

in areas where separated. Clean the area with Methyl-Ethyl-Ketone (MEK) and allow to dry. Apply sealer between the skin and doubler along the aft edge. Use Type I sealer, Class B-2 as defined in the Structural Repair Manual, Chapter 51, Fuel, Weather, Pressure and High-Temperature Sealing-Maintenance Practices. Clamp the skin to the doubler using flat wooden blocks to distribute the clamping force over the entire area.

B. Ultrasonic inspection of the sealed area is now required to be repeated every 300 hours of 18 calendar months whichever occurs first, to check for possible growth of the separation area. It is recommended that the separated area be accurately defined pictorially and included in the permanent airplane records to facilitate reinspection of the area.

3. If separation exists between the skin and doubler and extends forward from the aft edge of the skin 2.50 inches for a length of 3.00 inches or if separation exists between the skin and doubler and extends forward 0.75 inches to the rivet line for the total length of the

doubler, the skin assembly must be replaced within the next three (3) months from the date of inspection. The three (3) month period is allowed for scheduling purposes into an approved service center. Citation Customer Service, Citation Marketing Division, Cessna Aircraft Company, P.O. Box 7704, Wichita, KS 67277, must be contacted for spare parts and any support or recommendations for scheduling to stay within the three (3) month replacement time frame.

Πρόεδρος: Ευχαριστούμε πολύ το συνάδελφο Γιώργο Αναστασόπουλο για την πρωτότυπη και τεχνικά άρτια παρουσίασή του.

Και τώρα θα ήθελα να δώσουμε το λόγο στο συνάδελφο Τσουκαλά, ναυπηγό μηχανικό, ο οποίος θα μιλήσει με θέμα: «Εφαρμογή μεθόδων μη καταστροφικού ελέγχου, στον έλεγχο και τη βελτίωση της ποιότητας χυτοπρεσσαριστών μηχανολογικών εξαρτημάτων».

Θέμα: Εφαρμογή μεθόδων μη καταστροφικού ελέγχου, στον έλεγχο και τη βελτίωση της ποιότητας χυτοπρεσσαριστών μηχανολογικών εξαρτημάτων.

Εισηγητής: **B. Τσουκαλάς, NMM.**

Εισαγωγή

Η χύτευση υπό πίεση σαν μέθοδος παραγωγής μεγάλης ακρίβειας έχει σήμερα μία πολύ σημαντική συμβολή στην παραγωγή μηχανολογικών εξαρτημάτων υψηλών απαιτήσεων που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς της σύγχρονης βιομηχανίας. Οι κινητήρες ΜΕΚ, τα οχήματα, οι ηλεκτρονικές κατασκευές (π.χ. οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές), τα ρομπότ, οι αεροναυπηγικές κατασκευές, οι τηλεπικοινωνίες, οι οικιακές συσκευές και επιπλώσεις αποτελούν μερικές μόνο από τις περιοχές εφαρμογής της.

Το μεγάλο αυτό πλήθος εφαρμογών των χυτοπρεσσαριστών στις σύγχρονες μηχανολογικές κατασκευές, καθώς και η εξαιρετική πολυπλοκότητα της χύτευσης υπό πίεση, με μεγάλο αριθμό παραμέτρων της παραγωγικής διαδικασίας να την επηρεάζουν σημαντικά, επιβάλλουν την εφαρμογή αξιόπιστων τεχνικών άμεσης ανίχνευσης, διαπίστωσης, εκτίμησης και ελέγχου των σφαλμάτων που παρουσιάζονται. Κατά τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί μία σημαντική ανάπτυξη των μεθόδων μη καταστροφικού ελέγχου που εφαρμόζονται στη χύτευση υπό πίεση. Η ανάπτυξη αυτή συνδυάστηκε με την ταυτόχρονη αυτο-

ματοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας, τη ρομποτική υποστήριξη και τη χρήση τεχνικών παρακολούθησης και ελέγχου των παραμέτρων που την επηρεάζουν. Ο ραδιογραφικός έλεγχος χυτοπρεσσαριστών εξαρτημάτων και η ανίχνευση σφαλμάτων με χρήση διεισδυτικών υγρών εφαρμόζονται ευρύτατα στη βιομηχανία, ενώ καταβάλλονται προσπάθειες να βελτιωθούν και να εφαρμοσθούν σε συνθήκες μαζικής παραγωγής άλλες μέθοδοι όπως οι υπέρηχοι, και οι μετρήσεις πυκνότητας. Τέλος, η εφαρμογή ακτίνων laser για τον εντοπισμό των εσωτερικών/επιφανειακών σφαλμάτων, βρίσκεται ακόμη στο αρχικό στάδιο της έρευνας.

