

**Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**  
**Πολυτεχνική Σχολή**  
**Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας**



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ  
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



**Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ**  
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα  
Εκπαίδευσης και Αρχικής  
Επαγγελματικής Κατάρτισης

**ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ**  
**ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**Β΄ Φάση**

**Π.Ε.1 ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΤΩΝ**  
**ΣΠΟΥΔΩΝ**

**Τεχνική Έκθεση: Επιπλέον κατευθύνσεις εμπλουτισμού**  
**εργαστηριακού χαρακτήρα-πilotική εφαρμογή και αξιολόγησής τους**

**Συντάκτης**  
**Σταπουντζής Ερρίκος**  
**Αν. Καθηγητής ΤΜΜΒ**

**Βόλος, Δεκέμβριος 2008**

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Εισαγωγή .....	3
Αποτίμηση των αποτελεσμάτων εφαρμογής Α Φάσης .....	3
1) Διάχυση της εργαστηριακότητας σε σημαντικό αριθμό μαθημάτων του ΠΠΣ .....	3
2) Εξοικείωση των φοιτητών από τα πρώτα εξάμηνα σπουδών .....	14
3) Αξιοποίηση και αναβάθμιση λιμνάζοντος και λοιπού εξοπλισμού, δανεισμός και συνεργασίες .....	15
4) Απόκτηση και χρήση εξοπλισμού σύγχρονων μετρητικών τεχνολογιών .....	15
5) Επισκέψεις σε Βιομηχανίες .....	16
6) Προσωπικό υποστήριξης .....	16
Συνιστώμενες διορθωτικές / βελτιωτικές παρεμβάσεις .....	17
Συμπεράσματα .....	19

## **Εισαγωγή**

Οι τεχνικές εκθέσεις των αποτελεσμάτων της Α Φάσης του Προγράμματος Αναμόρφωσης ΠΠΣ του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας, παρουσιάζουν αναλυτικά την κατάσταση όσον αφορά την εργαστηριακότητα των μαθημάτων του Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος, πριν και μετά την Αναμόρφωση. Η παρούσα τεχνική αναφορά παρουσιάζει συνοπτικά τα αποτελέσματα της Β Φάσης, η οποία διήρκεσε από το τέλος του 2006 έως τις 31.8.2008.

Στα πλαίσια της παρούσας αναφοράς, επιχειρείται:

- Αποτίμηση των αποτελεσμάτων εφαρμογής του ΠΕ1 της Α φάσης και
- Ανακεφαλαίωση των προτεινόμενων τελικών/ βελτιωτικών παρεμβάσεων.

## **Αποτίμηση των αποτελεσμάτων εφαρμογής Α Φάσης**

### **1) Διάχυση της εργαστηριακότητας σε σημαντικό αριθμό μαθημάτων του ΠΠΣ**

Στο κεφάλαιο 6 (σελ. 24) της συνοπτικής τεχνικής έκθεσης του ΠΕ1, Α φάση παρατίθενται και συζητούνται οι συνιστώμενες κατευθύνσεις εμπλουτισμού εργαστηριακού χαρακτήρα.

Ίσως η σημαντικότερη από αυτές ήταν η διακοπή δημιουργίας αμιγώς εργαστηριακών μαθημάτων και ως αντιστάθμισμα να ενισχυθεί η εργαστηριακή συνιστώσα των υπόλοιπων μαθημάτων ως ενισχυτική μέθοδος διδασκαλίας με σκοπό την καλύτερη κατανόησή τους από τους φοιτητές και τη σύνδεση του μαθήματος με τη φυσική και πρακτική σημασία της θεωρίας.

Στον κατωτέρω πίνακα 1 εμφανίζονται ενδεικτικά αποτελέσματα αυτής της ενέργειας, η οποία φαίνεται ότι στέφθηκε γενικά από επιτυχία, αφού πλέον υπάρχει διακριτό εργαστηριακό περιεχόμενο σε πάνω από 20 μαθήματα του Προγράμματος Σπουδών. Ο πίνακας επιπλέον δείχνει τον συνολικό αριθμό εργαστηριακών ασκήσεων (ΑΕΑ), αλλά και την αύξηση/ επέκταση του σχετικού εργαστηριακού εξοπλισμού (ΑΕΕ) και την αύξηση/ επέκταση του εκπαιδευτικού λογισμικού (ΑΕΛ).

