

Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία πραγματεύεται την εκτίμηση των σεισμικών φορτίων σχεδιασμού της σήραγγας του μετρό Θεσσαλονίκης. Η προσπάθεια αυτή εντάσσεται στα πλαίσια της μικροζωνικής μελέτης της Θεσσαλονίκης και εντοπίζεται κατά μήκος του άξονα του μετρό. Παράλληλα με τα σεισμικά φορτία σχεδιασμού, επιχειρείται μια προκαταρκτική εκτίμηση των εγκάρσιων και των διαμήκων (αξονικών και καμπτικών) παραμορφώσεων, που αναπτύσσονται, καθώς και μια προκαταρκτική εκτίμηση της σεισμικής τρωτότητας σηράγγων, τύπου ολομέτωπης διάνοιξης και τύπου Cut and Cover (και οι δυο παραπάνω τύποι έχει αποφασισθεί να χρησιμοποιηθούν, κατά τόπους, στη φάση κατασκευής του έργου). Η μελέτη βασίστηκε πάνω σε στοιχεία από την προμελέτη του έργου, από τις εταιρίες ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. – ΓΕΩΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ Α.Ε. και από την ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ καθώς και σε στοιχεία από την υπάρχουσα μικροζωνική μελέτη Θεσσαλονίκης.

Αντικειμενικός σκοπός της εργασίας αυτής ήταν, σε πρώτη φάση, η έρευνα των τοπικών εδαφικών συνθηκών κατά μήκος του άξονα του έργου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε μια υπάρχουσα γεωτεχνική τομή, που συντάχθηκε από τις παραπάνω εταιρίες, και στοιχεία από πραγματοποιηθείσες γεωτρήσεις στην ευρύτερη περιοχή του έργου. Στη συνέχεια εκτιμήθηκαν τα δυναμικά χαρακτηριστικά των εδαφικών σχηματισμών, που συναντήθηκαν σε κάθε θέση μελέτης και η θέση του βραχώδους υποβάθρου, με βάση τα στοιχεία από τη μικροζωνική μελέτη. Ακολούθησε η μελέτη εδαφικής απόκρισης, για κάθε μια από τις επιλεγμένες θέσεις, με το λογισμικό EERA, που είναι ένα πρόγραμμα ισοδύναμης μονοδιάστατης γραμμικής ανάλυσης. Ως σεισμική διέγερση εισαγωγής χρησιμοποιήθηκε μια σειρά πραγματικών καταγραφών σεισμικών γεγονότων, τέτοιων ώστε να αντιπροσωπεύουν, κατά το δυνατόν, τις σεισμοτεκτονικές, γεωλογικές, εδαφοδυναμικές και εν γένει τις τοπικές συνθήκες της περιοχής του έργου και μια συνθετική χρονοϊστορία. Μια σημαντική παράμετρος ήταν υιοθέτηση των κατάλληλων καμπυλών $G - \gamma - D$ για κάθε τύπο εδάφους, ωστόσο, ελήφθησαν αυτές που προβλέπονται από τη μικροζωνική μελέτη.

Όσον αφορά στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων, σε πρώτο στάδιο δόθηκε έμφαση στα αποτελέσματα της εδαφικής απόκρισης για κάθε εδαφικό προφίλ. Πιο συγκεκριμένα, εκτιμήθηκε ένα μέσο φάσμα απόκρισης επιταχύνσεων, ταχυτήτων και μετακινήσεων και τα όρια μέσος όρος συν τυπική απόκλιση και μέσος όρος πλην τυπική απόκλιση. Έγινε κατάταξη εδαφών σύμφωνα με τον ΕΑΚ2000 και τον Ευρωκώδικα 8 και σχεδιάστηκαν τα κανονικοποιημένα φάσματα απόκρισης επιταχύνσεων σε παράθεση με τα φάσματα σχεδιασμού των κανονισμών, για τις προβλεπόμενες από την παραπάνω κατάταξη κατηγορίες εδαφών. Εκτιμήθηκε η μεταβολή της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης (PGA), ταχύτητας (PGV) και μετακίνησης (PGD) κατά μήκος του άξονα του έργου, καθώς και η μέση αναμενόμενη τιμή, για καθένα από τα προαναφερθέντα μεγέθη, σε κάθε θέση. Παράλληλα, εκτιμήθηκε η μεταβολή της δεσπόζουσας ιδιοπεριόδου της ισχυρής εδαφικής κίνησης και η φασματική ενίσχυση, που έλαβε χώρα, κατά μήκος του μετρό. Τέλος, έγινε επεξεργασία των αποτελεσμάτων, ώστε να εκτιμηθεί η μεταβολή της επιτάχυνσης και της διατμητικής παραμόρφωσης με το βάθος, για κάθε εδαφικό προφίλ.

Το επόμενο στάδιο επεξεργασίας των υπολογισμών περιλαμβάνει την προκαταρκτική εκτίμηση των διατμητικών παραμορφώσεων. Αφού έγινε μια αναλυτική περιγραφή κρίσιμων αναπτυσσόμενων παραμορφώσεων, λόγω ενός σεισμικού γεγονότος, σε ένα επίμηκες έργο, όπως οι σήραγγες (κεφάλαιο 2), έγινε υπολογισμός των διατμητικών παραμορφώσεων, μέσω της ανάλυσης εδαφικής απόκρισης, και στη συνέχεια επιχειρήθηκε μια προκαταρκτική εκτίμηση των εγκάρσιων και διαμήκων (αξονικών και καμπτικών) παραμορφώσεων με βάση τη σχετική βιβλιογραφία. Τέλος, έγινε μια προσπάθεια να εκτιμηθεί η σεισμική τρωτότητα του υπό μελέτη έργου, με βάση τις προτεινόμενες κατά Hazus' 99 καμπύλες τρωτότητας.

Για λόγους πληρότητας, στα δύο πρώτα κεφάλαια γίνεται μια σύντομη, αλλά περιεκτική περιγραφή των βασικών αρχών αντισεισμικού σχεδιασμού των σηράγγων και των αναμενόμενων σεισμικών βλαβών, που συνοδεύεται από μια πλούσια φωτογραφική τεκμηρίωση καταγεγραμμένων βλαβών σε σήραγγες, από σεισμούς του παρελθόντος.