Ο Τομέας Μηχανολογικών Κατασκευών και Αυτομάτου Ελέγχου του Ε.Μ.Π. στα πλαίσια των ερευνητικών του δραστηριοτήτων συμμετέχει σε συνεργασία με τη βιομηχανία παραγωγής χυτοπρεσσαριστών εξαρτημάτων ΒΙΟΡΑΛ ΑΒΕ στο ερευνητικό πρόγραμμα BRITE/EURAM "Product Assurance for the High Pressure Aluminium Die Casting Industry Using Machine/IKBS Systems Applied to Process Control and Non Destructive Evaluation". Βασικός στόχος του προγράμματος είναι η βελτίωση της ποιότητας των χυτοπρεσσαριστών εξαρτημάτων, η ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων χύτευσης και, κατά συνέπεια, η μείωση του κόστους παραγωγής. Για το σκοπό αυτό αναπτύσσεται έμπειρο σύστημα για τη διερεύνηση, αναγνώριση, και αξιολόγηση των σφαλμάτων χύτευσης (πορώδες, φυσαλίδες, ψυχρές ροές, σπές αερίων, ανεπαρκές γέμισμα, εγκλείσματα, γραμμές ροής κ.ά.), την αντιμετώπισή τους με κατάλληλο σχεδιασμό των χυτών και των συναφών εργαλείων (καλουπιών) και το βέλτιστο καθορισμό των παραμέτρων χύτευσης. Η εργασία αναφέρεται κυρίως στις δύο πρώτες μεθόδους μη καταστροφικού ελέγχου που αναφέρθηκαν προηγουμένως, δηλαδή το ραδιογραφικό έλεγχο και τα διεισδυτικά υγρά. Μέσα στα πλαίσια αυτά πραγματοποιούνται σειρές εργαστηριακών και βιομηχανικών δοκιμών σε συνθήκες πλήρως αυτοματοποιημένης και ελεγχόμενης παραγωγής.

Μέθοδοι μη καταστροφικού ελέγχου στη χύτευση υπό πίεση

Ακολουθεί μία σύντομη παρουσίαση των μεθόδων μη καταστροφικού ελέγχου που χρησιμοποιούνται σήμερα για τον έλεγχο των χυτοπρεσσαριστών εξαρτημάτων. Ταυτόχρονα, αναλύονται τυχόν προβλήματα και δυσκολίες που παρουσιάζει η εφαρμογή τους στη χύτευση υπό πίεση.

Ραδιογραφικός έλεγχος

Η πιο διαδεδομένη στη βιομηχανία, αλλά και ταυτόχρονα πιο αξιόπιστη μέθοδος μη καταστροφικού ελέγχου των σφαλμάτων στη χύτευση υπό πίεση είναι ο ραδιογραφικός έλεγχος. Σ' αυτόν χρησιμοποιούνται ακτίνες X ή ιριδίου για τον εντοπισμό και την ανίχνευση ογκομετρικών σφαλμάτων σε χυτοπρεσσαριστά εξαρτήματα. Συνιστάται, κυρίως, για τον έλεγχο σύνθετων και πολύπλοκων βιομηχανικών τεμαχίων. Τα τελευταία χρόνια η μεγάλη ανάπτυξη της μεθόδου,

η ικανότητά της να ανιχνεύει και να καταγράφει τα σφάλματα σε συνθήκες παραγωγής, καθώς και το σχετικά χαμηλό κόστος εγκατάστασης του απαραίτητου εξοπλισμού έχουν οδηγήσει πολλές βιομηχανίες παραγωγής χυτοπρεσσαριστών εξαρτημάτων στη χρησιμοποίησή της ως απαραίτητης διαδικασίας ποιοτικού ελέγχου.