### **Πίνακας 1: Εξέλιξη της Εργαστηριακής Συνιστώσας μαθημάτων του ΠΠΣ**

Κωδικός/ Τίτλος Μαθήματος	ΑΕΑ	ΑΕΕ	ΑΕΛ	Υποχρ. (Υ) Προαπρ. (Π)	Νέοι τίτλοι εργαστηριακών ασκήσεων που προστέθηκαν	Νέα όργανα που αγοράστηκαν/ προστέθηκαν	Νέο Λογισμικό που προστέθηκε
<b>MM103 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ</b>	13	↑	↑	Υ	Ασφάλεια Εργασίας. Προστατευτικά μέτρα και πρώτες βοήθειες. Κανόνες ασφάλειας. Κίνδυνοι και διαδικασίες ασφάλειας, Χημικά απόβλητα . Ηλεκτρικοί κίνδυνοι και μέτρα ασφάλειας. Κανόνες ασφάλειας πυροπροστασίας. Διεργασίες κοπής μετάλλων. Μηχανισμός κοπής, φθορά και ζωή κοπτικών εργαλείων, απόβλιτο. υγρά κοπής. Προσδιορισμός δυνάμεων και ισχύος της κοπής Εργαλειομηχανές κοπής Τόρνοι και Φρέζομηχανές. Συστήματα μετάδοσης κίνησης Συντήρηση εργαλειομηχανών κοπής. Ειδικές μηχανουργικές κατεργασίες. Δράπανα - πλάνες		
<b>MM205 ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑ- ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ</b>	4	↑	↑	Υ	Βασικές ηλεκτρικές μετρήσεις (βολτόμετρο, αμπερόμετρο, πολύμετρο, παλμογράφος – γεννήτρια σημάτων). Κατασκευή βασικών	Παλμογράφοι, γεννήτριες σημάτων, πολύμετρα, γειωσόμετρο,	NI Labview

					ηλεκτρικών κυκλωμάτων, μετρήσεις αντίστασης, αυτεπαγωγής, χωρητικότητας. Λειτουργία βαττομέτρου. Μέτρηση συντελεστή ισχύος	βαττόμετρα	
<b>MM402 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ Ι</b>	1	↑	↑	Π	Δοκιμές εφελκυσμού	Μηχανή εφελκυσμού MTS	
<b>MM403 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ - Ι</b>	1	○	↑	Π		Διάταξη μέτρησης ταχυτήτων ροών LDV	
<b>MM404 ΦΥΣΙΚΗ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ</b>	10	↑	↑	Υ	Εργαστηριακές μέθοδοι: Οπτική μικροσκοπία και μεταλλογραφία Διαγράμματα φάσεων Α Διαγράμματα Φάσεων Β Χάλυβες: Περλίτης και διαγράμματα IT και CCT Χάλυβες: Θερμικές κατεργασίες (Ωστενιτοποίηση, βαφή και επαναφορά) Χάλυβες: Μαρτενσίτης και επαναφερμένος μαρτενσίτης Αλουμίνιο: Ισχυροποίηση με γήρανση A + B		

<b>MM405 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ - ΟΠΤΙΚΗ</b>	2	↑	↑	Π	Πειραματική μελέτη φόρτισης πυκνωτή σε κύκλωμα RC Πειραματική μελέτη ιδιοτήτων δέσμης Laser		
<b>MM503 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ I</b>	2	↑	○	Π	Μέτρηση αγωγιμότητας μεταλλικών δοκιμίων Πείραμα φάσεων βρασμού νερού	Υπέρυθρη κάμερα	
<b>MM504 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ I</b>	1	○	○	Π			
<b>MM505 ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ</b>	2	↑	↑	Υ	Έλεγχος αριθμού στροφών ηλεκτροκινητήρα manually και μέσω H/Y  Σύζευξη H/K – ηλεκτρογεννήτριας 24V	Διπολικός H/K, τετραπολικός H/K, ρυθμιστής στροφών, ηλεκτρογεννήτρια, καταναλώσεις	
<b>MM603 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΕΥΣΤΩΝ II</b>	3	○	↑	Π	Εφαρμογή γενικευμένου νόμου Bernoulli σε κύκλωμα νερού με αντλία Εφαρμογή θεωρήματος γραμμικής ορμής σε προσπίπτουσα κυκ. δέσμη αέρα	Αντλία μεταβλητών στροφών Ροόμετρο Βιντεοκάμερα οπτικοποίησης ροών Inverter H/K, Variac	In-house λογισμικό φασματικής ανάλυσης Λογισμικό CFD (ANSYS) Εκπαιδευτικό CD

<b>MM610 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ</b>	9	↑	↑	Y	<p>Μελέτη ταλαντώσεων πτέρυγας με επιταχυνσιόμετρο και οπτικοποίηση ροής</p> <p>Στατιστική ανάλυση χρονοσειρών</p> <p>Βαθμονόμηση πυκνότητας / αλατότητας υδατικών διαλυμάτων</p> <p>Μέτρηση συγκέντρωσης σε υδατικά διαλύματα με σύστημα οπτικών ινών.</p>	<p>Επιταχυνσιόμετρα</p> <p>Κάρτα συλλογής και επεξεργ. δεδομένων (ADC)</p> <p>Υπέρυθρη βιντεοκάμερα</p> <p>Μηχανικός παλινδρομικός ταλαντωτής παρ. τύρβης</p> <p>Αγωγιμόμετρο ταχείας απόκρισης για υδ.διαλύματα</p> <p>LED υψηλής φωτεινότητας αδιαβροχ. φωτιστικό για οπτικοποίηση ροών</p> <p>Συσκευές επεξεργασίας υλικών (κοπής, λείανσης, διάτρησης, παραμόρφωσης, συγκόλλησης κλπ)</p> <p>Ηλεκτρονικά κυκλώματα (ελέγχου στροφών, τάσης)</p> <p>Laser argon ion οπτικοποίησης ροής</p> <p>Ηλεκτρομαγνητικός</p>	<p>Λογισμικό LABVIEW</p> <p>Λογισμικό στατιστικής επεξεργασίας τύρβης (MATLAB)</p> <p>Λογισμικό ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας / video (NI Vision)</p> <p>Λογισμικό ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας / video (shareware)</p>
---	---	---	---	---	---	--	--

