

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ



**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
ΟΧΥΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**



Διπλωματική Εργασία
Γεώργιος Κ. Πανούσης

Επιβλέπων
Δρ. Χάρης Γαντές
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2005

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τομέας Δομοστατικής



ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΟΧΥΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Διπλωματική εργασία

Γεώργιος Κ. Πανούσης

Επιβλέπων

Δρ. Χάρης Γαντές

Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2005

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την παρούσα διπλωματική εργασία έγινε προσπάθεια να διερευνηθούν οι μέθοδοι σχεδιασμού των οχυρωματικών έργων.

Βάση για την προσέγγιση του σχεδιασμού των οχυρωματικών έργων αποτέλεσε η τελευταία έκδοση του εγχειριδίου του στρατού των Η.Π.Α. TM 5-855-1, "Design and Analysis of Hardened Structures to Conventional Weapons Effects", The Departments of Army, Air Force and Navy and the Defence Special Weapons Agency, USA, 1998.

Στο πρώτο κεφάλαιο διαπιστώνεται η αναγκαιότητα της οχύρωσης και της ύπαρξης σύγχρονων μεθόδων σχεδιασμού των οχυρωματικών έργων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παραθέτονται γενικές απόψεις περί της οχύρωσης και της στρατιωτικής της χρήσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται ιστορικά στοιχεία για την οχύρωση από τους αρχαιότερους χρόνους μέχρι το Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του ωστικού κύματος για ιδανικές, μη ιδανικές και εσωτερικές εκρήξεις.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύεται η διαδικασία εύρεσης των φορτίων σχεδιασμού για τα οχυρωματικά έργα.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο της μηχανικής συμπεριφοράς σκυροδέματος και χάλυβα. Αναλύεται η μεταξύ τους αλληλεπίδραση και παραθέτονται στοιχεία για την χρήση των υλικών αυτών στα οχυρωματικά έργα.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μέθοδοι ανάλυσης για τον υπολογισμό της δυναμικής απόκρισης των κατασκευών που υπόκεινται σε φορτία εκρήξεων.

Στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μέθοδος σχεδιασμού ενός οχυρωματικού έργου με τη χρήση συγκεκριμένων λογισμικών προγραμμάτων. Αναλύεται το έργο «Παθητικό Σκέπαστρο Διμοιρίας» και γίνεται διερεύνηση των ορίων της αντοχής του.

Τέλος, στο παράρτημα Α δίδονται χρήσιμες συμβουλές χρήσης των συγκεκριμένων προγραμμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη του παραπάνω έργου, στο παράρτημα Β παραθέτονται οι κώδικες εισαγωγής και τα αποτελέσματα των προγραμμάτων που αφορούν στη μελέτη του Παθητικού Σκέπαστρου Διμοιρίας, και στο παράρτημα Γ παραθέτονται ενδεικτικά, οι κώδικες εισαγωγής στοιχείων καθώς και τα εξαγόμενα των προγραμμάτων που αφορούν στη διερεύνηση αντοχής του έργου.

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

Department of Structural Engineering



**INVESTIGATION OF DESIGN METHODS
FOR HARDENED STRUCTURES**

Diploma Thesis of
Georgios K. Panousis
Supervisor
Dr. Charis Gantes
Assistant Professor N.T.U.A.
Athens, April 2005

ABSTRACT

The present diploma thesis concerns an attempt to explore the design methods for hardened structures.

The basis of approach to the design of hardened structures was the US Army Technical Manual No. TM 5-855-1, "Design and Analysis of Hardened Structures to Conventional Weapons Effects", The Departments of Army, Air Force and Navy and the Defense Special Weapons Agency, USA, 1998.

The first chapter presents the need of fortification and the call for having updated design methods for hardened structures.

The second chapter presents general aspects concerning hardened structures and their military use.

The third chapter consists of a detailed presentation of the fortification through history from the ancient times till WW II.

The fourth chapter presents the characteristics of the shock waves of ideal and non-ideal explosions and internal blasts.

The fifth chapter presents a process of obtaining design loads for hardened structures.

The sixth chapter provides the theoretical background of mechanical behavior of reinforced concrete and structural steel. It presents the interaction of these materials and essential characteristics for their use in hardened structures.

The seventh chapter presents the analysis process for the calculation of dynamic response of structures subjected to explosion effects.

The eighth chapter presents an example of design of a hardened structure utilizing special computer codes accompanying TM 5-855-1. The structure of a "Hardened Squad Facility" is analyzed and an investigation of its response limits is performed.

Finally, appendix A contains useful hints of the above used computer codes from the point of view of users, appendix B contains the inputs and outputs of the computer codes for the design of the "Hardened Squad Facility" and appendix C contains selected inputs and outputs of the computer codes for the investigation of its response limits.