

Επιτεύγματα και Εμπειρίες του Εργ. Θερμικών Στροβιλομηχανών του Ε.Μ.Π.

Σύνταξη: Κ.Α. Παπαηλιού

Το Εργαστήριο Θερμικών Στροβιλομηχανών (ΕΘΣ) του ΕΜΠ έχει λίγα χρόνια ζωής (ιδρύθηκε το 1982). Σήμερα λειτουργεί με τριάντα περίπου άτομα, από τα οποία επτά συγκαταλέγονται στο προσωπικό του ΕΜΠ. Τα υπόλοιπα χρηματοδοτούνται από συμβάσεις που το ΕΘΣ διεκπεραιώνει κυρίως για λογαριασμό της ευρωπαϊκής βιομηχανίας.

Το ΕΘΣ/ΕΜΠ έχει 70 διεθνείς δημοσιεύσεις και παρουσιάσεις σε συνέδρια την τελευταία πενταετία, ενώ παράλληλα, έχει τοποθετήσει την ίδια χρονική περίοδο και με αποκλειστικά δική του επιστημονική προσφορά, τη χώρα μας στην έβδομη θέση ανάμεσα στις χώρες με τις περισσότερες δημοσιεύσεις στο ετήσιο συνέδριο της Gas Turbine Division/American Society of Mechanical Engineers, για περισσότερα από δύο χρόνια.

Η υποδομή του Εργαστηρίου αναπτύχθηκε με χρήματα που εξασφάλισε το ΕΘΣ/ΕΜΠ από συμβάσεις (ακόμα και για το κτίριο που στεγάζεται). Στην υποδομή αυτή συγκαταλέγονται μια διχηρητική εγκατάσταση, μοναδική στον κόσμο για μετρήσεις σχετικές με το ακτινικό διάκενο μηχανών, ένα από τα πέντε μεγάλα δοκιμαστήρια συμπιεστών που βρίσκονται στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ σε πανεπιστημιακά εργαστήρια και ένα από τα έξι συστήματα laser μέτρησης του τριδιάστατου πεδίου ταχυτήτων που

δραστηριοποιούνται παγκοσμίως στο πεδίο των στροβιλομηχανών.

Ιδιαίτερα στην περιοχή των υπολογιστών, το ΕΘΣ/ΕΜΠ έφερε τον πρώτο παράλληλο υπερυπολογιστή στην Ελλάδα το 1989 και εγκατέστησε τελευταία στο ΕΜΠ δύο υπερυπολογιστές που έχουν αντίστοιχα τις θέσεις 174 και 384 ανάμεσα στους 500 μεγαλύτερους υπερυπολογιστές στον κόσμο. Έτσι καλύφθηκαν τόσο οι ανάγκες του Εργαστηρίου, όσο και οι ανάγκες του ΕΜΠ.

Το ΕΘΣ συγκαταλέγει στις συμβατικές συνεργασίες των τελευταίων πέντε ετών πάνω από τριάντα ευρωπαϊκές εταιρίες και ακόμα περισσότερα εργαστήρια και κέντρα ερευνών. Η δραστηριότητά του στην υπολογιστική ρευστομηχανική είχε σαν αποτέλεσμα λογισμικό που χρησιμοποιείται σήμερα σε μεγάλες ευρωπαϊκές εταιρίες, όπως η SNECMA, η Dassault, η Rolls Royce, η Voith και η European Gas Turbines.

Πέραν από την ερευνητική δραστηριότητα, τη συνεργασία που έχει αναπτύξει με τη βιομηχανία και την υποστήριξη που της παρέχει, το ΕΘΣ/ΕΜΠ έχει αναπτύξει σημαντική τεχνολογική δραστηριότητα. Ήδη, ένα τμήμα της υποδομής του Εργαστηρίου απαιτεί για να λειτουργήσει την ύπαρξη τεχνολογίας υψηλού επιπέδου (ισχύεις της τάξης του MW, αριθμό στροφών πάνω από 20000 rpm) και για το λόγο αυτό δεν συναντάται εύκολα σε πανεπιστημιακά εργαστήρια.

