



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

## Επίδραση τοπογραφίας φαραγγιού στη μέγιστη σεισμική επιτάχυνση της επιφάνειας του εδάφους

Ματίνα Νημά

### Περίληψη Διπλωματικής Εργασίας

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές δημοσιεύσεις σχετικά με την επίδραση της τοπογραφίας στην ενίσχυση της μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης, στην οριζόντια και την κατακόρυφη διεύθυνση. Παρόλα αυτά, συστηματική και παραμετρική διερεύνηση της σχετικής επίδρασης βρέθηκε να έχει πραγματοποιηθεί μόνο για την περίπτωση μονοκλινούς πρανούς (π.χ Βουσκοvalas & Paradimitriou 2005, 2006). Τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει στο Π.Θ. μία σχετική ερευνητική προσπάθεια και έχει αποδώσει αποτελέσματα για την περίπτωση τοπογραφίας μορφής συμμετρικού λόφου και συμμετρικού φαραγγιού υπό αρμονική διέγερση (Τιμοθέου 2008), καθώς και για την περίπτωση συμμετρικού λόφου υπό πραγματικές σεισμικές διεγέρσεις «λίγων» και «πολλών» κύκλων (Μυλωνάκη 2010). Στην παρούσα εργασία η αντίστοιχη διερεύνηση γίνεται για την περίπτωση συμμετρικού φαραγγιού, και πάλι υπό πραγματικές σεισμικές διεγέρσεις «λίγων» και «πολλών» κύκλων. Σε κάθε περίπτωση, η εν λόγω επίδραση συγκρίνεται με την τοπογραφική επιδείνωση του αντίστοιχου μονοκλινούς πρανούς, δηλαδή του πρανούς με ίδιο ύψος  $H$ , κλίση πρανών  $i$  και απόσβεση εδάφους  $\xi$ , που υποβάλλεται στην ίδια σεισμική διέγερση με δεσπόζον μήκος κύματος  $\lambda$ .

Πιο συγκεκριμένα, με χρήση του λογισμικού πεπερασμένων διαφορών FLAC πραγματοποιήθηκαν 2D ιξωδο-ελαστικές αναλύσεις σεισμικής απόκρισης γραμμικού ομοιόμορφου εδάφους (απόσβεσης  $\xi = 5\%$ ), που διαμορφώνει στην επιφάνεια συμμετρικό φαράγγι ύψους  $H$  και κλίσης πρανών  $i$  και πλάτους βάσης  $B$ . Οι σεισμικές διεγέρσεις αντιστοιχούν σε κατακόρυφα προσπίπτοντα κύματα SV με δεσπόζον μήκος κύματος  $\lambda$ . Καθώς το ίδιο δεσπόζον μήκος κύματος  $\lambda$  μπορεί να προέρχεται από εντελώς διαφορετικές μορφές χρονοϊστορίας διέγερσης, κάθε φαράγγι (και το αντιστοιχούν πρανές) κλίσης πρανών  $i$  και αδιάστατου ύψους  $H/\lambda$  υποβλήθηκε σε τρεις (3) διαφορετικές χρονοϊστορίες διέγερσης (που έχουν όλες το ίδιο δεσπόζον μήκος κύματος  $\lambda$ ) και οι οποίες είναι: α) μια αρμονική (Τιμοθέου 2008), β) την πραγματική καταγραφή «λίγων» κύκλων του σεισμού Αιγίου (1995) και γ) την πραγματική καταγραφή «πολλών» κύκλων του σεισμού Κοζάνης (1995), όλες κατάλληλα διαμορφωμένες στο επιθυμητό μήκος κύματος  $\lambda$ , κάθε φορά. Οι αναλύσεις για κάθε μορφή χρονοϊστορίας διέγερσης πραγματοποιήθηκαν για κλίσεις πρανών  $i = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ , αδιάστατα ύψη  $H/\lambda = 0.20$  και  $0.45$  και για πλάτη της βάσης του φαραγγιού  $B = 0.1H, H, 5H, 20H, \infty$  (μονοκλινές



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

πρανές, δηλαδή θεωρώντας το μονοκλινές πρανές ως ένα φαράγγι με πόδα Β απείρου πλάτους). Το συνολικό πλήθος των αναλύσεων ανέρχεται σε 72.

