι φοιτητές να έχουν πρόβλημα στο να κατανοήσουν τα σχέδια που χρησιμοποιούν. Η κατανομή των εργαστηριακών μαθημάτων παρουσιάζεται στο διάγραμμα 1 ανά έτος σπουδών και στο διάγραμμα 2 ανά εξάμηνο σπουδών. Όπως βλέπουμε, τα εργαστηριακά μαθήματα είναι κατανεμημένα στα τρία πρώτα έτη (1ο έως 6ο εξάμηνο), υπάρχει μεγαλύτερος φόρτος στο τέταρτο (7ο και 8ο εξάμηνο) ενώ δεν υπάρχουν αρκετά στο πέμπτο έτος (9ο και 10ο εξάμηνο).



Διάγραμμα 1: Κατανομή μαθημάτων με εργαστήρια ανά έτος σπουδών

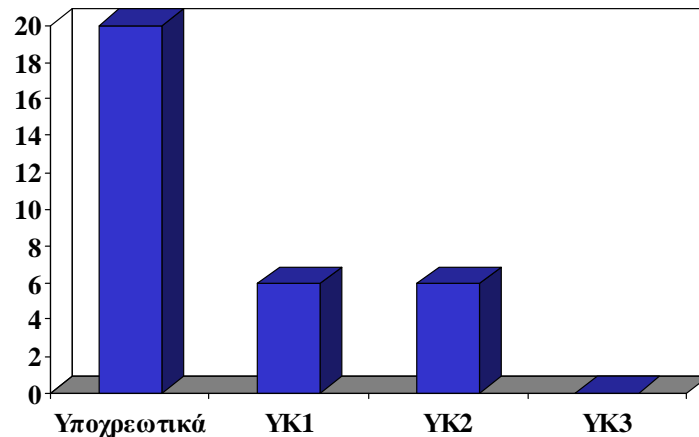
Ο ισοκαταμερισμός των εργαστηριακών μαθημάτων τα πρώτα χρόνια σπουδών είναι αναμενόμενος, τη στιγμή που οι φοιτητές στην περίοδο αυτή παίρνουν τις βασικές γνώσεις και έρχονται σε πρώτη επαφή με τον μηχανολογικό χαρακτήρα των σπουδών. Είναι λοιπόν αναγκαίο να αποκτούν μέσω των εργαστηρίων μια φυσική σύνδεση με όσα θεωρητικά τους παραδίδονται στο αμφιθέατρο. Αντίστοιχα στο 4ο έτος, οι φοιτητές είναι πιο ώριμοι, έχουν ήδη τις γνώσεις και είναι ικανοί να συνδυάσουν τη θεωρία με την πράξη, τα μαθήματα γίνονται καθαρά μηχανολογικά και επιλέγουν τον τομέα εξειδίκευσής τους ώστε αφενός είναι αναγκαίο να κατανοήσουν σε βάθος αυτά που θα τους είναι περισσότερο αναγκαία στην καριέρα τους αργότερα, αφετέρου μπορούν να αντεπεξέλθουν στον μεγαλύτερο φόρτο εργασίας ώστε να μην υποθάλπεται η σωστή εκπαίδευσή τους. Αντίστοιχα, στο πέμπτος έτος όπου υπάρχει τόσο ο

φόρτος της διπλωματικής εργασίας όσο και η πρακτική στην οποία απασχολούνται οι φοιτητές σε πραγματικές συνθήκες εργασίας τα εργαστηριακά μαθήματα ελαχιστοποιούνται.



Διάγραμμα 2: Κατανομή μαθημάτων με εργαστήρια ανά εξάμηνο σπουδών.

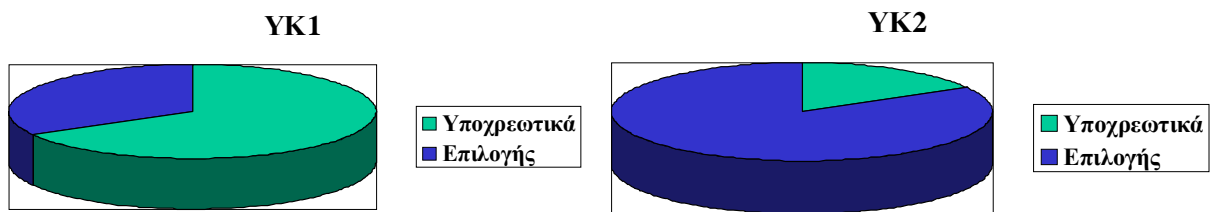
Βέβαια, ο παραπάνω μεγάλος αριθμός εργαστηριακών μαθημάτων στα εξάμηνα του 4ου έτους, μπορεί να μην είναι πραγματικός λόγω του γεγονότος ότι είναι συγκεντρωτικός για όλα τα μαθήματα, τόσο υποχρεωτικά (ακόμα και σε διαφορετικούς τομείς εξειδίκευσης) όσο και επιλογής και δεν τα παρακολουθούν όλοι οι φοιτητές. Έτσι, μπορεί να γίνει περαιτέρω διαχωρισμός ανάλογα με το πεδίο εφαρμογών των μαθημάτων και ειδικότερα, τον τομέα στον οποίο ανήκουν. Ειδικότερα, τα μαθήματα που προσφέρονται στον οδηγό σπουδών μπορούν να χωριστούν σε 2 κατηγορίες: σε αυτά τα οποία είναι γενικού ενδιαφέροντος και είναι υποχρεωτικά για όλους τους φοιτητές και στα μαθήματα ειδικότητας. Τα μαθήματα ειδικότητας μπορούν επίσης να χωριστούν σε υποχρεωτικά και μαθήματα επιλογής. Στο διάγραμμα 3 παρουσιάζεται η κατανομή των εργαστηριακών μαθημάτων ανάλογα με το είδος του μαθήματος. Ο τομέας ΥΚ1 είναι ο τομέας ενέργειας, βιομηχανικών διεργασιών και τεχνολογίας περιβάλλοντος, ο ΥΚ2 είναι ο τομέας μηχανικής, υλικών και κατεργασιών και ο ΥΚ3 ο τομέας οργάνωσης, παραγωγής και βιομηχανικής διοίκησης.



Διάγραμμα 3: Κατανομή μαθημάτων ανά τομέα

Παρατηρούμε ότι ο μεγαλύτερος αριθμός εργαστηρίων γίνεται σε υποχρεωτικά για όλους μαθήματα καθότι οι αποκτημένες γνώσεις θα αποβούν χρήσιμες ασχέτως την κατεύθυνση που θα ακολουθήσει ο κάθε φοιτητής. Όσον αφορά τους τομείς εξειδίκευσης, παρατηρούμε ότι οι τομείς ενέργειας και μηχανικής έχουν ίδιο αριθμό μαθημάτων με εργαστήρια ενώ ο τομέας διοίκησης δεν έχει κανένα μάθημα με εργαστήρια. Η έλλειψη εργαστηρίων στον τελευταίο τομέα θα μπορούσε να εξηγηθεί εν μέρει λόγω του χαρακτήρα των μαθημάτων που διδάσκονται και την δύσκολη προσομοίωση και πρακτική τους εφαρμογή εκτός των πραγματικών συνθηκών εργασίας.

Όπως προαναφέρθηκε, τα εργαστηριακά μαθήματα κατεύθυνσης παρακολουθούνται μόνο από τους φοιτητές που έχουν επιλέξει τον τομέα. Μια πιο σε βάθος ανάλυση δείχνει ότι στους τομείς υπάρχουν εργαστήρια σε υποχρεωτικά μαθήματα αλλά και σε επιλογής. Επομένως, σύμφωνα με το διάγραμμα 4, τα περισσότερα εργαστηριακά μαθήματα στον τομέα ενέργειας είναι υποχρεωτικά και παρακολουθούνται από όλους ενώ αντίθετα, στον τομέα μηχανικής τα περισσότερα εργαστήρια είναι σε μαθήματα επιλογής και θα παρακολουθηθούν μόνο από όσους τα επιλέξουν.



Διάγραμμα 4: Διαχωρισμός εργαστηρίων σε υποχρεωτικά και επιλογής μαθήματα ανά τομέα.

Σύμφωνα με την καταμέτρηση που αναφέρθηκε προηγουμένως, τα μαθήματα που έχουν εργαστήρια είναι περίπου το 41% του συνόλου των μαθημάτων, δηλαδή 32. Τα μαθήματα αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Εκτός από μαθήματα αυτά, εργαστήρια έχει και το μάθημα των Ταλαντώσεων. Παρόλα αυτά, στοιχεία για τα εργαστήρια του συγκεκριμένου μαθήματος δεν έχουν καταγραφεί διότι έγιναν για πρώτη φορά μετά το τέλος της έρευνας.