Μια δεύτερη τεχνολογική δραστηριότητα αφορά στην κατασκευή συστημάτων παρακολούθησης λειτουργίας και διάγνωσης βλαβών αεροστροβίλων και, γενικότερα,

εγκαταστάσεων που περιέχουν συμπιεστές ή στροβίλους. Η πρόωση αεροσκαφών (πολιτικής και πολεμικής αεροπορίας), η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η πρόωση πολεμικών πλοίων, η μεταφορά αερίων και η υπερπλήρωση, συγκαταλέγονται μεταξύ των εφαρμογών του αεροστροβίλου και των συνιστωσών του. Τα συστήματα παρακολούθησης λειτουργίας και διάγνωσης βλαβών δίνουν τη δυνατότητα να γνωρίζει ο χρήστης ανά πάσα στιγμή την κατάσταση της μηχανής που παρακολουθείται. Με τη βοήθειά τους είναι δυνατό να λειτουργήσει η εγκατάσταση σε βέλτιστες συνθήκες λειτουργίας ως τη στιγμή που θα υποδείξει το σύστημα ότι η λειτουργία είναι αντιοικονομική ή επικίνδυνη. Η υπόδειξη αυτή μπορεί να γίνει πριν από την προγραμματισμένη συντήρηση και να αποφευχθεί κίνδυνος καταστροφής της μηχανής ή μετά, περιορίζοντας έτσι το κόστος λειτουργίας, ιδιαίτερα εφόσον κάθε φορά και πριν σταματήσει τη λειτουργία της η μηχανή, είναι γνωστό το σφάλμα που θα πρέπει να αποκατασταθεί.

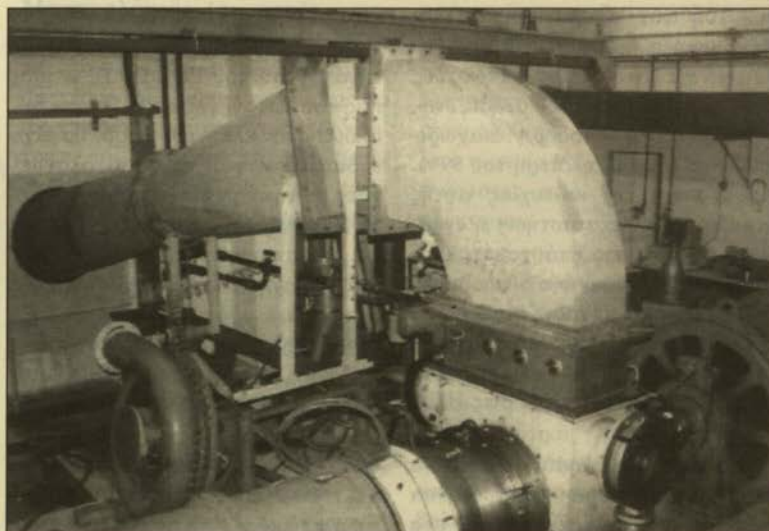
Η βασική γνώση και οι πρωτοποριακές τεχνικές του συστήματος παρακολούθησης λειτουργίας αεροστροβίλων του ΕΘΣ/ΕΜΠ αναπτύχθηκαν την τελευταία δεκαετία. Για να υπάρχει αξιοπιστία στη διάγνωση και να μπορεί κανείς να προσδιορίσει ένα ευρύ φάσμα βλαβών που ενδιαφέρουν τους χρήστες, αναπτύχθηκαν τεχνικές χρησιμοποιώντας τόσο τη Μέθοδο Διέλευσης Αερίου όσο και τη Μέθοδο Ταλαντώσεων και Ήχου. Ορισμένες από τις τεχνικές αυτές χρησιμοποι-

Ο Κ.Α. Παπαηλιού είναι καθηγητής και διευθυντής του ΕΘΣ του Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ

