



ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ  
ΕΝΩΣΗ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ  
ΤΑΜΕΙΟ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ Παιδείας και Θρησκευμάτων, Πολιτισμού και Αθλητισμού



η περιφέρεια στο επίκεντρο της ανάπτυξης



**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ Παιδείας και Θρησκευμάτων, Πολιτισμού και Αθλητισμού**  
**ΓΓΕΤ – ΕΥΔΕ-ΕΤΑΚ**

Ε. Π. Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα (ΕΠΑΝ ΙΙ), ΠΕΠ Μακεδονίας – Θράκης, ΠΕΠ Κρήτης και Νήσων Αιγαίου, ΠΕΠ Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας – Ηπείρου, ΠΕΠ Αττικής

## Παραδοτέο 4.2: Τεχνική Εκθεση για την Αποτίμηση Βλαβών οφειλομένων σε εδαφικές μετακινήσεις.

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΑΤΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ Α.Ε.  
ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΣ Ο.Τ.Μ. Α.Ε.

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ '15



Στο παρόν Πακέτο Εργασίας αναλύεται αριθμητικώς η απόκριση βάρου γεφύρας υποβαλλομένου σε σεισμική τεκτονική διάρρηξη. Εξετάζονται δύο χαρακτηριστικοί τύποι θεμελιώσεως: (α) επιφανειακή θεμελίωση και (β) πασσαλομάδα. Τα μελετηθέντα συστήματα απεικονίζονται σκαριφηματικά στα **Σχήματα (i) και (ii)** και συνοψίζονται ως ακολούθως :

### **A. Αλληλεπίδραση Διάρρηξης–Εδάφους–Θεμελιολωρίδας–Βάρου**

Διερευνώνται παραμετρικώς:

- A1. Πάχος εδαφικής στρώσης :  $H = 40$  m
- A2. Ύψος βάρου :  $H_p = 6$  m, 10 m
- A3. Πλάτος Θεμελιολωρίδας :  $B = 10$  m, 20 m
- A4. Εδαφικό Προφίλ : Πυκνή άμμος, Χαλαρή άμμος
- A5. Φορτίο Ανωδομής  $q$  : 40 kPa
- A6. Σχετική θέση ως προς την διάρρηξη :  $s/B = 0.1, 0.3, 0.5, 0.7,$  και  $0.9$
- A7. Σύνδεση βάρου–καταστρώματος : μονολιθική, ή μέσω εφεδράνων
- A8. Καμπτική δυσκαμψία διατομής βάρου :  $EI_p = 10, 50,$  και  $150$  GNm<sup>2</sup>
- A9. Αξονική δυστένεια καταστρώματος ή εφεδράνων :
  - $K = 2$  GN/m, 10 GN/m (κατάστρωμα)
  - $K = 3$  MN/m, 6 MN/m (εφέδρανα)

### **B. Αλληλεπίδραση Διάρρηξης–Εδάφους–Πασσαλομάδας**

Διερευνώνται παραμετρικώς:

- B1. Πάχος εδαφικής στρώσης :  $H = 20$  m
- B2. Πλάτος Κεφαλόδεσμου :  $B = 10$  m
- B3. Μήκος Κεφαλόδεσμου :  $L = 15$  m
- B4. Μήκος πασσάλων :  $L_p = 15$  m
- B5. Διάμετρος πασσάλων :  $d_p = 1.0$  m, 1.5 m
- B6. Εδαφικό Προφίλ : Πυκνή άμμος, Χαλαρή άμμος

B7. Φορτίο Ανωδομής :  $V = 10 \text{ MN}$

B8. Καταστατική Προσομοίωση Πασσάλου : Ελαστική, Μή-γραμμική

B9. Σύνδεση Κεφαλής Πασσάλου : Πάκτωση, Άρθρωση (μηχανισμός ασφαλείας)

B10. Σχετική θέση ως προς την διάρρηξη :

- $s/B = 0.1, 0.5, 0.9, 1.3$  (πυκνή άμμος)
- $s/B = 0.1, 0.5, 0.9, 1.4, 1.8$  (χαλαρή άμμος)

Τα αποτελέσματα της παραμετρικής αναλύσεως αξιολογούνται και α σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των υπο-εξέτασιν τύπων θεμελιώσεως επισημαίνονται.

## **A. Αλληλεπίδραση Διάρρηξης–Εδάφους–Θεμελιολωρίδας–Βάθρου**

### **Μεθοδολογία Ανάλυσης**

Αναλύεται η απόκριση του συστήματος Εδάφους–Θεμελιολωρίδας–Βάθρου σε επιβαλλόμενη διάρρηξη κανονικού ρήγματος. Η προσομοίωση του φαινομένου της Αλληλεπίδρασης Διάρρηξης–Εδάφους–Θεμελιολωρίδας πραγματοποιείται με εφαρμογή της δημοσιευθείσας μεθοδολογίας των *Anastasopoulos et al (2008)*. Τα αποτελέσματα των παραμετρικών αναλύσεων συνοψίζονται στα (**Σχ. 1 – 72**):

Η ανάλυση πραγματοποιείται σε 2 βήματα. Στο πρώτο βήμα αναλύεται η διάδοση της διάρρηξης στο ελεύθερο πεδίο, αγνοώντας την ύπαρξη της κατασκευής. Στο δεύτερο βήμα, γνωρίζοντας την θέση ανάδυσης της διάρρηξης στην επιφάνεια του εδάφους, τοποθετείται το προσομοίωμα της κατασκευής (θεμελιολωρίδα και βάθρο) σε ορισμένες σχετικές θέσεις ως προς την διάρρηξη ( $s/B$ ) και αναλύεται η Αλληλεπίδραση Διάρρηξης–Εδάφους–Θεμελιολωρίδας–Βάθρου. Αρχικώς επιβάλλεται το ίδιο βάρος της ανωδομής και λαμβάνονται τα αρχικά εντατικά μεγέθη (λόγω ιδίου βάρους). Εν συνεχεία, επιβάλλεται η τεκτονική μετατόπιση στην βάση του εδαφικού προσομοιώματος (σταδιακώς αυξανόμενη από 0.1 m έως 2.0 m).