						<p>αναμεικτήρας</p> <p>Ψηφιακό θορυβόμετρο.</p> <p>Μηχανικός παλινδρομικός ταλαντωτής παραγωγής περιοδικών ροών σε αέρα.</p> <p>Νεφελοποιητής απεικόνισης ροών με ατμό..</p>	
<b>MM621 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ</b>	5	↑	↑	Υ	<p><b>Δοκιμή Σκληρότητας</b> Μέτρηση επιφανειακής σκληρότητας με βάση τις μεθόδους Rockwell, Vickers (μικροσκληρότητα)</p> <p><b>Δοκιμές Εφελκυσμού, Θλίψης</b> Προσδιορισμός διαγράμματος τάσης- παραμόρφωσης στον εφελκυσμό Προσδιορισμός Μέτρου Ελαστικότητας Προσδιορισμός μηχανικών μεγεθών: Όριο διαρροής. Όριο θραύσης, Παραμόρφωση θραύσης, ειδική ενέργεια παραμόρφωσης</p> <p><b>Δοκιμή Κόπωσης</b> Προσδιορισμός διαγράμματος</p>	Μηχανή εφελκυσμού MTS	



					S-N κόπωσης Προσδιορισμός ορίου αντοχής σε κόπωση <b>Δοκιμή Κρούσης</b> Προσδιορισμός δυσθραυστότητας κατά την δοκιμή κρούσης		
<b>MM703 ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΗΧΑΝΕΣ</b>	1	↑	↑	Π	Επίδειξη λειτουργίας μικρού αεριοστροβίλου – αεροπορικού κινητήρα	Εκπαιδευτική εγκατάσταση μικρού αεροπορικού κινητήρα	
<b>MM711 ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ ΚΑΙ ΑΣΥΜΠΙΕΣΤΗ ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ</b>	3	○	↑	Υ	Μέτρηση ασταθών αεροδυναμικών φορτίων πτερυγίου	Τριαξονικός πιεζοηλεκτρ. αισθ. φορτίου Φορητό ανεμόμετρο	Λογισμικό υπολογισμού αεροδυναμικών χαρ. πτέρυγας (shareware)
<b>MM720 ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΜΗΧΑΝΩΝ</b>	1	↑	↑	Π	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ WATER JET		
<b>MM728 ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ</b>	3	↑	↑	Υ	Μελέτη αστοχίας από κόπωση Μελέτη αστοχίας από διάβρωση Μελέτη αστοχίας σε υψηλές θερμοκρασίες (ενανθράκωση ή ερπυσμός)		
<b>MM729 ΕΠΙΣΤΗΜΗ &amp; ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ)</b>	8	↑	↑	Υ	Συγκολλήσεις με ηλεκτρόδιο (SMAW) Συγκολλήσεις με σύρμα και	Μηχανές συγκόλλησης TIG, MIG	

					αδρανές αέριο (GMAW/MIG) Συγκολλήσεις με ηλεκτρόδιο βολφραμίου (GTAW/TIG) Μακροδομή Συγκολλήσεων Μικροδομή Συγκολλήσεων Μικροσκληρομετρήσεις σε συγκολλήσεις Μη-καταστρεπτικοί έλεγχοι συγκολλήσεων (NDT) Διασφάλιση ποιότητας συγκολλήσεων		
<b>MM802 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ</b>	1	↑	↑	Π	Εισαγωγή στη χρήση του ειδικού λογισμικού προσομοίωσης ARENA:		ARENA
<b>MM802 ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ</b>	5	↑	↑	Υ	Μέτρηση καμπυλών Wilans σε κινητήρα Diesel Πεδίο ρύπων κινητήρα diesel Λήψη δυναμοδεικτικού διαγράμματος σε μονοκύλινδρο κινητήρα Diesel	Αναλυτής HC, Πιεζοηλεκτρικοί αισθητές πίεσης, charge amplifier, Ψηφιακός παλμογράφος, Λήπτης γωνίας στροφάλου, θερμοκάμερα.	NI Labview
<b>MM801 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΥΛΙΚΟΥ</b>		↑	●	Π	Σύγχρονα κέντρα μηχανουργικών κατεργασιών. Μηχανές CNC I. Τα κατασκευαστικά μέρη		