Διεισδυτικά υγρά

Τα διεισδυτικά υγρά αποτελούν μία επίσης ιδιαίτερα διαδεδομένη μέθοδο που χρησιμοποιείται με επιτυχία για την ανίχνευση των επιφανειακών ελαττωμάτων στη χύτευση υπό πίεση. Η ερευνητική προσπάθεια στη μέθοδο αυτή στρέφεται, κυρίως, σήμερα προς την ανάλυση των δικτύων των διεισδυτικών υγρών και τον ακριβή, μέσω αυτής, υπολογισμό της θέσης και του είδους των ελαττωμάτων. Σε σύγχρονες βιομηχανικές μονάδες έχει γίνει δυνατός ο αυτόματος έλεγχος σε σειρά κομματιών χρησιμοποιώντας αριθμό από μηχανές λήψης που ελέγχουν από πολλές θέσεις τα εξεταζόμενα χυτά. Ακολουθεί η επεξεργασία και ανάλυση της εικόνας με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Υπέρηχοι

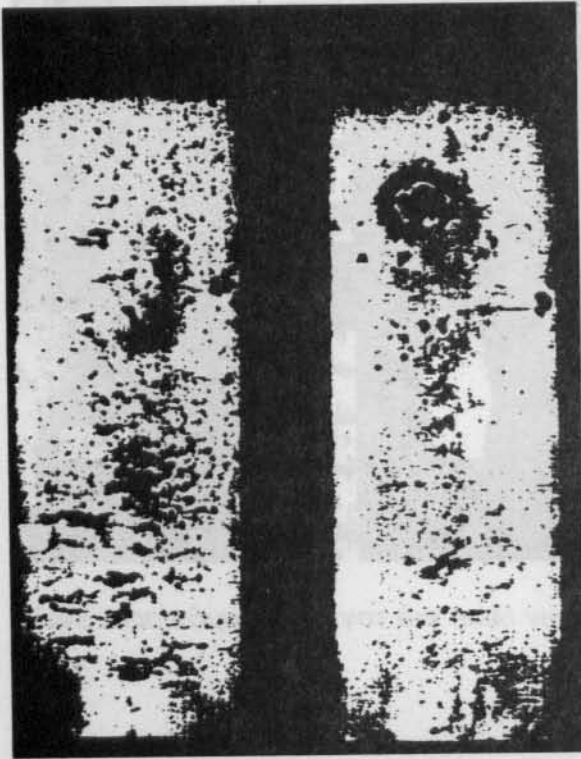
Η μέθοδος ανίχνευσης των ογκομετρικών σφαλμάτων με χρήση υπερήχων βρίσκεται ακόμη στο στάδιο της εξέλιξης και χρησιμοποιείται περιορισμένα, αφού αν και εντοπίζει με ακρίβεια τη θέση του ελαττώματος παρέχει περιορισμένες πληροφορίες όσον αφορά την έκταση και το είδος του. Παράμετροι που σχετίζονται με την εφαρμογή της μεθόδου και τα χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου υλικού (χρόνοι εκπομπής, γεωμετρία, μικροδομή) περιορίζουν την ακρίβεια της μεθόδου κατά σημαντικό ποσοστό (15 με 25%). Υπάρχουν όμως προοπτικές μελλοντικής χρήσης των υπερήχων για τον προσδιορισμό αποκλειστικής ταυτότητας του καθενός χυτοπρεσσαριστού κομματιού (product identity).

Μέτρηση πυκνότητας

Για την εκτίμηση του πορώδους που είναι και το κυριότερο ελάττωμα σε εξαρτήματα με μεγάλο πάχος τοιχωμάτων χρησιμοποιείται η μέτρηση της πυκνότητας του χυτού. Τα ικανοποιητικά αποτελέσματα και ο στοιχειώδης εξοπλισμός που απαιτείται αποτελούν τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου που, ωστόσο, η χρήση της είναι ακόμα περιορισμένη λόγω των δυσκολιών εφαρμογής της σε βιομηχανικό περιβάλλον και σε πραγματικές συνθήκες παραγωγής.