ήθηκαν για την ανάπτυξη Διαγνωστικού Συστήματος σε συνεργασία με την εταιρία Metranib RDS (Γαλλία) και την εταιρία Ruston Gas Turbines (Αγγλία). Το σύστημα αυτό χρηματοδοτείται σήμερα από το πρόγραμμα Value της Ευρωπαϊκής Ένωσης για να προωθηθεί στην αγορά. Παράλληλα το ΕΘΣ/ΕΜΠ ανέπτυξε το δικό του Διαγνωστικό Σύστημα (που είναι δυνατό να κατασκευαστεί σε μορφή προσαρμοσμένη σε συγκεκριμένη μονάδα ή να είναι φορητό, με βάση ένα απλό προσωπικό υπολογιστή, για εξυπηρέτηση περισσότερων μονάδων), το οποίο προσφέρεται στην ευρωπαϊκή αγορά.

Οι πρωτοποριακές τεχνικές διάγνωσης που έχει αναπτύξει το ΕΘΣ/ΕΜΠ έχουν αναγνωρισθεί διεθνώς (ερευνητές του ΕΘΣ/ΕΜΠ πήραν "βραβείο για την καλύτερη εργασία" στο ετήσιο Συνέδριο της American Society of Mechanical Engineers / Gas Turbine Division του 1991), ενώ, παράλληλα, μεγάλες εταιρίες, όπως η Pratt and Whitney και η General Electric (ΗΠΑ), καθώς και η SNECMA (Γαλλία), χρησιμοποίησαν τις τεχνικές του ΕΘΣ/ΕΜΠ στα δικά τους διαγνωστικά συστήματα που προορίζονται για κινητήρες αεροσκαφών, με επιτυχία. Από όσο μπορούμε να κρίνουμε από τις πληροφορίες που έχουμε, οι ενσωματωμένες τεχνικές στα προηγμένα συστήματα διάγνωσης που υπάρχουν σήμερα, όπως της General Electric υπολείπονται αυτών που διαθέτει το Διαγνωστικό Σύστημα του ΕΘΣ/ΕΜΠ.

Το σύστημα αυτό πρόκειται σύντομα να τοποθετηθεί σε αεριοστρόβιλο της ΔΕΗ στα Χανιά, και λίγο αργότερα σε αεριοστρόβιλο του ENEL (Ιταλική ΔΕΗ), με το οποίο συνεργάζεται το ΕΘΣ/ΕΜΠ και σε άλλα θέματα. Τέλος το ΕΘΣ/ΕΜΠ έχει αναλάβει τη μελέτη προσαρμογής και εγκατάστασης του ίδιου Συστήματος σε μικρό αεριοστρόβιλο που θα χρησιμοποιήσει σε υβριδικό κινητήρα καθαρού αυτοκινήτου. Ο κινητήρας αυτός, για τον οποίο θα μιλήσουμε παρακάτω, θα εγκατα-



Δοκιμαστήριο Αξονικού και Ακτινικού Συμπιεστή

σταθεί σε αυτοκίνητο Range Rover της εταιρίας Rover και οι δοκιμές θα γίνουν στην Αθήνα, για την οποία και προορίζεται.

Μια τρίτη τεχνολογική δραστηριότητα που ανέπτυξε το ΕΘΣ/ΕΜΠ αφορά τη Σχεδίαση και Ανάλυση Μηχανών και Εγκαταστάσεων. Τα παραδείγματα που παρουσιάζονται παρακάτω έχουν επιλεγεί για να τονιστεί το φάσμα μηχανών και εγκαταστάσεων που καλύπτουν οι δυνατότητες σχεδίασης και ανάλυσης που υπάρχουν στο ΕΘΣ/ΕΜΠ. Αναφέρεται καταρχήν η σχεδίαση ακτινικού συμπιεστή που πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με το Εργαστήριο Μηχανικής Ρευστών της Ecole Centrale της Λυών για λογαριασμό της εταιρίας Neu. Ο συμπιεστής αυτός προορίζεται για μεταφορά αέρα με υψηλό ποσοστό σκόνης. Στόχος, που επιτεύχθηκε, ήταν η ελάττωση του αξονικού μήκους του συμπιεστή κατά 40% με σύγχρονη αύξηση του βαθμού απόδοσης κατά 5 μονάδες περίπου. Αντίστοιχος σχεδιασμός διηχητικής βαθμίδας αεροπορικού συμπιεστή για ερευνητικούς σκοπούς πραγματοποιήθηκε πάλι σε συνεργασία με το ίδιο εργαστήριο, για λογαριασμό της εταιρίας SNECMA. Και στην περίπτωση αυτή πραγματοποιήθηκαν οι επιδόσεις που είχαν αναγγελθεί. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον πα-