Η έμφαση στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων δόθηκε στην τοπογραφική επιδείνωση της μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης, στην οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση, καθ' όλο το μήκος της επιφάνειας του εδάφους, και μετά στις μέγιστες τιμές τοπογραφικής επιδείνωσης στην περιοχή πίσω από τη στέψη και μπροστά από τον πόδα. Από την επεξεργασία προκύπτουν τα κάτωθι συμπεράσματα:

- Ανεξαρτήτως πλάτους Β της βάσης του φαραγγιού, η χωρική διαφοροποίηση της ταλάντωσης καθορίζεται ποιοτικά από το αδιάστατο ύψος  $H/\lambda$  και την κλίση πρανών  $i$ , και δευτερευόντως από τον αριθμό κύκλων της διέγερσης. Στην πράξη ο αριθμός κύκλων διέγερσης καθορίζει την ένταση της χωρικής διαφοροποίησης, αλλά δεν επηρεάζει τις μέγιστες τιμές τοπογραφικής επιδείνωσης. Το πλάτος Β φαίνεται να επηρεάζει μόνο ποσοτικά αυτή την χωρική διαφοροποίηση, και μάλιστα η αδιάστατη τιμή αυτού  $B/\lambda$ .
- Η μέγιστη ενίσχυση της οριζόντιας επιτάχυνσης  $A_{hc}$  πίσω από τη στέψη φαραγγίων αυξάνει πολύ ελαφρώς, όσο μειώνεται το αδιάστατο πλάτος της βάσης του φαραγγιού  $B/\lambda$ . Αντιθέτως, η μέγιστη ενίσχυση της οριζόντιας επιτάχυνσης  $A_{ht}$  μπροστά από τον πόδα φαραγγίων μειώνεται ραγδαία, όσο μειώνεται το αδιάστατο πλάτος της βάσης του φαραγγιού  $B/\lambda$ , ειδικά για  $B/\lambda < 1$ .
- Η μέγιστη ενίσχυση της παρασιτικής κατακόρυφης επιτάχυνσης  $A_{vc}$  πίσω από τη στέψη φαραγγίων αυξάνει σημαντικά, όσο μειώνεται το αδιάστατο πλάτος της βάσης του φαραγγιού  $B/\lambda$ . Αντίστοιχη αύξηση παρατηρείται και για τη μέγιστη ενίσχυση της παρασιτικής κατακόρυφης επιτάχυνσης  $A_{vt}$  μπροστά από τον πόδα φαραγγίων (μέχρι  $B/\lambda > 0.4$ ), η οποία όμως γίνεται μείωση για πολύ στενά, αλλά μη ρεαλιστικά, φαράγγια ( $B/\lambda < 0.1$ ).

Επισημαίνεται ότι τα ανωτέρω αποτελέσματα για τις μέγιστες ενισχύσεις  $A_{hc}$ ,  $A_{ht}$ ,  $A_{vc}$  και  $A_{vt}$ , σε συνδυασμό με ήδη δημοσιευμένες προσεγγιστικές σχέσεις των Bouckonavalas & Paradimitriou (2005, 2006) για ένα μεγάλο εύρος περιπτώσεων μονοκλινών πρανών, συνθέτουν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο εκτίμησης της τοπογραφικής επιδείνωσης της μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης στην επιφάνεια του εδάφους πλησίον δισδιάστατων (2Δ) συμμετρικών φαραγγίων τραπεζοειδούς μορφής.

**Επιβλέπων:** Αχιλλέας Παπαδημητρίου, Λέκτορας  
Οκτώβριος 2011