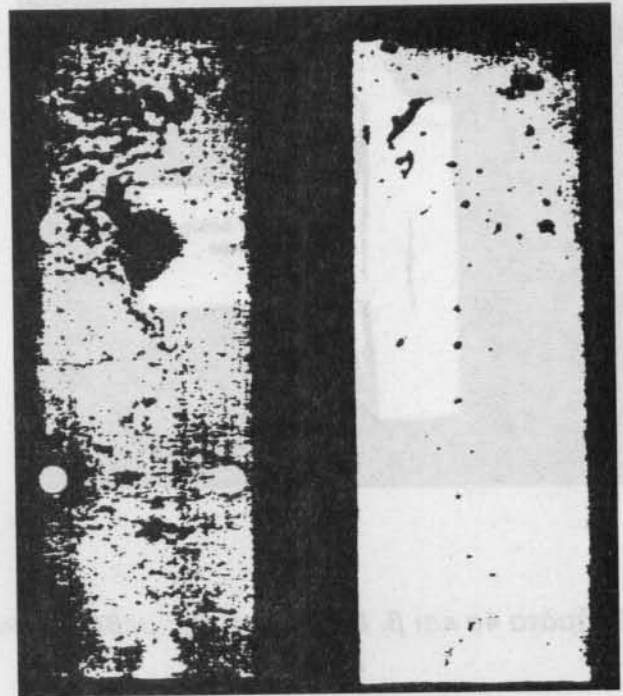
Ακτίνες laser

Η ανίχνευση με χρήση ακτίνων laser είναι μία νέα εργαστηριακή προς το παρόν μέθοδος εντοπισμού εσωτερικών σφαλμάτων, που διανύει τα αρχικά στάδια έρευνας. Το υπό εξέταση χυτό προσβάλλεται με ακτίνες laser. Το θερμικό πεδίο που δημιουργείται παρακολουθείται με χρήση θερμογραφικής μηχανής λήψης και η εικόνα αναλύεται με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών. Εντοπίζονται έτσι οι διαταραχές της θερμικής ροής που οφείλονται στην ύπαρξη εσωτερικών ελαττωμάτων και καθίσταται δυνατός ο υ-



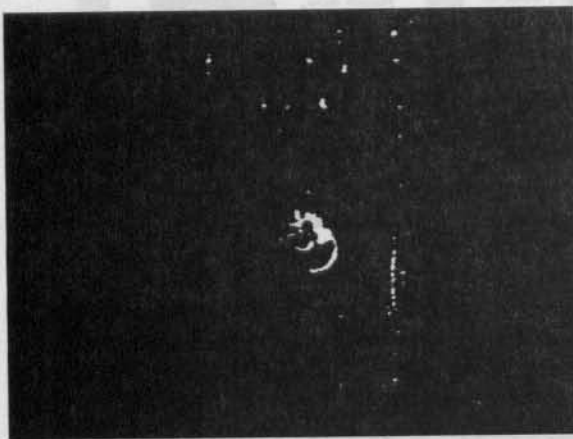
Σχήμα 1α. Ραδιογράφημα εργαστηριακής πλάκας-πυκνότητα χυτού 2.708 gms/cm³.

Σχήμα 1β. Ραδιογράφημα εργαστηριακής πλάκας-πυκνότητα χυτού 2.719 gms/cm³.



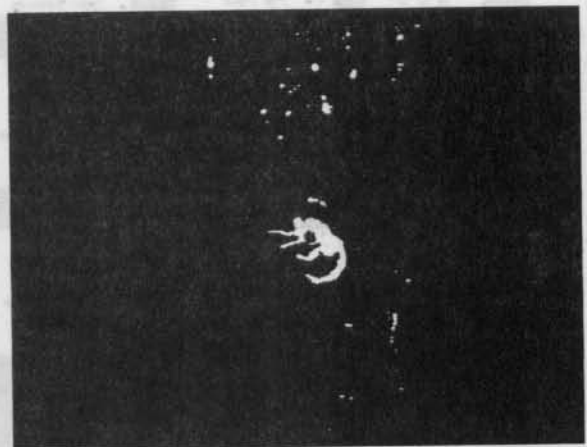
Σχήμα 2α. Ραδιογράφημα εργαστηριακής πλάκας-πυκνότητα χυτού 2.730 gms/cm³.