	3				Σύγχρονα κέντρα μηχανουργικών κατεργασιών. Μηχανές CNC II. Οι λειτουργικές διαδικασίες Σύγχρονα κέντρα μηχανουργικών κατεργασιών, Μηχανές CNC III. Οι παραγωγικές και τεχνολογικές δυνατότητες των μηχανών CNC		
<b>MM818 ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>	1	↑	↑	Π	Μέτρηση ισχύος με φωτοβολταϊκή κυψέλη  Επίδειξη λειτουργίας κυψελίδας καυσίμου		
<b>MM827 ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ</b>	4	↑	↑	Π	Δοκιμές επιταχυνόμενης διάβρωσης χαλύβων, κραμάτων αλουμινίου και μη σιδηρούχων κραμάτων. Διαδικασίες και δοκιμές δυναμοδιάβρωσης Δειγματοληψία, κατασκευή και προετοιμασία των δοκιμών διάβρωσης Πειραματικές μέθοδοι και διαδικασίες αποτύπωσης της διάβρωσης. Μεταλλογραφική ανάλυση, στερεοσκοπική ανάλυση διαβρωμένων επιφανειών.		

<b>MM900 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗΣ</b>	1	●	●	Π	Επίδειξη σταθμού μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης και μετεωρολογικού σταθμού		
<b>MM910 ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ</b>	4	↑	↑	Υ	Μετρήσεις πεδίου ροής/ θερμοκρασίας σε αεραγωγούς – στόμια Μετρήσεις θερμοκρασιών σε εναλλάκτη θερμότητας αέρα-αέρα αερολέβητα, με υπέρυθρη θερμογραφία	Θερμόμετρο επαφής, Μικρομανόμετρο, Κάρτες NI_DAC και ενισχυτής θερμοστοιχείων SCXI-1113	NI Labview
<b>MM929 ΧΩΡΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ – ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΡΟΜΠΟΤ</b>	1	↑	↑	Υ	Επίδειξη LEGO Robot με μηχανική όραση	LEGO Robot	Κάρτες NI-USB

Ο Πίνακας 1 δείχνει πράγματι μία σημαντική αύξηση της εργαστηριακής συνιστώσας στα μισά περίπου μαθήματα του ΠΠΣ. Η αύξηση αυτή είναι ορατή τόσο σε αριθμό εργαστηριακών ασκήσεων (συνολική αύξηση της τάξης του 100% σε σχέση με την κατάσταση που επικρατούσε το 2005), όσο και στην προσθήκη εργαστηριακού εξοπλισμού και εκπαιδευτικού λογισμικού συνολικής αξίας άνω των 400,000 EUR, όπου η μισή προέρχεται από δημόσιες επενδύσεις και η υπόλοιπη από κονδύλια ΤΣΜΕΔΕ και ερευνητικών προγραμμάτων.

Ο αντίκτυπος από αυτή την ενέργεια, που αποτελούσε ένα από τα βασικά υπεσχημένα της φάσης 1 μπορεί να εκτιμηθεί από τους εξής μετρηθέντες παράγοντες/δείκτες:

**i. Βαθμός ικανοποίησης των φοιτητών από τα φύλλα αξιολόγησης των ΔΕΠ**

Συνολικά από τη μελέτη των αξιολογήσεων των μαθημάτων από τους φοιτητές, διαπιστώνεται αφενός μεν αυξημένη ικανοποίηση των φοιτητών στα μαθήματα με αυξημένη εργαστηριακότητα, σε σχέση με την κατάσταση πρό του 2005. Από την άλλη πλευρά, οι νέοι φοιτητές που δεν γνωρίζουν την πρόοδο που έχει επιτευχθεί στην εργαστηριακότητα κάποιων μαθημάτων, ζητούν επιπλέον αύξηση της εργαστηριακότητας, δείχνοντας μειωμένο βαθμό ικανοποίησης σε ορισμένα μαθήματα. Αυτό αποτελεί και ένα δείκτη επιτυχίας των στόχων του προγράμματος της φάσης 1.

**ii. Αύξηση του μέσου όρου του αποδιδόμενου τελικού βαθμού σε μαθήματα αυξημένης εργαστηριακότητας**

Συγκεκριμένα ο μέσος όρος των βαθμών επιτυχίας στα μαθήματα με ισχυρή εργαστηριακή συνιστώσα που λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στον τελικό βαθμό, πράγματι παρατηρείται ότι ανεβαίνει σταθερά στο διάστημα 2006-2008. Όμως εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι η αύξηση αυτή εντοπίζεται κυρίως στα μαθήματα όπου οι εργαστηριακές ασκήσεις και η εκπόνηση εργαστηριακών αναφορών είναι προαιρετικές και φυσιολογικά αυξάνουν τη βαθμολογία των συμμετεχόντων.