ρουσίασε η περίπτωση μεγάλης αντλίας που σχεδιάστηκε για λογαριασμό της εταιρίας Jeumont Schneider (Γαλλίας). Η αντλία αυτή των 10 MW, προοριζόταν για την ψύξη του αντιδραστήρα μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής από πυρηνική ενέργεια. Η πρώτη της σχεδίαση είχε γίνει από μεγάλη εταιρία των ΗΠΑ, αλλά δεν είχε δώσει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Η σχεδίαση που πραγματοποιήθηκε από μέλη του ΕΘΣ/ΕΜΠ έδωσε το επιθυμητό ύψος και βαθμό απόδοσης κατά, περίπου, δέκα μονάδες υψηλότερο από αυτό που είχε ήδη επιτευχθεί. Η αντλία αυτή λειτουργεί σήμερα σε γαλλικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αναφέρεται, επίσης, σαν παράδειγμα η σχεδίαση Διαχωριστήρα Ατμού/Νερού, ο οποίος λειτουργεί μεταξύ των τμημάτων υψηλής και χαμηλής πίεσης του ατμοστροβίλου, επίσης σε μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής από πυρηνική ενέργεια. Η σχεδίαση αυτή πραγματοποιήθηκε πάλι από μέλη του ΕΘΣ/ΕΜΠ για λογαριασμό, αυτή τη φορά, της Electricite de France (γαλλική ΔΕΗ). Στόχος ο περιορισμός των διαστάσεων της συσκευής αυτής (που καθορίζει σε σημαντικό ποσοστό το μέγεθος της μονάδας) και η αύξηση της απόδοσης διαχωρισμού (που επηρεάζει το βαθμό απόδοσης του ατμοστροβίλου). Η

συσκευή που υπολογίσθηκε, είχε τόσο μικρές διαστάσεις που ήταν δυνατό να τοποθετηθεί μέσα στους αγωγούς μεταφοράς του ατμού, ενώ, παράλληλα, η απόδοση διαχωρισμού της ήταν υψηλότερη του 99%. Αποτέλεσμα της επιτυχίας αυτής ήταν το να αντικαταστήσει η εγκατάσταση αυτή τις υπάρχουσες (κατασκευασμένη από την Stein Industrie) σε όλες τις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από πυρηνική στη Γαλλία, αλλά και σε ένα σημαντικό αριθμό μονάδων στις ΗΠΑ και στη Γερμανία.