Στον ίδιο πίνακα φαίνεται και ο αριθμός των εργαστηρίων ανά μάθημα όπως και η μέση διάρκεια του κάθε εργαστηρίου. Στην πρώτη στήλη δίνεται ο κωδικός του μαθήματος. Όπως φαίνεται, υπάρχουν 4 εργαστηριακά μαθήματα στα οποία κάθε παράδοση είναι σε μορφή εργαστηρίου. Αυτά είναι τα «καθαρά εργαστηριακά» μαθήματα στα οποία αναφερθήκαμε στην αρχή της παραγράφου. Επίσης, έχουμε 6 μαθήματα τα οποία έχουν ένα εργαστήριο κάθε βδομάδα. Με άλλα λόγια, οι παραδόσεις των μαθημάτων αυτών είναι άμεσα συνδεδεμένες με την πρακτική εφαρμογή. Τα μαθήματα αυτά ανήκουν κατά κύριο λόγο στον τομέα της μηχανικής και τις εφαρμογές του. Τα υπόλοιπα μαθήματα έχουν από 1 έως 6 μαθήματα ανά εξάμηνο με σκοπό την ενίσχυση της διδασκαλίας και την επεξήγηση της παραδοτέας ύλης.

Στην τελευταία στήλη του πίνακα αναγράφεται η διάρκεια του κάθε εργαστηρίου. Σε αρκετά από τα μαθήματα τα εργαστήρια γίνονται στις καθορισμένες ώρες των παραδόσεων για την αποφυγή της περαιτέρω φόρτισης του προγράμματος των φοιτητών. Λογικό είναι λοιπόν ότι η

διάρκεια αυτών των εργαστηρίων είναι ίδια με αυτή της διδακτικής ώρας. Τα μαθήματα αυτά είναι μαθήματα με κυρίως υπολογιστικά εργαστήρια στα οποία είναι πιο εύκολο να καθοριστεί μικρή διάρκεια του εργαστηρίου ή ακόμα και διακοπή αυτού μέχρι την επόμενη παράδοση.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα μορφή εργαστηρίων, για την άμεση σύνδεση των θεωρητικών γνώσεων των φοιτητών με την πραγματικότητα της εργασίας του μηχανολόγου μηχανικού, είναι οι εκπαιδευτικές εκδρομές σε χώρους της βιομηχανίας. Τέτοιες εκδρομές πραγματοποιούνται στα πλαίσια του μαθήματος Στροβιλομηχανές και Τεχνολογία Βιομηχανικής Αντιρρύπανσης. Οι εκδρομές αυτές είναι συνήθως ημερήσιες και είναι πιθανών να γίνουν σε βιομηχανίες εκτός Βόλου.

Κωδικός	όνομα μαθήματος	αριθμός εργαστηρίων	διάρκεια εργαστηρίου
MM101	Εισαγωγή στους Η/Υ	εργαστηριακό μάθημα	όσο το μάθημα
MM102	Μηχανολογικό σχέδιο	εργαστηριακό μάθημα	όσο το μάθημα
MM103	Εισαγωγή στις μηχανουργικές κατεργασίες	6	3.5
MM105	Χημεία για μηχανικούς	6	2
MM201	Προγραμματισμός Η/Υ	εργαστηριακό μάθημα	όσο το μάθημα
MM202	Μηχανολογικό σχέδιο με Η/Υ	εργαστηριακό μάθημα	όσο το μάθημα
MM204	Θερμοδυναμική II	2	2
MM400	Διαφορικές εξισώσεις με μερικές παραγώγους	2	2
MM403	Μηχανική ρευστών I	2	1 με 2
MM404	Φυσική Μεταλλουργία	1/εβδομάδα	4
MM405	Ηλεκτρομαγνητισμός - οπτική	3	30-45min
MM503	Μετάδοση θερμότητας I	3	1
MM205	Ηλεκτροτεχνία - Ηλεκτρικές Μηχανές	1	2
MM603	Μηχανική ρευστών II	2	45min
MM610	Τεχνικές μετρήσεων στην ενεργειακή περιοχή	6	45min
MM620	Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων	1	όσο το μάθημα
	Ηλεκτρονική	4	1.5
MM703	Στροβιλομηχανές	2	ημερήσιες εκδρομές
MM710	Υπολογιστικές μέθοδοι στην ενεργειακή περιοχή	3	2
MM711	Ασυμπίεση & συμπίεση αεροδυναμική	2	45min
MM729	Χύτευση - συγκολλήσεις	1/εβδομάδα	1
MM740	Κατασκευή πτεγμάτων και συστήματα σχεδιασμού με Η/Υ	1/εβδομάδα	4ώρες/εβδομάδα
MM641	Προσομοίωση με μαθηματικά υπολογιστών	1/εβδομάδα	4ώρες/εβδομάδα
MM802	Μηχανές εσωτερικής καύσης	4	2
MM818	Προηγμένα συστήματα μετατροπής ενέργειας	2	2
MM825	Μηχατρονική	1/εβδομάδα	2+ώρες
MM826	Υπολογιστική δυναμική των μηχανικών συστημάτων	1/εβδομάδα	4ώρες/εβδομάδα
MM829	Τριβολογία	6	1.5
MM910	Θέρμανση - ψύξη - κλιματισμός	3	3
MM301	Αριθμητική Ανάλυση	5	2
MM501	Υπολογιστικές Μέθοδοι	3	2
MM900	Τεχνολογία βιομηχανικής αντιρρύπανσης	4	3 / εκδρομή

Πίνακας 1: Μαθήματα με εργαστήρια, αριθμός εργαστηρίων ανά μάθημα και διάρκεια εργαστηρίου.

Τα περισσότερα από τα παραπάνω εργαστήρια πραγματοποιούνται σε χώρους του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Παρόλα αυτά, τα εργαστήρια του μαθήματος Εισαγωγή στις Μηχανουργικές Κατεργασίες γίνονται σε

εξοπλισμένους χώρους του πολυκλαδικού λυκείου Βόλου, λόγω έλλειψης των απαραίτητων εργαλειομηχανών στο μηχανουργείο της σχολής. Επίσης τα εργαστήρια του μαθήματος της Μηχατρονικής γίνονται σε χώρους της βιομηχανίας.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα περισσότερα εργαστηριακά μαθήματα είναι υποχρεωτικά. Παρόλα αυτά, σε αρκετά από αυτά η παρακολούθηση των εργαστηρίων δεν είναι υποχρεωτική. Δεδομένα για το παραπάνω θέμα δίνονται στον πίνακα 2.

Κωδικός	όνομα μαθήματος	υποχρεωτικό εργαστήριο	υποχρεωτική τ.ε.
MM101	Εισαγωγή στους Η/Υ	όχι	όχι
MM102	Μηχανολογικό σχέδιο	όχι	όχι
MM103	Εισαγωγή στις μηχανουργικές κατεργασίες	ναι	όχι
MM105	Χημεία για μηχανικούς	ναι	όχι
MM201	Προγραμματισμός Η/Υ	όχι	όχι
MM202	Μηχανολογικό σχέδιο με Η/Υ	όχι	όχι
MM204	Θερμοδυναμική II	όχι	όχι
MM400	Διαφορικές εξισώσεις με μερικές παραγώγους	όχι	ναι
MM403	Μηχανική ρευστών I	ναι	ναι
MM404	Φυσική Μεταλλουργία	ναι	ναι
MM405	Ηλεκτρομαγνητισμός - οπτική	ναι	ναι
MM503	Μετάδοση θερμότητας I	ναι	ναι
MM205	Ηλεκτροτεχνία - Ηλεκτρικές Μηχανές	όχι	όχι
MM603	Μηχανική ρευστών II	όχι	ναι
MM610	Τεχνικές μετρήσεων στην ενεργειακή περιοχή	όχι	ναι
MM620	Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων	όχι	ναι
	Ηλεκτρονική	όχι	όχι
MM703	Στροβιλομηχανές	όχι	όχι
MM710	Υπολογιστικές μέθοδοι στην ενεργειακή περιοχή	όχι	ναι
MM711	Ασυμπίεση & συμπίεση αεροδυναμική	όχι	ναι
MM729	Χύτευση - συγκολλήσεις	όχι	ναι
MM740	Κατασκευή πλεγμάτων και συστήματα σχεδιασμού με Η/Υ	ναι	ναι
MM641	Προσομοίωση με μαθηματικά υπολογιστών	όχι	όχι
MM802	Μηχανές εσωτερικής καύσης	όχι	όχι
MM818	Προηγμένα συστήματα μετατροπής ενέργειας	ναι	ναι
MM825	Μηχατρονική	όχι	όχι
MM826	Υπολογιστική δυναμική των μηχανικών συστημάτων	όχι	ναι
MM829	Τριβολογία	όχι	όχι
MM910	Θέρμανση - ψύξη - κλιματισμός	όχι	όχι
MM301	Αριθμητική Ανάλυση	ναι	ναι
MM501	Υπολογιστικές Μέθοδοι	ναι	ναι
MM900	Τεχνολογία βιομηχανικής αντιρρόπησης	όχι	όχι

Πίνακας 2: Μαθήματα με υποχρεωτική παρακολούθηση εργαστηρίου – υποχρεωτική παράδοση τεχνικής έκθεσης.

