

# **Μέθοδοι Αριθμητικής και Αναλυτικής Μελέτης της Σεισμικής Ευστάθειας Βραχωδών Πρανών - Αντισεισμικός Σχεδιασμός Μέτρων Σταθεροποίησης.**

**Ελένη Αθανασοπούλου**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος "Αντισεισμική Γεωτεχνική Μηχανική", και πραγματεύεται τη συμπεριφορά βραχωδών πρανών υπο σεισμική φόρτιση.

Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της σεισμικής συμπεριφοράς (ευστάθειας) βραχωδών πρανών. Έμφαση δίνεται στην επίδραση της δομικής ασυνεχ ότητας της βραχώμαζας και στις απαιτήσεις αντισεισμικού σχεδιασμού μέτρων σταθεροποίησης.

Οι ιδιαιτεροτητες της βραχώμαζας ως προς τη δομή και τις ιδιοτητές της, συντελούν στο να διαφοροποιείται η συμπεριφορά της έναντι του εδαφικού υλικού. Ενδιαφέρον παρουσιάζει, για παράδειγμα, εάν η ύπαρξη των ασυνεχειών επηρεάζει τη μετάδοση της σεισμικής διέγερσης και με ποιο τρόπο.

Αρχικά κρίθηκε σκόπιμο να αναφερθούν οι πιο διαδεδομένες από τις αναλυτικές μεθόδους ανάλυσης ευστάθειας πρανών, ενώ δίνεται έμφαση στην ανάλυση πρανών υπό σεισμική φόρτιση. Παρουσιάζονται η ψευδοστατική μέθοδος και η μέθοδος Newmark (γνωστή και ως μέθοδος ολισθαίνοντος μπλοκ) και κάποιες παραλλαγές αυτών, που κατά καιρούς προτάθηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία, σε αντιδιαστολή με τις αριθμητικές αναλύσεις που στηρίζονται σε πεπερασμένα στοιχεία και κερδίζουν διαρκώς έδαφος. Γίνεται επίσης, μια παρουσίαση του Αντισεισμικού Σχεδιασμού (βραχωδών) πρανών όπως προτείνεται από τον ΕΑΚ 2000, και επιπλέον προτείνεται μεθοδολογία για τη διαστασιολόγηση των μέτρων ενίσχυσης βραχωδών πρανών (αγκυρώσεις).

Η πολυπλοκότητα των προβλημάτων που καλείται να αντιμετωπίσει ο σύγχρονος μηχανικός, σε συνδυασμό με την εξέλιξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών, καθιστούν επιτακτική τη χρήση εξειδικευμένου λογισμικού. Ειδικότερα, ικανοποιητική προσέγγιση στην προσομοίωση της βραχώμαζας προσφέρουν κώδικες που μοντελοποιούν επιτυχώς το ασυνεχές μέσο, και βασίζονται κυρίως στη χρήση Διακεκριμένων Στοιχείων (DEM). Ένα τέτοιο πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκε για να μελετηθεί η συμπεριφορά βραχωδών πρανών υπό σεισμική φόρτιση.

Για το σκοπό της εργασίας αυτής έγιναν παραμετρικές αναλύσεις με τη χρήση απλών αριθμητικών μοντέλων που προσομοιώνουν τη δομή και τη συμπεριφορά της βραχώμαζας. Στην αρχή χρησιμοποιήθηκαν μοντέλα με οριζόντιες ασυνέχειες, που διαφοροποιούνται ως προς την πυκνότητα των ασυνεχειών, και συγκρίνονται με την άρρηκτη βραχώμαζα. Στη βάση των μοντέλων εισάγεται η σεισμική διέγερση (παλμος Ricker), και τα σημεία ελέγχου που έχουν οριστεί στο "σώμα" του μοντέλου καταγράφουν τη διάδοση του κύματος προς την ελεύθερη επιφάνεια με τη μορφή SH κυμάτων. Παρακολουθούνται οι ιστορίες x- y- επιτάχυνση, x- y- ταχύτητα, x- y μετατόπιση, διατμητική τάση  $\sigma_{xy}$  και ορθή τάση  $\sigma_{xx}$ , με τη βοήθεια των οποίων εξάγονται τα συμπεράσματα και γίνεται ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Στη συνέχεια

επιδιώκεται η προσέγγιση της βραχόμαζας που ολισθαίνει σε κεκλιμένο επίπεδο ως σύστημα με ένα βαθμό ελευθερίας. Μελετάται, δηλαδή, η επίδραση μίας μονο ασυνέχειας στη διάδοση της σεισμικής διέγερσης. Ακολούθως μοντελοποιούνται πρηνή με συγκεκριμένη γεωμετρία και δύο συστήματα ασυνεχειών κάθετα μεταξύ τους, με σκοπο να μελετηθεί η συμπεριφορά του πρηνούς στη σεισμική διέγερση, αλλά και ο μηχανισμος αποσταθεροποίησης.

Τέλος, γίνεται μία εφαρμογή αριθμητικής σεισμικής ανάλυσης σε Τεχνικό Έργο αντιστήριξης βραχωδών πρηνών, και συγκεκριμένα στο πρηνές της Ι. Μ. Σταυρονικήτα, στο Άγιο Όρος. Στη βάση του πρηνούς εισάγεται χρονοϊστορία ταχυτήτων. Ως σεισμός εισαγωγής χρησιμοποιήθηκε η καταγραφή της σεισμικής δόνησης της περιοχής Κοζάνης-Γρεβενών (1995).