Το τελευταίο παράδειγμα που θα αναφέρουμε αφορά την τρέχουσα σχεδιαστική δουλειά του ΕΘΣ στα πλαίσια ενός ευρωπαϊκού έργου για την ανάπτυξη υβριδικού κινητήρα αυτοκινήτου με πολύ χαμηλό επίπεδο ρύπων (-10ppm NOx). Ο πειραματικός αυτός κινητήρας χρησιμοποιεί αεριοστρόβιλο, ο οποίος διαθέτει το βασικό πλεονέκτημα πολύ χαμηλής ρύπανσης χωρίς χρήση καταλυτών, και, όπως ειπώθηκε παραπάνω, θα τοποθετηθεί σε ένα Range Rover. Το έργο αυτό υποστηρίζεται από δύο κατασκευάστριες εταιρίες, τη Rover και τη Renault, και όλες οι δοκιμές θα γίνουν στους αθηναϊκούς δρόμους. Το ΕΘΣ/ΕΜΠ έχει αναλάβει, μεταξύ άλλων, τη σχεδίαση ενός συμπιεστή και ενός στρόβιλου, ο οποίος θα κατασκευαστεί και θα δοκιμαστεί στις εγκαταστάσεις που αυτό διαθέτει. Στόχος είναι να διαπιστωθεί το επίπεδο επιδόσεων που είναι δυνατόν να επιτευχθεί από τις βασικές αυτές συνιστώσες του αεριοστρόβιλου, για το μικρό μέγεθος που απαιτείται για την κίνηση οχήματος. Η επιτυχία του στόχου αυτού θα είναι καθοριστική για την γενικότερη επιτυχία του έργου, δεδομένου του ότι θα πρέπει να αποδειχθεί ότι, για τα μικρά αυτά μεγέθη, ο αεριοστρόβιλος μπορεί να συναγωνισθεί τον παλινδρομικό κινητήρα. Η ανάθεση της δουλειάς αυτής στο ΕΘΣ/ΕΜΠ έγινε, επειδή διαθέτει υπολογιστικούς κώδικες που αναπτύχθηκαν για τον υπολογισμό των κινητήρων αεροσκαφών. Ετσι, βρίσκο-

νται στην αιχμή της τεχνολογίας.

Ισως, πέρα από τα τεχνολογικά επιτεύγματα του ΕΘΣ/ΕΜΠ, ο τρόπος που λειτούργησε (και λειτουργεί ακόμα στον ελληνικό χώρο) θα είχε ενδιαφέρον για τους ασχολούμενους με την έρευνα και τεχνολογία.

Πιστεύω ότι είναι σημαντικό το ότι δημιουργήθηκε στη χώρα μας μια ερευνητική ομάδα, η οποία, αυτοχρηματοδοτούμενη, ανέπτυξε τόσο υψηλής στάθμης υλικοτεχνική υποδομή, με πρωτοποριακές πρωτοβουλίες τόσο για τη χώρα μας (υπερυπολογιστές) όσο και για το διεθνές ερευνητικό χώρο (πρωτότυπες εγκαταστάσεις και μετρητικά συστήματα). Είναι σημαντικό, επίσης, ότι παρόλες τις δυσκολίες που παρουσιάζει ο ελληνικός χώρος με τις ιδιαιτερότητές του και το βάρος που επιβάλλει η συνεχής αναζήτηση χρηματοδότησης (98% των κονδυλίων που εισέρχουν στο ΕΘΣ/ΕΜΠ προέρχονται από συμβάσεις), το ΕΘΣ/ΕΜΠ ανέπτυξε δικιά του στρατηγική που το οδηγεί, όπως είδαμε ήδη, πιο πέρα από τη συμβατική συνεργασία πανεπιστημίου-παραγωγής.

Το ΕΘΣ/ΕΜΠ άρχισε τη δραστηριότητά του σε ερευνητικό επίπεδο και σε συνεργασία με την ευρωπαϊκή βιομηχανία, κυρίως την αεροναυτική, αναπτύσσοντας μεθόδους υπολογισμού, οι οποίες, όπως αναφέρθηκε παραπάνω χρησιμοποιούνται σήμερα στη βιομηχανία. Η δραστηριότητα αυτή (υπολογιστική) ήταν η μόνη που θα μπορούσε να αναπτυχθεί στην αρχή με τα μέσα που διέθετε. Παράλληλα, προωθήθηκε δραστηριότητα στην περιοχή της Διαγνωστικής, κυρίως διότι ήταν φανερό ότι την είχε ανάγκη ο ελληνικός χώρος, ο οποίος στην τεχνολογική αυτή περιοχή έχει κυρίως χρήστες και όχι κατασκευαστές.