Παρατηρούμε ότι το ποσοστό υποχρεωτικής παρακολούθησης ανέρχεται στο 36%. Μ' άλλα λόγια, στα περισσότερα μαθήματα οι φοιτητές έχουν την επιλογή να μην παρακολουθήσουν το εργαστήριο. Από την άλλη μεριά, σε περισσότερες από τις μισές περιπτώσεις είναι υποχρεωτική η παράδοση μιας τεχνικής εκθέσεως από τους φοιτητές με σκοπό την πλήρη

κατανόηση του εργαστηρίου από αυτούς που παρακολούθησαν αλλά και μια δεύτερη ευκαιρία για όσους δεν ασχολήθηκαν στο εργαστήριο ή την αίθουσα υπολογιστών.

Ένας σημαντικός παράγοντας για την καλύτερη κατανόηση των εργαστηρίων είναι η συμμετοχή των φοιτητών κατά τη διάρκεια. Βέβαια, για να είναι εφικτό αλλά και αποτελεσματικό αυτό καλό θα ήταν οι φοιτητές να είναι εκ του προτέρου ενημερωμένοι και προετοιμασμένοι για το εργαστήριο ώστε μην χάνεται πολύτιμος χρόνος κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου για επεξηγήσεις πάνω είτε στα θέματα της θεωρίας ή στα διαδικαστικά. Ένας τρόπος για να είναι προετοιμασμένοι οι φοιτητές είναι η αναφορά της διαδικασίας των εργαστηρίων κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Όμως στην περίπτωση αυτή μειώνονται οι ήδη περιορισμένες ώρες των διαλέξεων. Επομένως, ο πιο σωστός ίσως τρόπος είναι η διανομή μιας εκφώνησης στην οποία να γίνεται επανάληψη των βασικών σημείων της θεωρίας, να περιγράφονται και να εξηγούνται οι πειραματικές συσκευές ή οι πειραματικές μέθοδοι και να αναφέρεται η πειραματική διαδικασία και τα ζητούμενα κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της εργαστηριακής άσκησης. Αποτελέσματα για τα παραπάνω ζητούμενα παρουσιάζονται στον πίνακα 3.

Σύμφωνα με τις πληροφορίες που μας δίνει ο πίνακας 3, εκτός από τα εργαστήρια τα οποία γίνονται στα πλαίσια εκδρομών ή απλά επισκέψεων στη βιομηχανία, μόνο σε 1 άλλο μάθημα τα εργαστήρια είναι επιδείξεις και οι φοιτητές δεν συμμετέχουν καθόλου στην διαδικασία. Επίσης, 2 μαθήματα έχουν ένα από τα εργαστήρια τα οποία διδάσκονται σε αυτή τη μορφή. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις ο φοιτητής συμμετέχει στη διαδικασία του πειράματος με σκοπό την άμεση εξοικείωσή του με τις πειραματικές ή υπολογιστικές μεθόδους. Επίσης, σχεδόν σε όλα τα μαθήματα οι φοιτητές είναι προετοιμασμένοι για το εργαστήριο είτε με εκ των προτέρων διανομή της εκφώνησης της άσκησης ή με ανάλυση του εργαστηρίου θεωρητικά κατά τη διάρκεια των παραδόσεων ή σε κάποιες περιπτώσεις και με τα δυο. Κάποια από τα μαθήματα στα οποία δεν γίνεται εκ των προτέρων ενημέρωση το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι η παράδοση του αντίστοιχου θεωρητικού υπόβαθρου κρίνεται πιο χρήσιμο να γίνει παράλληλα με το εργαστήριο ώστε να είναι και άμεση η κατανόησή του.

Κωδικός	όνομα μαθήματος	συνέργια διδασκομένων	διανομή εκφώνησης
MM101	Εισαγωγή στους Η/Υ	ναι	όχι
MM102	Μηχανολογικό σχέδιο	ναι	όχι
MM103	Εισαγωγή στις μηχανουργικές κατεργασίες	ναι	ναι
MM105	Χημεία για μηχανικούς	ναι	ναι
MM201	Προγραμματισμός Η/Υ	ναι	όχι
MM202	Μηχανολογικό σχέδιο με Η/Υ	ναι	όχι
MM204	Θερμοδυναμική ΙΙ	ναι	όχι
MM400	Διαφορικές εξισώσεις με μερικές παραγώγους	ναι	ναι
MM403	Μηχανική ρευστών Ι	όχι/ναι	ναι
MM404	Φυσική Μεταλλουργία	ναι	ναι
MM405	Ηλεκτρομαγνητισμός - οπτική	ναι	ναι
MM503	Μετάδοση θερμότητας Ι	ναι	ναι
MM205	Ηλεκτροτεχνία - Ηλεκτρικές Μηχανές	όχι	όχι
MM603	Μηχανική ρευστών ΙΙ	ναι	ναι
MM610	Τεχνικές μετρήσεων στην ενεργειακή περιοχή	ναι	ναι
MM620	Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων	ναι	ναι
	Ηλεκτρονική	ναι	ναι
MM703	Στροβιλομηχανές	όχι	όχι
MM710	Υπολογιστικές μέθοδοι στην ενεργειακή περιοχή	ναι	ναι
MM711	Ασυμπίεση & συμπίεση αεροδυναμική	ναι	ναι
MM729	Χύτευση - συγκολλήσεις	ναι	ναι
MM740	Κατασκευή πλεγμάτων και συστήματα σχεδιασμού με Η/Υ	ναι	ναι
MM641	Προσομοίωση με μαθηματικά υπολογιστών	ναι	όχι
MM802	Μηχανές εσωτερικής καύσης	ναι	ναι
MM818	Προηγμένα συστήματα μετατροπής ενέργειας	όχι/ναι	ναι
MM825	Μηχατρονική	όχι	ναι
MM826	Υπολογιστική δυναμική των μηχανικών συστημάτων	ναι	ναι
MM829	Τριβολογία	ναι	όχι
MM910	Θέρμανση - ψύξη - κλιματισμός	ναι	ναι
MM301	Αριθμητική Ανάλυση	ναι	ναι
MM501	Υπολογιστικές Μέθοδοι	ναι	ναι
MM900	Τεχνολογία βιομηχανικής αντηρύπανσης	όχι/ναι	ναι

Πίνακας 3: Συνέργεια διδασκομένων – εκ των προτέρων προετοιμασία τους.

Σημαντικό στοιχείο είναι και το σε ποιο χρονικό σημείο κατά τη διάρκεια του εξαμήνου πραγματοποιούνται τα εργαστήρια. Πιο συγκεκριμένα, δεν είναι δυνατόν ένας φοιτητής να μπει στο εργαστήριο πριν αποκτήσει έστω και την πρώτη επαφή με τις βασικές αρχές και έννοιες του αντίστοιχου μαθήματος. Άλλωστε, αυτά θα κληθεί να εφαρμόσει κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου. Από την άλλη πλευρά, σε κάποιες περιπτώσεις είναι αναγκαίο να ολοκληρωθεί η ύλη του μαθήματος για να είναι σε θέση ο φοιτητής να καταλάβει, να συμμετάσχει και να αποδώσει σε αυτό. Τέλος υπάρχουν και περιπτώσεις που το πιο αποδοτικό είναι το εργαστήριο να γίνεται αμέσως μετά την παράδοση της αντίστοιχης θεωρητικής ενότητας ώστε να κατανοηθεί πλήρως και να μπορέσουν τα μέλη ΔΕΠ να προχωρήσουν σε πιο σύνθετα θέματα στις διαλέξεις τους. Ο χρόνος διεξαγωγής των εργαστηρίων παρουσιάζεται στον πίνακα 4.