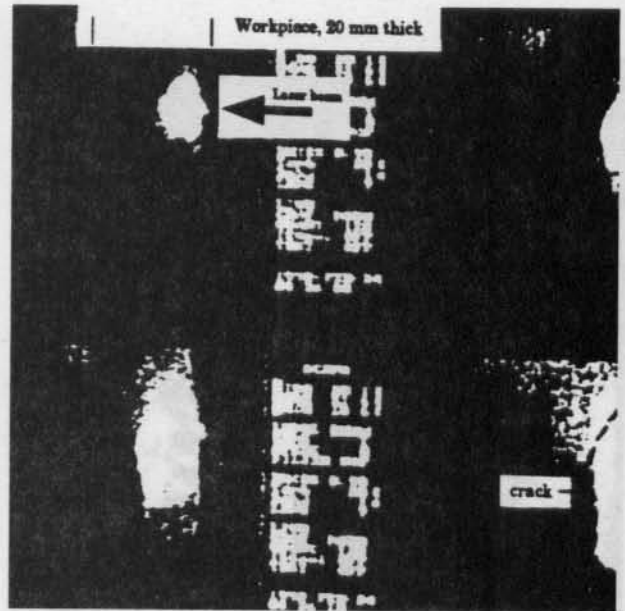
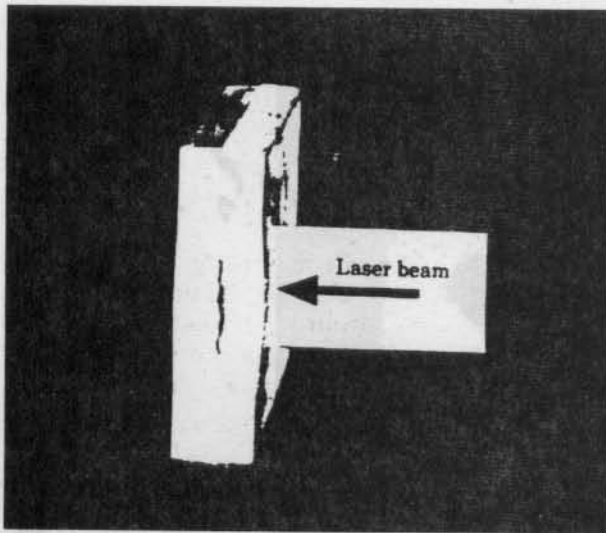
Σχήμα 2β. Ραδιογράφημα εργαστηριακής πλάκας-πυκνότητα χυτού 2.754 gms/cm³.



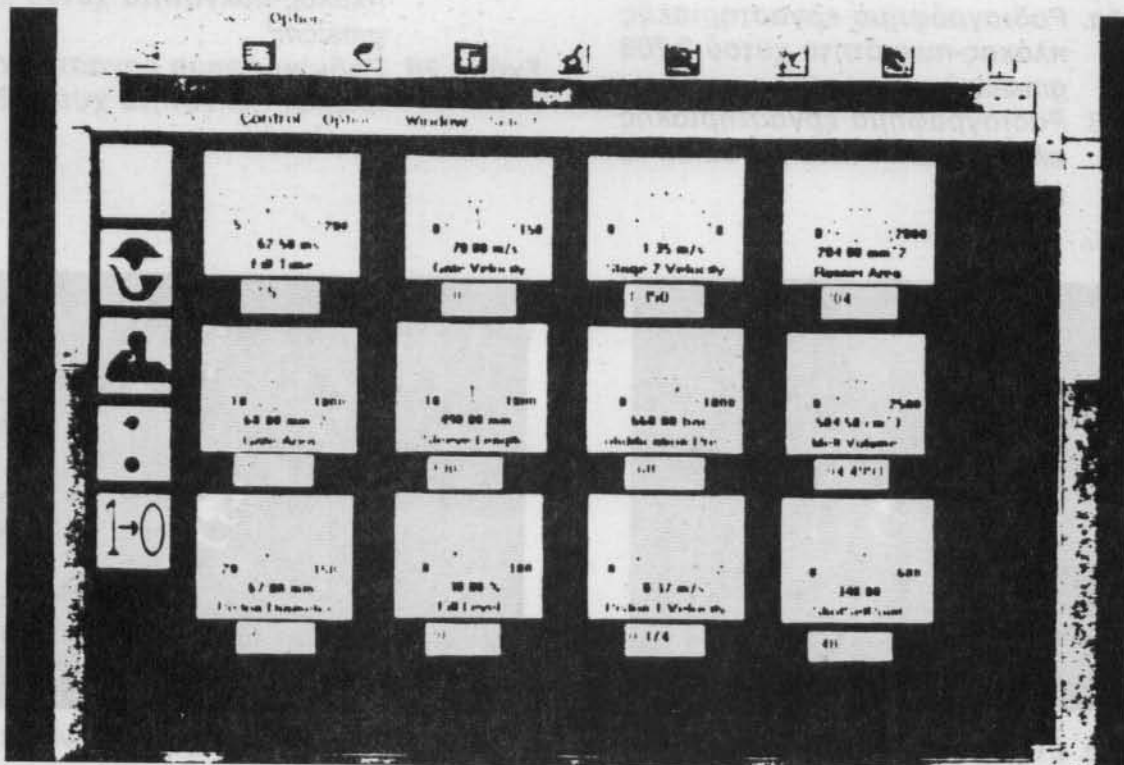
Σχήμα 3α. Εντοπισμός επιφανειακής ρωγμής με χρήση διεισδυτικών υγρών-Χρόνος εμφάνισης 1 min.