Μπορεί να θεωρηθεί ότι αυτή η αύξηση του τελικώς αποδιδόμενου βαθμού εκφράζει εν μέρει και την καλύτερη κατανόηση του διδασκομένου μαθήματος από τον/την φοιτητή/φοιτήτρια, άλλο ένα δείγμα πραγμάτωσης των προταθέντων παρεμβάσεων της φάσης 1.

### **iii. Αύξηση του αριθμού των αναλαμβανομένων/περατωθεισών Διπλωματικών Εργασιών με εργαστηριακό χαρακτήρα.**

Κατά το διάστημα μετά το 2005 παρατηρείται σταθερή αύξηση του συνολικού αριθμού εγκριθεισών διπλωματικών εργασιών με εργαστηριακό χαρακτήρα. Η αύξηση αυτή για την περίοδο 2005-2008 είναι της τάξης του 10% κατ' έτος, και δεν μπορεί να οφείλεται μόνο στη διαθεσιμότητα επιπλέον εξοπλισμού: Αυτή η μετρήσιμη αύξηση φαίνεται να υποδηλώνει επίσης την εκτίμηση σε αυξανόμενο βαθμό από μέρους των φοιτητών/φοιτητριών της αξίας του πειραματικής προσέγγισης των Μηχανολογικών προβλημάτων με αντίκτυπο την καλύτερη προετοιμασία των στον ακολουθούντα επαγγελματικό στίβο.

## **2) Εξοικείωση των φοιτητών από τα πρώτα εξάμηνα σπουδών**

Άλλη συνιστώμενη ενέργεια από τη φάση 1 ήταν η μείωση των εργαστηρίων “επίδειξης” και η εξοικείωση των φοιτητών/φοιτητριών με μετρητικά συστήματα από τα πρώτα εξάμηνα.

Η προσεκτική εξέταση των περιεχομένων του Πίνακα 1, σε συνδυασμό με την καταγραφή της προτεραιάς κατάστασης στην Τεχνική Έκθεση της Α Φάσης, δείχνει πράγματι ότι υπάρχει μετρήσιμη αύξηση των εργαστηριακών ασκήσεων με ενεργό συμμετοχή των φοιτητών και επεξεργασία τεχνικών αναφορών, εις βάρος των εργαστηριακών ασκήσεων τύπου “επίδειξης”. Η μεταβολή είναι επίσης ορατή σε συγκρίσεις του επιπέδου των τεχνικών αναφορών παλαιότερα και σήμερα. Επομένως, έχει επιτευχθεί μεγαλύτερη συμμετοχή των διδασκομένων στην πειραματική διαδικασία, αλλά όχι όσο θα επιθυμούσαμε.

Παράλληλα καταβλήθηκε προσπάθεια έγκαιρης μύησης των φοιτητών στην εργαστηριακότητα μέσω των σχετικών μαθημάτων στα πρώτα 4 εξάμηνα. Εδώ εκτελούνται εργαστήρια με έμφαση στην εισαγωγή του φοιτητή/ φοιτήτριας για πρώτη φορά στην έννοια των απλών και σύνθετων μετρητικών συστημάτων, αλλά και του σύγχρονου Μηχανολογικού Εξοπλισμού της Παραγωγής.

### **3) Αξιοποίηση και αναβάθμιση λιμνάζοντος και λοιπού εξοπλισμού, δανεισμός και συνεργασίες**

Η ενίσχυση της εργαστηριοκότητας επιτεύχθηκε επίσης και με την αξιοποίηση κάποιου παλαιότερου εξοπλισμού του Τμήματος (λιμνάζον υλικό) όπως π.χ. ανενεργοί inventers και ηλεκτροκινητήρες, μικρομανόμετρα, φουσητήρες, μικρομετρικοί κοχλίες, αντλίες, κτλ. Η αξιοποίηση αυτή οφείλεται στην ενεργό υποστήριξη του συναφούς έργου των μελών ΔΕΠ από αξιόλογους προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές και τα μέλη ΕΤΕΠ Ηλεκτρονικής, Μηχανοτεχνίτες και Πληροφορικής.

Η από κοινού χρήση εργαστηριακού εξοπλισμού με άλλα Τμήματα του ΠΘ ή άλλων ΑΕΙ βοήθησε σημαντικά στην αναβάθμιση της εργαστηριακότητας. Αναφέρεται π.χ. η χρήση σε εργαστηριακές ασκήσεις και προπτυχιακές σπουδές οπτικής διάταξης παραγωγής επιπέδου δέσμης Laser (rotating mirror), συσκευής παραγωγής τυρβώδους δέσμης, λογισμικού ψηφιακής ανάλυσης εικόνας μέσω δανεισμού από το Τμήμα των Πολιτικών Μηχανικών του ΠΘ. Φυσικά, πολύ συχνότερη είναι η περίπτωση ενδοτμηματικού δανεισμού εργαστηριακού εξοπλισμού για την στήριξη των προπτυχιακών αλλά και μεταπτυχιακών σπουδών (π.χ. κάρτες συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων, παλμογράφοι, αναλυτές καυσαερίων, μετρητές σωματιδίων PM10, προσομοιωτές ηλεκτρικού φορτίου, θερμοστοιχεία επαφής, αναλυτές ισχύος και ψηφιακά αμπερόμετρα, επιταχυνσόμετρα και αισθητήρες φορτίου κ.λ.π)