Κωδικός	όνομα μαθήματος	χρόνος διεξαγωγής			
		αρχή	μέση	τέλος	κατανεμημένα
MM101	Εισαγωγή στους Η/Υ				x
MM102	Μηχανολογικό σχέδιο				x
MM103	Εισαγωγή στις μηχανουργικές καταργασίες				x
MM105	Χημεία για μηχανικούς			x	
MM201	Προγραμματισμός Η/Υ				x
MM202	Μηχανολογικό σχέδιο με Η/Υ				x
MM204	Θερμοδυναμική ΙΙ		x	x	
MM400	Διαφορικές εξισώσεις με μερικές παραγώγους		x	x	
MM403	Μηχανική ρευστών Ι		x	x	
MM404	Φυσική Μεταλλουργία				x
MM405	Ηλεκτρομαγνητισμός - οπτική				x
MM503	Μετάδοση θερμότητας Ι		x	x	
MM205	Ηλεκτροτεχνία - Ηλεκτρικές Μηχανές			x	
MM603	Μηχανική ρευστών ΙΙ			x	
MM610	Τεχνικές μετρήσεων στην ενεργειακή περιοχή		x	x	
MM620	Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων			x	
	Ηλεκτρονική		x	x	
MM703	Στροβιλομηχανές				
MM710	Υπολογιστικές μέθοδοι στην ενεργειακή περιοχή				x
MM711	Ασυμπίεση & συμπίεση αεροδυναμική			x	
MM729	Χύτευση - συγκολλήσεις				x
MM740	Κατασκευή πλεγμάτων και συστήματα σχεδιασμού με Η/Υ				x
MM641	Προσομοίωση με μαθηματικά υπολογιστών				x
MM802	Μηχανές εσωτερικής καύσης		x	x	
MM818	Προηγμένα συστήματα μετατροπής ενέργειας		x		
MM825	Μηχατρονική				x
MM826	Υπολογιστική δυναμική των μηχανικών συστημάτων				x
MM829	Τριβολογία				x
MM910	Θέρμανση - ψύξη - κλιματισμός				x
MM301	Αριθμητική Ανάλυση				x
MM501	Υπολογιστικές Μέθοδοι				x
MM900	Τεχνολογία βιομηχανικής αντιρρύπανσης		x	x	

Πίνακας 4: Κατανομή εργαστηρίων κατά τη διάρκεια του εξαμήνου.

Τα καθαρά εργαστηριακά μαθήματα καθώς και αυτά τα οποία έχουν ένα εργαστήριο ανά εβδομάδα είναι έχουν προφανώς κατανεμημένα εργαστήρια κατά τη διάρκεια του διδακτικού εξαμήνου. Για τα υπόλοιπα βλέπουμε ότι σε καμία περίπτωση δεν έχουμε εργαστήριο στις πρώτες βδομάδες του εξαμήνου. Το γεγονός αυτό είναι λογικό λόγω της αναγκαιότητας να διδαχθούν πρώτα οι φοιτητές τις βασικές αρχές του μαθήματος, να εξοικειωθούν με αυτές και μετά να προσπαθήσουν να τις εφαρμόσουν στην πράξη. Μάλιστα, παρατηρείται ότι στις περισσότερες περιπτώσεις τα εργαστήρια συσσωρεύονται στις τελευταίες εβδομάδες του εξαμήνου.

Ένας διαχωρισμός που μπορεί να γίνει μεταξύ των εργαστηριακών ασκήσεων είναι το αν στηρίζονται σε βασικές αρχές του μαθήματος ή αν

είναι συνθετικές, δηλαδή αν συνδυάζουν περισσότερα του ενός φαινομένων που αναλύονται στη θεωρία.

Κωδικός	όνομα μαθήματος	βασικές αρχές	συνθετική
MM103	Εισαγωγή στις μηχανουργικές κατεργασίες		x
MM105	Χημεία για μηχανικούς	x	
MM204	Θερμοδυναμική II	x	
MM400	Διαφορικές εξισώσεις με μερικές παραγώγους	x	x
MM403	Μηχανική ρευστών I	x	
MM404	Φυσική Μεταλλουργία		x
MM405	Ηλεκτρομαγνητισμός - οπτική	x	x
MM503	Μετάδοση θερμότητας I	x	
MM205	Ηλεκτροτεχνία - Ηλεκτρικές Μηχανές		
MM603	Μηχανική ρευστών II	x	
MM610	Τεχνικές μετρήσεων στην ενεργειακή περιοχή		x
MM620	Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων		x
	Ηλεκτρονική	x	
MM710	Υπολογιστικές μέθοδοι στην ενεργειακή περιοχή	x	x
MM711	Ασυμπίεση & συμπίεση αεροδυναμική	x	
MM729	Χύτευση - συγκολλήσεις	x	
MM740	Κατασκευή πλεγμάτων και συστήματα σχεδιασμού με Η/Υ	x	
MM641	Προσομοίωση με μαθηματικά υπολογιστών	x	x
MM802	Μηχανές εσωτερικής καύσης		x
MM818	Προηγμένα συστήματα μετατροπής ενέργειας		x
MM825	Μηχατρονική		x
MM826	Υπολογιστική δυναμική των μηχανικών συστημάτων		x
MM829	Τριβολογία		x
MM910	Θέρμανση - ψύξη - κλιματισμός		x
MM301	Αριθμητική Ανάλυση	x	
MM501	Υπολογιστικές Μέθοδοι	x	
MM900	Τεχνολογία βιομηχανικής αντιρρύπανσης	x	

Πίνακας 5: Εργαστήρια που στηρίζονται σε βασικές αρχές – συνθετικά εργαστήρια.

Έτσι, τα εργαστήρια μπορούν να χωριστούν σε δυο κατηγορίες ανάλογα με το αν βασίζονται σε βασικές αρχές και νόμους που σχετίζονται με το μάθημα ή αν είναι συνθετικά. Σύμφωνα με τον πίνακα 5 τα εργαστήρια είναι ισοκατανεμημένα στις 2 αυτές κατηγορίες. Είναι μάλιστα χαρακτηριστικό ότι η πλειονότητα των συνθετικών εργαστηρίων δεν βρίσκεται στα πρώτα έτη σπουδών αλλά στα τελευταία όπου οι φοιτητές έχουν αναπτύξει περισσότερο την ικανότητά τους να σκέφτονται συνθετικά. Το γεγονός ότι σε κάποια από τα μαθήματα παρατηρούμε να έχουν τσεκαριστεί και οι δύο επιλογές οφείλεται στο ότι μπορεί κάποιες από τις εργαστηριακές ασκήσεις να είναι βασισμένες σε βασικές αρχές και άλλες να είναι συνθετικές. Από τον πίνακα λείπουν τα καθαρά εργαστηριακά

μαθήματα καθώς και το μάθημα των Στοβιλομηχανών στο οποίο τα εργαστήρια είναι σε μορφή ημερήσιων εκδρομών για ευνόητους λόγους.

Για τη σωστή διεξαγωγή των εργαστηρίων δεν είναι απαραίτητη μόνο η γνώση και κατανόηση της θεωρίας του μαθήματος. Σε πολλές περιπτώσεις είναι απαραίτητες και γνώσεις από άλλα μαθήματα. Έτσι για παράδειγμα η στατιστική μπορεί να μην είναι προαπαιτούμενο για την θεωρία ενός μαθήματος αλλά για την παράδοση της τεχνικής εκθέσεως εργαστηρίου του μαθήματος να απαιτείται στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Τα προαπαιτούμενα μαθήματα για την διεξαγωγή των εργαστηρίων μπορεί να είναι είτε βασικά μαθήματα γενικής γνώσης ή καθαρά μηχανολογικά μαθήματα.

Με βάση λοιπόν, την παραπάνω παρατήρηση, τα εργαστήρια μπορούν να χωριστούν σε δυο κατηγορίες ανάλογα με το είδος των προαπαιτούμενων γνώσεων που πρέπει να κατέχει ένας φοιτητής ώστε να είναι ικανός να συμμετάσχει στο εργαστήριο και να αποκομίσει τη μέγιστη δυνατή πληροφορία. Οι γνώσεις αυτές μπορεί να προφέρονται είτε σε βασικά μαθήματα ή σε καθαρά μηχανολογικά μαθήματα. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα 6, τα περισσότερα μαθήματα προαπαιτούν μηχανολογικές γνώσεις γεγονός αναμενόμενο αφού, όπως αναφέρθηκε και στην αρχή της τεχνικής αυτής εκθέσεως, ζητούμενο από αυτά τα εργαστήρια είναι να εξοικειώσουν τους φοιτητές όσο το δυνατόν περισσότερο, με την δουλειά του μηχανολόγου μηχανικού. Σε κάποια από τα εργαστήρια είναι απαραίτητη η καλή γνώση και βασικών αλλά και καθαρά μηχανολογικών μαθημάτων.