Σχήμα 3β. Η ίδια ρωγμή μετά από 10 min.





Σχήματα 4α και β. Εφαρμογή της μεθόδου των ακτίνων laser για τον εντοπισμό εσωτερικής ρωγμής.



Σχήμα 5. Μία χαρακτηριστική εικόνα από το έμπειρο σύστημα ALEXSYS.

πολογισμός του είδους, της θέσης και της έκτασης του σφάλματος.

Δόμηση έμπειρου συστήματος στη χύτευση υπό πίεση

Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη θεωρητική και πειραματική έρευνα αξιοποιούνται για τη δόμηση του έμπειρου συστήματος ALEXSYS που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένα εύχρηστο και αξιόπιστο εργαλείο στη χύτευση υπό πίεση. Το έμπειρο αυτό σύστημα συσχετίζει την εμφάνιση σφαλμάτων με συγκεκριμένες τιμές παραμέτρων της παραγωγικής διαδικασίας, προτείνει βέλτιστες τιμές των παραμέτρων αυτών και βοηθάει σημαντικά στο σχεδιασμό των προϊόντων και των εργαλείων χύτευσης. Επιπλέον, χρησιμοποιώντας μεγάλο αριθμό από φωτογραφίες και εικόνες που έχουν αποθηκευθεί σε μαγνητικά μέσα, ανιχνεύει, αναγνωρίζει το είδος σφαλμάτων, διερευνά την εμφάνισή τους και τα βαθμολογεί χρησιμοποιώντας την κλίμακα ASME. Με τον τρόπο αυτό εκτός των άλλων εξασφαλίζεται η αντικειμενικότητα του αποτελέσματος. Παρουσίαση του εργαλείου αυτού και των πλεονεκτημάτων του θα γίνει στο διεθνές συνέδριο εμπειρών βιομηχανικών

συστημάτων της Πράγας κατά τον προσεχή Σεπτέμβριο.

Πρόεδρος: Ευχαριστούμε πολύ το συνάδελφο κύριο Τσουκαλά και ελπίζουμε ότι τα όσα είπε μπορούν να βρουν εφαρμογή στην ελληνική βιομηχανία, η οποία έχει αρκετές μονάδες που ασχολούνται με θέματα χύτευσης.

Θα ήθελα να δώσω το λόγο στον επόμενο ομιλητή, τον κύριο Μολφέση, ο οποίος θα μιλήσει με θέμα: «Εργοταξιακοί μη καταστροφικοί έλεγχοι και δυνατότητα εφαρμογής τους στην ελληνική πραγματικότητα».

Παράκληση του προεδρείου είναι να μας μεταφέρει και μία εικόνα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται στο εργοτάξιο, μέσα στις εργολαβίες πάνω στο θέμα αυτό, και κατόπιν θα περάσουμε σε ένα πολύ ειδικό και αξιόλογο θέμα, αμέσως μετά την ομιλία του κυρίου Μολφέση.

Κύριε Μολφέση, έχετε το λόγο.

Θέμα: Εργοταξιακοί μη καταστροφικοί έλεγχοι και δυνατότητα εφαρμογής τους στην ελληνική πραγματικότητα.

Εισηγητής: **Κ. Μολφέσης.**

1. Πρόλογος

Όπως σε πολλούς τομείς, έτσι και ο κατασκευαστικός - επισκευαστικός κλάδος στο βιομηχανικό τομέα του ελληνικού χώρου είναι σε πολύ χαμηλότερο επίπεδο από αυτό που εν όψει της ευρωπαϊκής ενοποίησης θα έπρεπε να βρίσκεται.

Οι λόγοι ίσως είναι πολλοί, εμείς όμως θα εστιάσουμε τις παρακάτω λίγες διαπιστώσεις μας στον τομέα του ποιοτικού ελέγχου, όπου μπορούμε λόγω της πο-

λυετούς πείρας μας να μιλήσουμε υπεύθυνα.

Ποιοτικός έλεγχος στις προηγμένες τεχνολογικά χώρες γίνεται σε όλα τα είδη των κατασκευών. Γίνεται, δε, με ιδιαίτερη προσοχή σε κατασκευές που κάποια ατέλειά τους μπορεί να αποβεί επικίνδυνη για τη δημόσια ασφάλεια ή υγεία.

Για να μπορεί ο έλεγχος να είναι αποτελεσματικός θεσπίζονται κανόνες που εξασφαλίζουν την αποτελεσματικότητά του και που το κυριότερο προσόν τους