Η ανάπτυξη κωδικών υπολογισμού έδωσε τη δυνατότητα στο ΕΘΣ/ΕΜΠ να πραγματοποιήσει μια ενδιαφέρουσα μεταφορά τεχνολογίας. Ενώ για τις αεροπορικές κατασκευάστριες εταιρίες ανέπτυξε μεθόδους υπολογισμού, για τις α-

ντίστοιχες επίγειες ή θαλάσσιες εταιρίες, οι οποίες δεν διέθεταν ανάλογους κώδικες, άρχισε σιγά-σιγά να αναλαμβάνει εργασίες ανάλυσης/σχεδίασης προϊόντων. Ετσι, έκανε ένα πρώτο βήμα προς τις τεχνολογικές δραστηριότητες. Ενα δεύτερο έγινε με την ανάπτυξη βιομηχανικών πειραματικών εγκαταστάσεων και εδραίωση ενός φάσματος πειραματικών τεχνικών που φθάνει μέχρι και τις πλέον προχωρημένες στο πεδίο.

Η δημιουργία, επίσης, της απαιτούμενης κρίσιμης μάζας για τεχνολογικές δραστηριότητες, έδωσε στο ΕΘΣ/ΕΜΠ τη δυνατότητα να προχωρήσει και να αναπτύξει ανάλογες δραστηριότητες, χωρίς να εγκαταλείψει τις ερευνητικές, οι οποίες του ήταν απολύτως απαραίτητες. Ετσι, σήμερα, με την τελευταία τεχνολογική δραστηριότητα που έχει αναπτύξει στην περιοχή των μικρών αεριοστρόβιλων, το ΕΘΣ/ΕΜΠ είναι πεπεισμένο ότι έχει βρει το δρόμο του. Η περιοχή αυτή, στα πλαίσια της οποίας το ΕΘΣ/ΕΜΠ αναπτύσσει ολοκληρωμένη τεχνολογική δραστηριότητα (και προϊόν), προσφέρει το απαραίτητο εύρος (οι εφαρμογές δεν περιορίζονται στο καθαρό αυτοκίνητο, αλλά προχωρούν μέχρι το λεωφορείο, το τραίνο και τα μικρά ηλεκτροπαραγωγικά ζεύγη) και απαιτεί πολύ μικρές επενδύσεις για να αναπτυχθεί βιομηχανική δραστηριότητα. Δηλαδή, είναι προσαρμοσμένη στις δυνατότητες του ελληνικού χώρου.

Είναι ενδιαφέρον να δοθούν στοιχεία για την αντίδραση του ελληνικού χώρου στις δραστηριότητες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Η πρώτη παρατήρηση αφορά τη χρηματοδότηση του ΕΘΣ/ΕΜΠ, η οποία προέρχεται κατά 95% από τον ευρωπαϊκό χώρο, όσον αφορά στα ανταγωνιστικά προγράμματα. Η δραστηριότητα στην περιοχή της διαγνωστικής, π.χ., η οποία ελεγγύη κυρίως για να καλύψει ανάγκες του ελληνικού χώρου, χρηματοδοτήθηκε σχεδόν εξ' ολοκλήρου από ξένες εταιρίες και οργανισμούς. Επομένως, φαίνεται εκ πρώτης όψεως ότι

οι ξένες εταιρίες ξέρουν πώς να χρησιμοποιήσουν τις υπηρεσίες του Εργαστηρίου ενώ οι ελληνικές δεν το γνωρίζουν. Αυτό, παρά τις ιδιαίτερα μεγάλες προσπάθειες που έχει κάνει το ΕΘΣ/ΕΜΠ να υποστηρίξει ελληνικές δραστηριότητες τόσο ερευνητικές όσο και τεχνολογικές. Η δεύτερη παρατήρηση είναι ότι το ΕΘΣ/ΕΜΠ έχει αποδειχθεί ικανό να υποβάλει επιτυχείς ερευνητικές προτάσεις τόσο στην Ευρωπαϊκή Ένωση, όσο και στην ευρωπαϊκή βιομηχανία και, γενικότερα, παραγωγή, αλλά δε φαίνεται να είχε την ικανότητα να υποβάλει επιτυχείς προτάσεις στους ελληνικούς φορείς. Έτσι, η χρηματοδότηση που πήρε από τον ελληνικό χώρο ήταν ιδιαίτερα χαμηλή, προς μηδενική, όσον αφορά στα ανταγωνιστικά προγράμματα.