Κωδικός	όνομα μαθήματος	προαπαιτούμενα	
		βασικά	μηχανολογικά
MM103	Εισαγωγή στις μηχανουργικές κατεργασίες		x
MM105	Χημεία για μηχανικούς	x	
MM204	Θερμοδυναμική II		x
MM400	Διαφορικές εξισώσεις με μερικές παραγώγους	x	
MM403	Μηχανική ρευστών I	x	x
MM404	Φυσική Μεταλλουργία		x
MM405	Ηλεκτρομαγνητισμός - οπτική	x	
MM503	Μετάδοση θερμότητας I	x	
MM205	Ηλεκτροτεχνία - Ηλεκτρικές Μηχανές		x
MM603	Μηχανική ρευστών II		x
MM610	Τεχνικές μετρήσεων στην ενεργειακή περιοχή		x
MM620	Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων		x
	Ηλεκτρονική		x
MM710	Υπολογιστικές μέθοδοι στην ενεργειακή περιοχή	x	
MM711	Ασυμπίεστη & συμπίεστη αεροδυναμική		x
MM729	Χύτευση - συγκολλήσεις		x
MM740	Κατασκευή πλεγμάτων και συστήματα σχεδιασμού με Η/Υ	x	x
MM641	Προσομοίωση με μαθηματικά υπολογιστών	x	x
MM802	Μηχανές εσωτερικής καύσης		x
MM818	Προηγμένα συστήματα μετατροπής ενέργειας	x	x
MM825	Μηχατρονική		x
MM826	Υπολογιστική δυναμική των μηχανικών συστημάτων	x	x
MM829	Τριβολογία	x	
MM910	Θέρμανση - ψύξη - κλιματισμός		x
MM301	Αριθμητική Ανάλυση	x	
MM501	Υπολογιστικές Μέθοδοι	x	
MM900	Τεχνολογία βιομηχανικής ανπρρύπανσης	x	

Πίνακας 6: Εργαστήρια που στηρίζονται σε βασικά – μηχανολογικά μαθήματα.

Όπως αναφέρθηκε σε διάφορες περιπτώσεις, ότι στα περισσότερα εργαστήρια είναι υποχρεωτική η παράδοση τεχνικής εκθέσεως η οποία αφενός θα αποδεικνύει ότι οι φοιτητές κατανόησαν τη διαδικασία του εργαστηρίου αφετέρου θα τους δίνει μια ακόμα ευκαιρία περαιτέρω τριβής πάνω στο θέμα με το οποίο ασχολήθηκαν. Τα ζητούμενα στην τεχνική έκθεση μπορεί να είναι:

- α. υπολογισμοί και διατύπωση απαντήσεων
- β. συζήτηση αποτελεσμάτων
- γ. διατύπωση συμπερασμάτων
- δ. εντοπισμός δυσλειτουργιών και λαθών
- ε. εκτίμηση της στατιστικής αξιοπιστίας και σημασία των αποτελεσμάτων

Κωδικός	όνομα μαθήματος	ζητούμενα στην τ.ε				
		α	β	γ	δ	ε
MM101	Εισαγωγή στους Η/Υ					
MM102	Μηχανολογικό σχέδιο					
MM103	Εισαγωγή στις μηχανουργικές κατεργασίες				x	
MM105	Χημεία για μηχανικούς	x	x			
MM201	Προγραμματισμός Η/Υ					
MM202	Μηχανολογικό σχέδιο με Η/Υ					
MM204	Θερμοδυναμική ΙΙ	x	x	x	x	
MM400	Διαφορικές εξισώσεις με μερικές παραγώγους	x	x			
MM403	Μηχανική ρευστών Ι	x	x	x	x	
MM404	Φυσική Μεταλλουργία	x	x	x	x	
MM405	Ηλεκτρομαγνητισμός - οπτική	x	x	x	x	x
MM503	Μετάδοση θερμότητας Ι	x	x	x		
MM205	Ηλεκτροτεχνία - Ηλεκτρικές Μηχανές					
MM603	Μηχανική ρευστών ΙΙ	x	x	x	x	x
MM610	Τεχνικές μετρήσεων στην ενεργειακή περιοχή	x	x	x	x	x
MM620	Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων		x	x		
	Ηλεκτρονική					
MM703	Στροβιλομηχανές					
MM710	Υπολογιστικές μέθοδοι στην ενεργειακή περιοχή	x	x	x	x	
MM711	Ασυμπίεση & συμπίεση αεροδυναμική	x	x	x	x	
MM729	Χύτευση - συγκολλήσεις		x	x	x	
MM740	Κατασκευή πλεγμάτων και συστήματα σχεδιασμού με Η/Υ					
MM641	Προσομοίωση με μαθηματικά υπολογιστών					
MM802	Μηχανές εσωτερικής καύσης	x	x	x		
MM818	Προηγμένα συστήματα μετατροπής ενέργειας	x	x	x	x	x
MM825	Μηχατρονική					
MM826	Υπολογιστική δυναμική των μηχανικών συστημάτων					
MM829	Τριβολογία	x	x	x		x
MM910	Θέρμανση - ψύξη - κλιματισμός	x	x	x	x	
MM301	Αριθμητική Ανάλυση	x	x	x	x	x
MM501	Υπολογιστικές Μέθοδοι	x	x	x	x	x
MM900	Τεχνολογία βιομηχανικής αντηρύπανσης	x	x	x		

Πίνακας 7: Ζητούμενα στις τεχνικές εκθέσεις.

Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται τα ζητούμενα στις τεχνικές εκθέσεις των εργαστηρίων. Παρατηρούμε ότι σε όλες τις περιπτώσεις οι τεχνικές εκθέσεις απαιτούν πολύπλευρη ανάλυση των δεδομένων και των εργαστηριακών αποτελεσμάτων. Εδώ πρέπει να προσθέσουμε ότι στο μάθημα Ηλεκτρομαγνητισμός και Οπτική ένα επιπλέον ζητούμενο είναι η αναζήτηση κάποιων στοιχείων στην βιβλιογραφία.

Τέλος, ένα από τα σημαντικότερα θέματα που θα καθορίσουν την ενίσχυση της εργαστηριακής μορφής των μαθημάτων είναι το κόστος δημιουργίας νέων εργαστηρίων στα πλαίσια των μαθημάτων. Για να πάρουμε μια πρώτη εντύπωση για το κόστος τόσο κατασκευής νέων εργαστηρίων όσο και το κόστος λειτουργίας και συντήρησής τους

ανατρέξαμε στις ανάλογες πληροφορίες για τα ήδη υπάρχοντα εργαστήρια. Με κάποιους πρόχειρους υπολογισμούς τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 8.

Κωδικός	όνομα μαθήματος	κόστος εξοπλ./λογισμ.	κόστος αναλωσώνων
MM101	Εισαγωγή στους Η/Υ	άγνωστο	0 €
MM102	Μηχανολογικό σχέδιο	άγνωστο	άγνωστο
MM103	Εισαγωγή στις μηχανουργικές κατεργασίες	3,000 €	50€/εξάμηνο
MM105	Χημεία για μηχανικούς	άγνωστο	100€/εξάμηνο
MM201	Προγραμματισμός Η/Υ	άγνωστο	0 €
MM202	Μηχανολογικό σχέδιο με Η/Υ	άγνωστο	0 €
MM204	Θερμοδυναμική II	5,000 €	50€/εργαστήριο
MM400	Διαφορικές εξισώσεις με μερικές παραγώγους	0 €	0 €
MM403	Μηχανική ρευστών I	75,000 €	0 €
MM404	Φυσική Μεταλλουργία	45,000 €	500€/εξάμηνο
MM405	Ηλεκτρομαγνητισμός - οπτική	1,000 €	0 €
MM503	Μετάδοση θερμότητας I	7,000 €	50€/εξάμηνο
MM205	Ηλεκτροτεχνία - Ηλεκτρικές Μηχανές	άγνωστο	0 €
MM603	Μηχανική ρευστών II	200-1000€	25 €
MM610	Τεχνικές μετρήσεων στην ενεργειακή περιοχή	1000-20000€	50 €
MM620	Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων	0 €	0 €
	Ηλεκτρονική	3,000 €	100€/εξάμηνο
MM703	Στροβιλομηχανές	0 €	0 €
MM710	Υπολογιστικές μέθοδοι στην ενεργειακή περιοχή	11,500 €	0 €
MM711	Ασυμπίεση & συμπίεση αεροδυναμική	4.000-10.000€	50 €
MM729	Χύτευση - συγκολλήσεις	75,000 €	50 €
MM740	Κατασκευή πλεγμάτων και συστήματα σχεδιασμού με Η/Υ	άγνωστο	2.400+ΦΠΑ/χρόνο
MM641	Προσομοίωση με μαθηματικά υπολογιστών	0 €	0 €
MM802	Μηχανές εσωτερικής καύσης	100 €	100 €
MM818	Προηγμένα συστήματα μετατροπής ενέργειας	>60.000€	?
MM825	Μηχατρονική	?	0 €
MM826	Υπολογιστική δυναμική των μηχανικών συστημάτων	0 €	0 €
MM829	Τριβολογία	?	0 €
MM910	Θέρμανση - ψύξη - κλιματισμός	10,000 €	100 €
MM301	Αριθμητική Ανάλυση	0 €	0 €
MM501	Υπολογιστικές Μέθοδοι	0 €	0 €
MM900	Τεχνολογία βιομηχανικής αντιρρύπανσης	10,000 €	100 €

Πίνακας 8: Κόστος κατασκευής και συντήρησης - λειτουργίας των εργαστηρίων.