### **4) Απόκτηση και χρήση εξοπλισμού σύγχρονων μετρητικών τεχνολογιών**

Μέρος του πρόσφατα αποκτηθέντος εξοπλισμού βασίζεται σε σύγχρονες τεχνολογίες πολύ υψηλών επιδόσεων κυρίως ως προς την ευαισθησία, δυνατότητα ταχείας απόκρισης και ψηφιακής ανάλυσης δεδομένων. Τα χαρακτηριστικά αυτά χρησιμοποιήθηκαν επωφελώς στην διεξαγωγή εργαστηριακών ασκήσεων που σχετίζονται με σύγχρονες τεχνολογίες. Αναφέρονται για παράδειγμα οι υπερευαίσθητοι τριαξονικοί αισθητήρες φορτίου που χρησιμοποιούνται στις μετρήσεις αεροδυναμικών φορτίων πτερυγίων και η περαιτέρω λεπτομερής ανάλυση δεδομένων με λογισμικό LABVIEW για στατιστική επεξεργασία φασματικής ανάλυσης και συσχετίσεων με πολύ μικρά χρονικά βήματα. Ακόμη η παρακολούθηση του κύκλου λειτουργίας Μηχανής Εσωτερικής Καύσης με συνδυασμό οπτικού αποκωδικοποιητή, αισθητήρα πίεσης και ψηφιακού παλμογράφου σε περιβάλλον

LABVIEW και σε πολύ μικρά χρονικά βήματα (ανάλυση δυναμικών φαινομένων). Κατά τη συγγραφή της Τεχνικής Έκθεσης του Εργαστηρίου οι φοιτητές/φοιτήτριες ενθαρρύνονται να περιλάβουν εκτενέστερες πληροφορίες για το σύγχρονο αυτόν εργαστηριακό εξοπλισμό και τις συνακόλουθες τεχνικές αντλώντας πληροφορίες από το Internet. Η παρουσίαση της εργαστηριακής άσκησης (όπου προβλέπεται) μπορεί να εμπλουτισθεί επίσης από σχετικό έγκυρο υλικό του Internet (π.χ. δημοσιευμένα άρθρα σε έγκυρα περιοδικά και συνέδρια). Οι περιγραφείσες δράσεις έχουν υποστηριχθεί σημαντικά τη διετία 2006-2008, συνεπικουρούντων και των χρηματοδοτήσεων από τα προγράμματα ΕΠΕΑΕΚ.

### **5) Επισκέψεις σε Βιομηχανίες**

Ως η πλέον συνθετική εργαστηριακή “άσκηση” μπορεί να θεωρηθεί η επίσκεψη σε σύγχρονη βιομηχανία ή εγκατάσταση υψηλής τεχνολογίας (π.χ. στρατιωτικό αεροφρούριο). Εκεί ο φοιτητής/φοιτήτρια συνειδητοποιεί την σπουδαιότητα κάθε υπομονάδας (λειτουργικής, μετρικής, παραγωγικής, ελεγκτικής κ.τ.λ.) αλλά και την ανάγκη βελτιστοποιημένης συνέργειας αυτών των μονάδων για λόγους οικονομικούς, εργονομικούς, περιβαλλοντικούς, επιχειρησιακούς, ασφάλειας κ.λ.π. Τέτοιου είδους επισκέψεις έχουν ενταθεί την διετία 2006-2008 σε σχέση με την προηγούμενη περίοδο (2004-2006), μάλιστα σε μερικές εξ αυτών οι φοιτητές έχουν τη δυνατότητα λήψης δεδομένων για χρήση στην Τεχνική Αναφορά που γίνεται μετά την επίσκεψη.

### **6) Προσωπικό υποστήριξης**

Η επιτυχής και ομαλή διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων σχετίζεται και με την υποστήριξη από εκπαιδευμένο ανθρώπινο δυναμικό τόσο για την προετοιμασία όσο και την εκτέλεση. Ο υποστηρικτικός αυτός ρόλος ανατίθεται κυρίως σε Υ.Δ. και ΕΤΕΠ του Τμήματος. Η διετία 2006-2008 χαρακτηρίζεται από αύξηση του αριθμού των Υ.Δ και των μονίμων μελών ΕΤΕΠ σχετικά με το διάστημα 2004-2006. Οι Υ.Δ. ενημερώνονται σχετικά εύκολα για το περιεχόμενο και τις διαδικασίες των εργαστηριακών ασκήσεων αφού σε μερικές περιπτώσεις οι ασκήσεις αποτελούν κάποιο μικρό υποσύνολο των πειραμάτων στα πλαίσια της ερευνητικής των δραστηριότητας. Μερικά μέλη ΕΤΕΠ είναι επιδεικτικά σε συνεχιζόμενη εκπαίδευση και όντως κλήθηκαν να συμμετάσχουν ενεργά και επωφελώς στην υλοποίηση της εργαστηριακότητας. Άλλα μέλη ΕΤΕΠ έχουν λιγότερη έφεση προς τέτοιου είδους δραστηριότητες, αλλά εμμέσως συνέβαλαν στην αύξηση της εργαστηριακότητας ο