Τέλος είναι ανάγκη να τονιστεί ότι η επιτυχής αυτή δραστηριότητα του ΕΘΣ/ΕΜΠ οφείλεται σχεδόν ολοκληρωτικά στο ανθρώπινο δυναμικό που διέθετε. Από τη μια πλευρά κατάφερε να κρατήσει μερικούς από τους καλύτερους αποφοίτους των

Μηχανολόγων (οι οποίοι ενισχύουν κυρίως τα σχολεία με τα μεγάλα ονόματα στο εξωτερικό) και αφετέρου ενισχύθηκε από μια σειρά αφοσιωμένων συνεργατών (διοικητικών και τεχνικών) και έτσι ξεπέρασε αρκετές «παιδικές ασθένειες» στα πρώτα χρόνια της λειτουργίας του.

Είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ότι ο κύριος όγκος του ανθρώπινου δυναμικού που προσέφερε τις υπηρεσίες του στο ΕΘΣ/ΕΜΠ, δεν ήταν ενταγμένος σε κάποιο φορέα (π.χ. το ΕΜΠ). Παρείχε τις υπηρεσίες του από τη θέση του ελεύθερου επαγγελματία, χωρίς να συμμετέχει ουσιαστικά στο έργο που δημιουργούσε. Παραδείγματος χάριν, μέχρι και το 1990 το ΕΘΣ/ΕΜΠ δεν διέθετε άλλο μέλος ΔΕΠ εκτός από εμένα τον ίδιο, ενώ τον πρώτο τεχνίτη απέκτησε το Εργαστήριο το 1991. Η κατάσταση αυτή έχει δημιουργήσει και δημιουργεί ακόμα έντονα προβλήματα με αποτέλεσμα να έχει σπαταληθεί κατά τη διάρκεια της προσπάθειας που περιγράφηκε παραπάνω, πολλαπλάσιο δυναμικό

από εκείνο που θα χρειαζόταν σε κάποια άλλη ευρωπαϊκή χώρα. Από την άλλη πλευρά, οι συνεργάτες του Εργαστηρίου που αποφάσισαν να αποχωρήσουν, δεν έχουν βρει δουλειά η οποία να χρησιμοποιεί, παρά ελάχιστες από τις γνώσεις που απέκτησαν.

Προσπάθειες για να δημιουργηθεί δομή (Ινστιτούτο), η οποία θα μπορούσε να λύσει αρκετά από τα προβλήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω και να δημιουργήσει τις ελάχιστες συνθήκες χωρίς κρατική χρηματοδότηση για να συνεχίσει το ανθρώπινο αυτό δυναμικό απερίσπαστο τις προσπάθειες που κατέβαλε, προσέκρουσε σε πολλές αντιδράσεις.

Πιστεύω ότι μια περισσότερο σε βάθος ανάλυση της εμπειρίας του ΕΘΣ/ΕΜΠ θα μπορούσε να δώσει χρήσιμες πληροφορίες, σχετικά με τις αιτίες στις οποίες οφείλονται τα αρνητικά αποτελέσματα που έχουν καταγραφεί μέχρι σήμερα, για την αδυναμία των ερευνητικών δραστηριοτήτων να υποστηρίξουν τις αντίστοιχες παραγωγικές στη χώρα μας.

Διόρθωση

Στο τεύχος 17 του Περιοδικού ΠΥΡΦΟΡΟΣ (σελ. 64) κατά την δημοσίευση του άρθρου «Μέθοδος Εκμεταλλεύσεως της Θηραϊκής Γης στα Ορυχεία της Σαντορίνης» εκ παραδρομής έγινε αναστροφή των ονομάτων των συγγραφέων. Η ορθή σειρά είναι: *P. Λειβαδάρος*, Δρ. Μηχανικός Μεταλλείων, επιστ. συνεργάτης του Τομέα Μεταλλευτικής ΕΜΠ και *X. Τσουτρέλης*, καθηγητής στο Τμ. Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών ΕΜΠ.

Η σύνταξη του Περιοδικού ζητά συγγνώμη για το λάθος αυτό.