3. Καταγραφή υπάρχουσας κατάστασης σε άλλα πανεπιστήμια.

Τα δεδομένα τα οποία συγκεντρώθηκαν μπορούν να δώσουν αρκετά στοιχεία για την εργαστηριακή μορφή των μαθημάτων. Για να είναι όμως πιο γόνιμα τα συμπεράσματα τα οποία θα προκύψουν από αυτή την καταγραφή είναι καλό να γίνει και μια σύγκριση της πραγματικότητας του ΤΜΜΒ με άλλα αντίστοιχα τμήματα σε πανεπιστήμια του διεθνή χώρου τα οποία έχουν ήδη εδραιωθεί ως τα καλύτερα στον τομέα της μηχανολογίας. Μοναδική πηγή πληροφοριών για τα παραπάνω είναι το internet και πιο

συγκεκριμένα οι ιστοσελίδες των πανεπιστημίων. Έγινε μια προσπάθεια να συγκεντρωθούν δεδομένα από διάσημα πανεπιστήμια τόσο της Ευρώπης όσο και της Αμερικής. Δυστυχώς σε αρκετές περιπτώσεις όπως π.χ. του Buffalo ή της Urbana δεν έδιναν καθόλου στοιχεία για τα μαθήματα ή άλλα όπως το MIT δεν επέτρεπαν την πρόσβαση. Επίσης, όσον αφορά κάποια Ευρωπαϊκά πανεπιστήμια όπως το Aache, το ETH και το Berne University of Applied Sciences δεν έδιναν πληροφορίες στα αγγλικά και δεν ήταν δυνατή η συλλογή τους. Πληροφορίες, λοιπόν, συγκεντρώθηκαν για άλλα πανεπιστήμια όπως το Imperial College of London το Berkley, το UCLA, το CalTech το Columbia και το Yale.

Ένα δεδομένο το οποίο εύκολα ανακτάται από τις πληροφορίες που παρέχονται στις διάφορες ιστοσελίδες είναι το ποσοστό επί του συνόλου των μαθημάτων που έχουν εργαστήρια. Έτσι, το Imperial παρουσιάζεται να έχει ένα πολύ μεγάλο ποσοστό εργαστηριακών μαθημάτων (55%). Το αντίστοιχο ποσοστό στα υπόλοιπα πανεπιστήμια φαίνεται να είναι αρκετά μικρότερο. Πιο συγκεκριμένα, στο Berkley το 30% των μαθημάτων έχουν εργαστήρια ή είναι καθαρά εργαστηριακά, στο UCLA το 28% ενώ το Columbia έχει μόνο 25% εργαστηριακά μαθήματα. Από τα παραπάνω παρατηρούμε ότι ο αριθμός των εργαστηριακών μαθημάτων είναι αρκετά καλός στο πανεπιστήμιό μας σε σχέση με τα άλλα τμήματα.

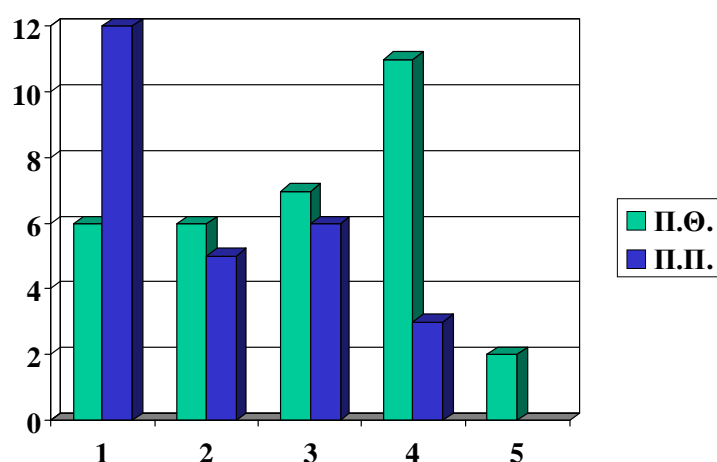
Ένα άλλο φαινόμενο το οποίο παρατηρείται σε όλα τα ερευνηθέντα πανεπιστήμια είναι η ύπαρξη εργαστηριακών μαθημάτων. Με τον όρο αυτό δεν εννοούμε τα καθαρά εργαστηριακά μαθήματα τα οποία αναφέρθηκαν και στο τμήμα. Αντίθετα, τα εργαστήρια τα οποία έχουν ενισχυτική μορφή στο πρόγραμμα σπουδών του TMMB στην περίπτωση των άλλων πανεπιστημίων αποτελούν ξεχωριστό μάθημα, με ξεχωριστή εξέταση και βαθμό.

Επίσης, το Imperial παρουσιάζει τις εκπαιδευτικές εκδρομές στη βιομηχανία ως ένα βασικό κομμάτι της εκπαίδευσης των φοιτητών τα δύο πρώτα χρόνια των σπουδών τους.

Συγχρόνως, σε ορισμένα από τα πανεπιστήμια, είναι υποχρεωτική η παρακολούθηση μαθημάτων όπως "report writing" ή "oral communication" τα οποία δεν είναι εργαστηριακά αλλά κρίνονται αναγκαία για την σωστή σύνταξη των τεχνικών αναφορών αλλά και της προφορικής σε πολλές περιπτώσεις παρουσίασης και εξέτασης των αποτελεσμάτων των

εργαστηρίων. Τα μαθήματα αυτά δεν είναι αντίστοιχης διάρκειας με τα υπόλοιπα ώστε να μην επιβαρύνουν το πρόγραμμα σπουδών (στο Imperial γίνονται 1 ώρα διάλεξη (lecture) και 4 ώρες πρακτική (practical)).

Τέλος, έγινε σύγκριση της εργαστηριακότητας των μαθημάτων του τμήματος με την αντίστοιχη ενός άλλου Ελληνικού Πανεπιστημίου το οποίο λειτουργεί περισσότερα από τα διπλάσια χρόνια και έχει ποιο κατασταλαγμένο πρόγραμμα σπουδών, του τμήματος Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης παρουσιάζονται στο διάγραμμα 5.



Διάγραμμα 5: Αριθμός μαθημάτων ανά έτος στα τμήματα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Π.Θ. ■) και του Πανεπιστημίου Πατρών (Π.Π. ■)

Όπως εύκολα μπορούμε να παρατηρήσουμε στο διάγραμμα το Π.Π. έχει σε σύνολο λιγότερα μαθήματα με εργαστήρια από ότι το Π.Θ. Επίσης το ποσοστό τους στο σύνολο είναι ακόμα μικρότερο αν λάβουμε υπόψη το γεγονός ότι το Π.Π. έχει περισσότερα μαθήματα στο πρόγραμμα σπουδών από το Π.Θ. Και η κατανομή των εργαστηριακών μαθημάτων διαφέρει στα δύο τμήματα. Το Π.Π. έχει τα περισσότερα μαθήματα στο πρώτο έτος σπουδών όπου οι φοιτητές έρχονται σε επαφή με τα θέματα της σχολής ενώ αντίθετα το Π.Θ. τα έχει στο 4 όπου οι φοιτητές είναι πιο ώριμοι.

4. Καταγραφή των απόψεων των αποφοίτων για τον εργαστηριακό χαρακτήρα του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του ΤΜΜΒ.

Μέσα στα πλαίσια της αναμόρφωσης του προγράμματος σπουδών ζητήθηκε η άποψη των αποφοίτων του ΤΜΜΒ οι οποίοι μπορούν πλέον να κρίνουν από ίδια πείρα το κατά πόσο συνδέονται οι σπουδές με τις απαιτήσεις της δουλειάς του Μηχανολόγου. Οι πληροφορίες συγκεντρώθηκαν μέσω ερωτηματολογίου το οποίο μοιράσθηκε και συμπληρώθηκε από τους αποφοίτους. Τα ερωτηματολόγια απαντήθηκαν από το 30% των αποφοίτων.

