

## **ABSTRACT**

The aim of this undergraduate thesis project is to comprehend the process of a complete and knowledge-based mechanical design. More precisely, the project involves the design of thin and thick vessels that support internal pressure, which find applications in industries of oil, chemicals, medicines, plastics, power generation along with applications for services support like heat, air conditioning, storage and transport of gases, etc. Boilers, industrial pipes, and water distribution networks are some of the classical applications of pressure vessels.

The proper design of these mechanical structures is necessary in order to avoid structural failure with any associated catastrophic implications. With the recent technological and legislative advancements various techniques and methodologies have been proposed for safe design.

For the implementation of this project we convert the physical problem into a mathematical one and the structure is analyzed using (1) analytical methods within the theory of elasticity, (2) experimental methods and (3) computational methods within the finite element analysis theory.

With the proper use of these three methods, the stress distribution can be calculated precisely such as not to exceed the strength of the employed material. In conjunction with the registered national standards and regulations, we can confirm that the construction can safely serve their initial designed purpose without posing a threat to their immediate surroundings. The analytical equations for the cylindrical geometry show excellent correlation with the experimental data. Their use, however, is strictly restricted to linear elastic systems and cannot account for non-linearities introduced either through geometrical complexities or non-linear material response. Numerical methods with the use of commercially available software have been used to study the non-linear stress response arose in the design of a fire extinguisher. The finite element method was used to analyze the mechanical structure and propose an optimum geometrical shape for the base.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η κατανόηση της διαδικασίας ορθού και ολοκληρωμένου σχεδιασμού μηχανολογικών κατασκευών. Πιο συγκεκριμένα η παρούσα διπλωματική εργασία καταπιάνεται με τον σχεδιασμό λεπτότοιχων και χοντρότοιχων δοχείων εσωτερικής πίεσης, τα οποία έχουν εφαρμογές σε βιομηχανίες πετρελαίου, χημικών, φαρμάκων, πλαστικών, παραγωγής ενέργειας καθώς και στη παροχή υπηρεσιών όπως θέρμανση, κλιματισμός, αποθήκευση και μεταφορά αερίων. Κλασσικές κατασκευές δοχείων εσωτερικής πίεσης αποτελούν οι λέβητες, βιομηχανικές σωληνώσεις και τα δίκτυα παροχής νερού.

Τα δοχεία αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορους τομείς, ωστόσο κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικός ο σωστός σχεδιασμός και ανάλυση τους ώστε να αποφευχθούν αστοχίες με καταστροφικές συνέπειες. Με τη θέσπιση κανονισμών, κωδικών και τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας αναπτύχθηκαν διάφορες τεχνικές και μέθοδοι που μπορούν να βοηθήσουν στην αποφυγή τέτοιων ατυχημάτων.

Στα πλαίσια υλοποίησης της εργασίας αυτής, το φυσικό πρόβλημα το μετατρέπουμε σε μαθηματικό και η κατασκευή επιλύετε: (1) με αναλυτική ανάλυση στα πλαίσια της θεωρίας της ελαστικότητας, (2) πειραματικά και (3) υπολογιστικά με τη μέθοδο πεπερασμένων στοιχείων.

Με την σωστή εφαρμογή των τριών αυτών μεθόδων οι κατανομές των τάσεων μπορούν να υπολογιστούν με ακρίβεια έτσι ώστε να μην ξεπερνούν την αντοχή του εφαρμοσμένου υλικού. Σε συνδυασμό με τα καταγεγραμμένα εθνικά πρότυπα και κανονισμούς οι κατασκευές μπορούν να εξυπηρετούν με ασφάλεια τον αρχικό σκοπό σχεδιασμού τους χωρίς να απειλούν με ανθρώπινες ή υλικές απώλειες. Έγινε διεξαγωγή των μεθόδων και επαληθεύτηκαν η αναλυτική ανάλυση με τα πειράματα που διεξαχθήκαν. Στο υπολογιστικό μέρος με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων λόγω της πολυπλοκότητας της γεωμετρίας η επαλήθευση έγινε σε μέρη που αναλύονταν σε απλές γεωμετρίες.