καθένας με τον δικό του τρόπο π.χ. αναλαμβάνοντας παραγγελίες υλικών και αναλωσίμων για τις ασκήσεις, κατασκευάζοντας μικροσυσκευές, συναρμολογώντας ογκώδεις ή βαρείες διατάξεις από ένα εργαστήριο σε άλλο κ.λ.π.

## **Συνιστώμενες διορθωτικές / βελτιωτικές παρεμβάσεις**

Οι περισσότερες ενδείξεις συνηγορούν στην διαπίστωση αύξησης της εργαστηριακότητας κατά το διάστημα 2006-2008. Αυτό αποτελεί προϊόν συντονισμένης προσπάθειας όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη αποτίμηση (μέρους Α). Για ένα νέο Πανεπιστήμιο και Τμήμα όπως το ΜΜΒ το θέμα του εργαστηριακού εξοπλισμού και υποδομών απέχει από την τελειοποίησή του, όμως το ενθαρρυντικό είναι ότι προς αυτή την κατεύθυνση η πορεία είναι ανοδική και προέρχεται από την συνεισφορά έμπυχου δυναμικού (μέλη ΔΕΠ, φοιτητές...) και υλικού δυναμικού (χρηματοδότηση από ερευνητικά προγράμματα, ΤΣΜΕΔΕ, κρατικό προϋπολογισμό, ΕΠΕΑΕΚ κ.λ.π.).

Η περαιτέρω αύξηση της εργαστηριακότητας που σχετίζεται με το ανθρώπινο δυναμικό μπορεί να επιτευχθεί με τους εξής τρόπους:

\*Συνέργεια των μελών ΔΕΠ για την επωφελή και ορθολογική χρήση του εργαστηριακού εξοπλισμού στα πλαίσια της συναδελφικότητας

\* Πρόσκληση εξωτερικών επιστημόνων για διαλέξεις στο ΤΜΜΒ εργαστηριακού περιεχομένου

\* Προτροπή των υπόλοιπων μελών του Τμήματος (Υ.Δ. ΕΤΕΠ) για ενεργότερη συμμετοχή (κυρίως των ΕΤΕΠ) στις εργαστηριακές ασκήσεις με κίνητρα π.χ. την ευελιξία χρονικής προσέλευσης (flexi-time) στην περίπτωση που οι εργαστηριακές ασκήσεις γίνονται βραδυνές ώρες, την μικρή συμμετοχή στην εκπαιδευτική διαδικασία (π.χ. περιγραφή της διάταξης – λειτουργία) με αποτέλεσμα την ανύψωση του ηθικού και της σπουδαιότητας του ρόλου των στο Τμήμα, την απονομή επιμισθίου νομίμως και όπου υπάρχει δυνατότητα, την παροχή δυνατότητας συνεχιζόμενης εκπαίδευσης (π.χ. εκπαιδευτική άδεια μιας εβδομάδας) και την δυνατότητα συμμετοχής σε ορισμένου τύπου τεχνικές δημοσιεύσεις.

\* Προτροπή των φοιτητών να συμμετέχουν στις εργαστηριακές ασκήσεις όχι μόνο με τη φυσική των παρουσία την ημέρα διεξαγωγής, αλλά και την ενεργό διεξαγωγή των μετρήσεων καθώς και την προσπάθεια συγγραφής της τεχνικής έκθεσης κατά μόνος

(αποφυγή αντιγραφής). Ένας τρόπος να διαπιστωθεί το τελευταίο είναι η προφορική εξέταση επί των παραδιδόμενων ασκήσεων, πράγμα που απαιτεί σημαντικό χρόνο.

\* Προετοιμασία των φοιτητών/φοιτητριών πριν από τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης, δηλαδή κάλυψη της απαιτούμενης θεωρίας και διανομή των εκφωνήσεων των ασκήσεων αρκετές ημέρες πριν τη διεξαγωγή των.

\* Διασφάλιση της καλής λειτουργίας του εργαστηριακού εξοπλισμού . Σε αυτό συντείνουν η περιοδική συντήρηση σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, η εκμάθηση λειτουργίας του οργάνου/συστήματος από εγχειρίδια εταιρειών ή από οίκοθεν συλλογή χρήσιμων οδηγιών χρήσης και συντήρησης καθώς και η ανάθεση χρήσης σε καθορισμένα / εξουσιοδοτημένα άτομα (ΕΤΕΠ, Υ.Δ., ΔΕΠ).