Είναι χαρακτηριστικό, ότι το 68,4% των αποφοίτων που συμπλήρωσαν τα ερωτηματολόγια ανέφεραν ότι το τμήμα παρουσιάζει αδυναμία στα εργαστήρια. Σε αντίστοιχη ερώτηση που τους ζητήθηκε να προτείνουν νέα μαθήματα τα οποία μπορούν να βοηθήσουν τους υποψήφιους μηχανικούς για την καριέρα τους αργότερα, μία από τις 10 προτάσεις ήταν «νέα εργαστηριακά μαθήματα». Μάλιστα, η απάντηση αυτή ήταν η τρίτη δημοφιλέστερη (ισοψηφώντας και με άλλες). Τέλος, αξίζει να αναφέρουμε ότι σε στις γενικότερες προτάσεις των φοιτητών για την αναμόρφωση του τμήματος και του προγράμματος σπουδών η ιδέα της εισαγωγής περισσότερων εργαστηριακών – πρακτικών μαθημάτων αναφέρθηκε με ποσοστό 15%, το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό.

Αντίστοιχη έρευνα είναι αναγκαίο να γίνει και στους ενεργούς φοιτητές οι οποίοι βιώνουν την παρούσα κατάσταση στα εργαστήρια του τμήματος και μπορούν να εντοπίσουν τις ατέλειές της.

5. Σχολιασμός αποτελεσμάτων και επισήμανση αδύνατων σημείων για βελτίωση.

Τα παραπάνω στοιχεία δίνουν μια γενικότερη ιδέα για την κατάσταση των εργαστηριακών μαθημάτων στο τμήμα. Σύγκριση με άλλα πανεπιστήμια έδειξε ότι ήδη έχει γίνει μια αρκετά καλή προσπάθεια προς αυτή την κατεύθυνση. Από την άλλη πλευρά, όπως άλλωστε επισημαίνουν και οι απόφοιτοι φοιτητές του τμήματος, μπορούν να γίνουν αρκετές βελτιώσεις ώστε να γίνουν όσο το δυνατότερο αποδοτικά τα εργαστήρια και να δίνουν στους φοιτητές τις αναγκαίες πρακτικές γνώσεις που θα τον βοηθήσουν

αργότερα στην σταδιοδρομία τους. Με άλλα λόγια, είναι αναγκαίος ο εντοπισμός των αδύνατων σημείων και των ελαττωμάτων που πιθανών να έχει ο τρόπος εκπόνησης των εργαστηρίων και γενικότερα το πρόγραμμα σπουδών που αφορά τα εργαστηριακά μαθήματα, με σκοπό την βελτίωσή του.

Μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι ότι ο αριθμός των εργαστηρίων στα πρώτα δύο έτη είναι σχετικά μικρός σε σχέση με αυτά του 3ου και 4ου έτους. Μήπως πρέπει να γίνει ο καταμερισμός των εργαστηριακών μαθημάτων με διαφορετικό τρόπο ώστε να μην έχουν μεγάλο φόρτο εργασίας οι φοιτητές και δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν; Από τη άλλη δεν μπορεί κάποιο εργαστήριο να γίνει πριν οι φοιτητές παρακολουθήσουν άλλα μαθήματα τα οποία δίνουν αναγκαίες γνώσεις για να μπορέσει να συμμετάσχουν σε αυτό. Δημιουργείται το ερώτημα λοιπόν, είναι χρονικά σωστά τοποθετημένα όσον αφορά τα προαπαιτούμενα μαθήματα;

Επίσης ο καταμερισμός των εργαστηρίων πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να έχουν ήδη οι φοιτητές παρακολουθήσει τα προαπαιτούμενα μαθήματα ώστε να είναι όσο πιο εύκολη και αποδοτική η συμμετοχή τους στα εργαστήρια.

Ένα άλλο πρόβλημα το οποίο παρατηρείται, όχι μέσα από τα προηγούμενα στοιχεία αλλά από την προσεκτική μελέτη των τεχνικών αναφορών που παραδίδονται είναι η αντιγραφή. Πως θα μπορέσει να αντιμετωπιστεί ένα τέτοιο πρόβλημα; Και ακόμα περισσότερο, πως μπορεί να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο της μη συμμετοχής κάποιων φοιτητών στην συγγραφή της τεχνικής εκθέσεως στην περίπτωση της ομαδικής εργασίας;

Προβλήματα σαν αυτά που προαναφέρθηκαν αλλά και ένα γενικότερο πλάνο για την αναβάθμιση της εργαστηριακότητας του προγράμματος σπουδών του ΤΜΜΒ έγινε μέσα στα πλαίσια του πακέτου 1 της αναμόρφωσης του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών. Οι προτεινόμενες προτάσεις για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού παρουσιάζονται στο παρακάτω κεφάλαιο.

6. Συνιστώμενες κατευθύνσεις εμπλουτισμού εργαστηριακού χαρακτήρα – πιλοτική έκθεση

Στα πλαίσια της δράσης για τον εμπλουτισμό της εργαστηριακής μορφής του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών, έγινε σύνθεση των αποτελεσμάτων της προηγούμενης δράσης και διατυπώνονται παραπέρα προτάσεις επέμβασης για βελτίωση σε υπάρχοντα μαθήματα. Με βάση την εμπειρία από την προηγούμενη δράση, αποφασίστηκε να μην προωθηθούν προτάσεις για δημιουργία επιπλέον αμιγώς εργαστηριακών μαθημάτων. Αντίθετα, υπερισχύει η άποψη ότι πρέπει να ενισχυθεί η εργαστηριακή συνιστώσα ως ενισχυτική μέθοδος διδασκαλίας των μαθημάτων με σκοπό την καλύτερη κατανόησή τους από τους φοιτητές και την σύνδεση του μαθήματος με την φυσική και πρακτική σημασία της θεωρίας.

Αρχικά, μπορούμε να αναφέρουμε ότι βασικές ελλείψεις εντοπίζονται στο περιεχόμενο των εργαστηρίων. Έτσι, για παράδειγμα οι φοιτητές στα εργαστήρια καλούνται να χρησιμοποιήσουν κάποια όργανα μέτρησης. Σκόπιμο λοιπόν θα ήταν να αφιερώνονταν κάποιες ώρες στα πρώτα εξάμηνα σπουδών στις οποίες θα δινόταν η ευκαιρία στους φοιτητές να γνωρίσουν τα όργανα μέτρησης, να κάνουν κάποιες μετρήσεις με αυτά με σκοπό και μόνο να αποκτήσουν ευχέρεια στην χρήση τους. Από την παραπάνω παρατήρηση, φαίνεται και η αναγκαιότητα να υπάρχει και ο κατάλληλος εξοπλισμός για να μπορούν όλοι οι φοιτητές να συμμετάσχουν στα εργαστήρια και να δουλεύουν με τα διάφορα όργανα μέτρησης ώστε να εξοικειώνονται και να μαθαίνουν καλύτερα. Με άλλα λόγια η ιδέα των εργαστηρίων επίδειξης να μειωθεί όσο είναι δυνατόν.

Βέβαια, παρόλο την ύπαρξη καλών προθέσεων από τους διδάσκοντες για την ενίσχυση της εργαστηριακότητας των μαθημάτων, η βασικότερη συνιστώσα που μπορεί να οδηγήσει στα επιθυμητά αποτελέσματα είναι η ύπαρξη του κατάλληλου εργαστηριακού εξοπλισμού για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών. Με βάση τις επιμέρους συνεισφορές που ζητήθηκαν από τα Εργαστήρια του Τμήματος, παρατίθενται παρακάτω οι κάποιες από τις επιπλέον συσκευές που απαιτούνται για την αποδοτικότερη διεξαγωγή των μαθημάτων, οι οποίες θα επιδιωχθεί να αγοραστούν με συμπληρωματική χρηματοδότηση από ΕΤΠΑ: Θερμογραφική κάμερα για την εκπαίδευση σε θερμοροϊκά φαινόμενα (μηχανές εσωτερικής καύσης, μετάδοση θερμότητας, εναλλάκτες θερμότητας, ρευστομηχανική

πτερυγίων, κλιματισμό), ενεργειακή συμπεριφορά κτιρίων και άλλων κατασκευών, σύστημα αεροσυμπιεστή - αεριοστροβίλου - πέδης για την εκπαίδευση σε στροβιλομηχανές, θερμικές μηχανές, θερμοηλεκτρικούς σταθμούς, συμπιεστές ροές, τελειοποίηση συστήματος δοκιμαστηρίου λεβήτων - μέτρηση Βαθμού Απόδοσης Λεβήτων, τελειοποίηση συστήματος υδροσήραγγας, σύστημα θερμίστορας με ενισχυτή για την εκπαίδευση σε θερμοροϊκά συστήματα υγρών φάσεων, υλικοτεχνική υποστήριξη για την αποπεράτωση της ημιτελούς υπερηχητικής αεροσήραγγας για εκπαίδευση σε συμπιεστές ροές, ψυκτικός θάλαμος 10 m³ που θα υποβοηθάει στην διδασκαλία Βιομηχανικής Ψύξης - Ελεγχόμενες Ατμόσφαιρες για συντήρηση φρούτων και οπωροκηπευτικών κτλ.). Ο παραπάνω αναγκαίος εξοπλισμός αφορά μόνο τον τομέα ενέργειας. Ανάλογες απαιτήσεις υπάρχουν και στους άλλους τομείς. Βέβαια, για την κάλυψη επιμέρους αναγκών καλό είναι να αξιοποιηθεί ο ήδη υπάρχων εξοπλισμός του πανεπιστημίου σε άλλα τμήματα αλλά και ο εξοπλισμός εκτός πανεπιστημίου (π.χ. πολυκλαδικού λυκείου – δημόσιου ΙΕΚ).

Ένα αναμφισβήτητο γεγονός της σημερινής πραγματικότητας είναι η πρόοδος της τεχνολογίας. Σκόπιμο λοιπόν είναι να γίνει μια αναβάθμιση των ήδη διδασκομένων εργαστηρίων με έμφαση στην εισαγωγή νέων τεχνολογιών πληροφορικής οι οποίες είναι ευρέως διαδεδομένες στους επαγγελματίες (π.χ. Digital image processing, on-line data acquisition and processing, unsteady signal analysis, Laser techniques).

Πάνω στα προηγούμενα, μπορεί να προστεθούν και η υπηρεσίες που προσφέρει το internet στην εκπαιδευτική διαδικασία και έμμεσα και στα εργαστήρια. Έτσι, κρίνεται αναγκαία η συνεχής πρόσβαση των φοιτητών σε ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες με σκοπό την ανεύρεση της απαιτούμενης βιβλιογραφίας της σχετικής με το εκάστοτε εργαστήριο. Μια άλλη χρήσιμη δυνατότητα του διαδικτύου είναι η δημιουργία on-line ομάδων συζητήσεων αλλά και προτάσεων από τους καθηγητές προς τους φοιτητές. Με τον τρόπο αυτό, ακόμα και οι φοιτητές που δεν παρακολούθησαν το μάθημα που αφορούσε την εκπόνηση του εργαστηρίου να μπορούν να πάρουν τις αναγκαίες πληροφορίες για την εκπόνησή του ή στην περίπτωση που το εργαστήριο δεν είναι υποχρεωτικό αλλά η παράδοση τεχνικής έκθεσης είναι, οι φοιτητές που δεν παρακολούθησαν να μπορούν να βοηθηθούν για την συγγραφή της τεχνικής εκθέσεως.

Για την περίπτωση που οι φοιτητές θα πρέπει να εκπαιδευτούν σε θέματα τα οποία δεν είναι εύκολο να προσομοιωθούν σε χώρους εργαστηρίου, ή δεν υπάρχει η δυνατότητα να εξοπλιστεί ανάλογα το πανεπιστήμιο, μια καλή λύση είναι η διοργάνωση περισσότερων εκπαιδευτικών εκδρομών στη βιομηχανία. Έτσι οι φοιτητές μπορούν να έρθουν σε επαφή με την παραγωγή, εμπειρία η οποία δεν μπορεί να καλυφθεί μέσα στα εργαστήρια.

Βασικές ελλείψεις σε ανθρώπινο δυναμικό το οποίο θα κλιθεί να διδάξει στους φοιτητές τα εργαστήρια παρουσιάζονται ακόμα και στην παρούσα κατάσταση. Επομένως, πρέπει να καλυφθούν τουλάχιστον αυτές οι ανάγκες προτού δημιουργηθούν νέες από την προσπάθεια που γίνεται για την ενίσχυση της εργαστηριακότητας. Ένας τρόπος για να επιτευχθεί το παραπάνω είναι η εκμετάλλευση του ήδη υπάρχοντος ανθρώπινου δυναμικού. Έτσι, οι υποψήφιοι διδάκτορες μπορούν να βοηθούν προς αυτή την κατεύθυνση. Άλλωστε μια τέτοια εμπειρία, και η επαφή τους με τους φοιτητές, θα είναι αρκετά χρήσιμη για την περίπτωση που θα αργότερα θα θελήσουν να ακολουθήσουν καριέρα μέσα στο χώρο του πανεπιστημίου. Συγχρόνως, απαιτείται αναδιανομή των περιγραφών θέσεων εργασίας των ΕΤΕΠ και κατεύθυνσή τους στην υποστήριξη εργαστηριακών ασκήσεων. Για τον λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμο να γίνει εκπαίδευση των μελών ΕΤΕΠ. Μάλιστα, για την πιθανότητα που θα απουσιάσει κάποιος από το προσωπικό εκπόνησης των εργαστηρίων και θα πρέπει να γίνει από κάποιον άλλο, είναι αναγκαία η παρακολούθηση όλων των εργαστηρίων και από τα μέλη ΕΤΕΠ μια φορά, άσχετα με το ποιο θα διδάσκουν. Βέβαια, για τον παραπάνω σκοπό είναι δυνατόν να απαιτηθεί η εκπαίδευση των διδασκόντων (υποψηφίων διδασκόντων – ΕΤΕΠ) σε advanced τεχνικές παρακολουθώντας αντίστοιχα σεμινάρια ακόμα και εκτός του πανεπιστημίου.

Ένα σημαντικό επίσης μέσο για να καλυτερεύσει η εργαστηριακή πραγματικότητα είναι η σωστή διαχείριση των υπάρχοντων πόρων. Έτσι, με βάση διάφορες πηγές όπως π.χ. την αξιολόγηση των μελών ΔΕΠ, υποψηφίων διδασκόντων και ΕΤΕΠ πάνω στο κομμάτι των εργαστηρίων, να λαμβάνεται υπόψη η συνεισφορά τους στην αύξηση της εργαστηριακότητας και να δίνονται κίνητρα (π.χ. ο ζητούμενος εξοπλισμός) για την σωστή διεξαγωγή των εργαστηρίων που κάνουν.

Τέλος, σε ορισμένα μαθήματα είναι πολύ σημαντικός ο χρονισμός της εργαστηριακής άσκησης σε σχέση με τις παραδόσεις. Γι' αυτό και είναι σημαντικό να καταγράφεται στο syllabus (βλ. ιστοσελίδες μαθημάτων ΠΠΣ) η εβδομάδα που υλοποιείται η κάθε εργαστηριακή άσκηση ώστε να προκύπτει η συνάφειά της με συγκεκριμένη (15θήμερη) ενότητα του syllabus.

7. Συμπεράσματα

Η δουλειά του μηχανικού δεν είναι σε καμία περίπτωση θεωρητική. Παρόλα αυτά ένας νέος μηχανικός ο οποίος μόλις βγαίνει στην αγορά εργασίας έχει ως εφόδια κυρίως τις θεωρητικές γνώσεις που έλαβε στο πολυτεχνείο. Η προσπάθεια σύνδεσης των θεωρητικών γνώσεων που έχει με τις πρακτικές απαιτήσεις της δουλειάς του μηχανικού αποτελεί τη μεγαλύτερη δυσκολία ενός νέου μηχανικού, με αποτέλεσμα να σπαταλάται πολύτιμος χρόνος τους πρώτους μήνες στην εργασία, όχι μόνο στην εξειδικευμένη εκπαίδευσή του για την συγκεκριμένη θέση που κατέχει αλλά και για τον σκοπό αυτό. Είναι λοιπόν, αναγκαίο η σύνδεση αυτή να γίνεται, κατά ένα μεγάλο μέρος, κατά τη διάρκεια των σπουδών. Και ένας από τους πιο ενδεδειγμένους τρόπους για τον σκοπό αυτό είναι η πρακτική εφαρμογή των μαθημάτων σε εργαστήρια όπως και επισκέψεις σε πραγματικούς χώρους εργασίας. Το Τμήμα έχει συνειδητοποιήσει τις ελλείψεις του ΠΠΣ στα θέματα των εργαστηρίων και βρίσκεται σε διαδικασία διαρκούς αύξησης της εργαστηριακότητας. Παραπάνω διατυπώθηκαν διάφορες προτάσεις για την βελτίωση της υπάρχουσας κατάστασης. Επόμενο βήμα λοιπόν είναι η απόκτηση του απαραίτητου προσωπικού αλλά και εξοπλισμού για την πραγματοποίηση των παραπάνω.