\* Καθιέρωση ημέρας εργαστηριακότητας του Τμήματος. Κατά την ημέρα εκείνη θα γίνονται συνοπτικές παρουσιάσεις όλων των εργαστηριακών ασκήσεων που διεξήχθησαν το ακαδημαϊκό έτος, η αναφορά σε πρόσφατα αποκτηθέντα εργαστηριακό εξοπλισμό και η παράθεση ιδιαιτεροτήτων κατά την διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων (π.χ. παρασιτικά σήματα λόγω κακής γείωσης, αδυναμία επιβεβαίωσης κάποιων θεωρητικών προβλέψεων, απρόοπτα κατά τις μετρήσεις κ.λ.π.). Το τελευταίο μπορεί να γίνει από τους ίδιους τους φοιτητές (δηλαδή οι διάφορες ιδιαιτερότητες) οι οποίοι θα έχουν τη δυνατότητα να προτείνουν λύσεις.

## Συμπεράσματα

Το 2003 που ξεκίνησε η παρούσα, 2η Αναμόρφωση του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών, η εργαστηριακότητα των μαθημάτων του ΠΠΣ του Τμήματος ήταν περιορισμένη, και εστιασμένη σε ελάχιστο αριθμό μαθημάτων.

Ως κύρια αιτία της κατάστασης εκείνης θα πρέπει να θεωρηθεί η έλλειψη προσωπικού υποστήριξης στα Εργαστήρια του Τμήματος, ο περιορισμένος αριθμός μελών ΔΕΠ με Πειραματική κατεύθυνση και εμπειρία, καθώς και η έλλειψη πολιτικής του Τμήματος που να ενισχύει την Εργαστηριακότητα (πχ επιδότηση με αυξημένο συντελεστή των εργαστηριακών δραστηριοτήτων, ενίσχυση της προμήθειας εργαστηριακού εξοπλισμού έναντι υπολογιστικού εξοπλισμού κτλ).

Με τη λήξη του Προγράμματος, στο τέλος του 2008, έχει επιτελεστεί σημαντική πρόοδος στην αύξηση της Εργαστηριακότητας των μαθημάτων του ΠΠΣ. Η βελτίωση αυτή μπορεί να μετρηθεί με την αύξηση στους παρακάτω δείκτες:

- Αύξηση του αριθμού μαθημάτων με εργαστηριακό περιεχόμενο
- Αύξηση του αριθμού των εργαστηριακών ασκήσεων στο ΠΠΣ
- Αύξηση του διαθέσιμου εξοπλισμού με επενδύσεις από κονδύλια ΤΣΜΕΔΕ, Τακτικού Προϋπολογισμού, Δημοσίων Επενδύσεων, ΕΠΕΑΕΚ, ο οποίος αξιοποιείται σε Εργαστηριακές Ασκήσεις ενταγμένες στο ΠΠΣ.

Κύριοι παράγοντες που βοήθησαν στην αύξηση της εργαστηριακότητας είναι οι παρακάτω:

- Έγινε επίσημα ένταξη νέου προσωπικού (ΙΔΑΧ - ΕΤΕΠ) σε 5 από τα 10 Εργαστήρια του Τμήματος. Το προσωπικό αυτό ως επί το πλείστον παρέχει, εκτός από διοικητική, και τεχνική και εργαστηριακή υποστήριξη σε μαθήματα του ΠΠΣ.
- Αποκτήθηκε αξιόλογος, υψηλού κόστους εξοπλισμός με χρηματοδότηση ΕΤΠΑ/ΕΚΤ, αλλά και της Επιτροπής Ερευνών ΠΘ (Μηχανή εφέλκυσμού, θερμοκάμερα, LDV).

- Οι παραπάνω εξελίξεις προσέλκυσαν το ενδιαφέρον προικισμένων υποψηφίων διδασκτόρων με εργαστηριακή κατεύθυνση και δεξιότητες.
- Αυξήθηκε ο αριθμός των μελών ΔΕΠ με πειραματική συνιστώσα, αλλά και υπήρξε αναδιάταξη ενδιαφερόντων υφιστάμενων μελών ΔΕΠ σε πειραματική έρευνα.

Παρά τα παραπάνω, η κατάσταση απέχει πολύ από το να είναι ικανοποιητική, αφού καταγράφονται ακόμη τα παρακάτω κενά:

- Η παρακολούθηση των εργαστηριακών ασκήσεων, πλὴν ελαχίστων εξαιρέσεων, δεν είναι υποχρεωτική για όλους τους φοιτητές.
- Η εκπόνηση των εργαστηριακών αναφορών δεν είναι στο επιθυμητό επίπεδο, ενώ παρατηρούνται φαινόμενα αντιγραφής.
- **Δεν καταγράφεται ακόμη ευδιάκριτη πολιτική του Τμήματος που να ενισχύει την εργαστηριακότητα επιδοτώντας και αναγνωρίζοντας το δύσκολο έργο όσων επιδιώκουν την αύξησή της.**