### **Προσομοίωμα Πεπερασμένων Στοιχείων**

Προκειμένου να προσομοιωθεί κατά το δυνατόν ρεαλιστικά η αλληλεπίδραση του συστήματος εδάφους–θεμελίου με την ανωδομή της γέφυρας, η τελευταία αντικαθίσταται με απλοποιημένο προσομοίωμα. Προς τούτο, θεωρείται μόνον το βάθρο το οποίο υπέρκειται της θεμελίωσης, το οποίο προσομοιώνεται με ελαστικά στοιχεία δοκού (ωπλισμένο σκυρόδεμα), είναι δε μονολιθικά συνδεδεμένο με την θεμελιολωρίδα. Το κατάστρωμα και τα γειτονικά βάθρα της γέφυρας “αντικαθίστανται” μέσω προσθήκης καταλλήλως βαθμονομημένου οριζοντίου ελατήριου και συνοριακής συνθήκης στην κορυφή του βάθρου. Γίνεται η λογική παραδοχή ότι τουλάχιστον ένα από τα γειτονικά βάθρα της γέφυρας είναι

ακλόνητο : αν όλα τα βάρη βρίσκονται στο κατερχόμενο τέμαχος, τότε προφανώς η ανωδομή δε επηρεάζει την απόκριση του συστήματος.

Οι συνθήκες στήριξης στην κορυφή του βάρου διαφέρουν ανάλογα με το αν θεωρείται μονολιθική η σύνδεση του βάρου με το κατάστρωμα ή παρεμβάλλονται εφεδρανα. Στην πρώτη περίπτωση επιβάλλεται περιορισμός της στροφής (πάκτωση), η δε οριζόντια μετακίνηση περιορίζεται από “ελατήριο” ισοδύναμης δυστένειας με το κατάστρωμα της γέφυρας. Στην δεύτερη περίπτωση (σεισμικώς μονωμένη γέφυρα), το οριζόντιο “ελατήριο” είναι ισοδύναμης δυστένειας με την διατμητική δυστένεια των ελαστομεταλλικών εφεδράνων. Η στροφή επιτρέπεται μεν, περιορίζεται όμως από στροφικό ελατήριο ισοδύναμης στροφικής δυσκαμψίας με αυτήν των εφεδράνων.

Η διάδοση της διάρρηξης διαμέσου του εδάφους προσομοιώνεται με εφαρμογή της βαθμονομημένης αριθμητικής μεθοδολογίας των *Anastasopoulos et al (2008-b)*. Το έδαφος προσομοιώνεται με 2-διάστατα τετρακομβικά στοιχεία επίπεδης παραμόρφωσης. Η διεπιφάνεια θεμελιολωρίδας–εδάφους προσομοιώνεται με στοιχεία “κενού”, τα οποία λαμβάνουν υπόψιν τόσο την πιθανή αποκόλληση της θεμελιολωρίδας από το υποκείμενο έδαφος, όσο και την πιθανή σχετική ολίσθηση. Για την προσομοίωση της μή γραμμικής συμπεριφοράς του εδάφους χρησιμοποιείται κατάλληλο καταστατικό προσομοίωμα το οποίο συνδυάζει το κριτήριο αστοχίας Mohr-Coulomb, με ιστροπική χαλάρωση.

Η ανάλυση πραγματοποιείται σε δύο στάδια: αρχικώς επιβάλλεται το ίδιο βάρος του φρέατος και της ανωδομής, εν συνεχεία δε επιβάλλεται η τεκτονική μετατόπιση του βραχώδους υποβάθρου στους κόμβους της βάσης του εδαφικού προσομοιώματος σε επιμέρους βήματα (σταδιακώς αυξανόμενη από 0.1 m έως 2 m).

## **Επιρροή της Αξονικής Δυστένειας Καταστρώματος ή Εφεδράνων στα Αναπτυσσόμενα Εντατικά Μεγέθη της Ανωδομής**

### Κατάστρωμα Μονολιθικώς Συνδεδεμένο

Στην περίπτωση αυτήν η αξονική δυστένεια του οριζοντίου ελατηρίου αντικατοπτρίζει αυτήν του καταστρώματος της γέφυρας, μεταβάλλεται δε παραμετρικά από 2 GN/m έως 10 GN/m (τυπικές τιμές για συνήθεις σιδηροδρομικές γέφυρες μεσαίων έως μεγάλων ανοιγμάτων). Δεν παρατηρείται σημαντική επιρροή ούτε στις τελικώς αναπτυσσόμενες μετατοπίσεις και στροφές, ούτε στα αναπτυσσόμενα ενατικά μεγέθη είτε του βάθρου ή της θεμελίωσης.

### Κατάστρωμα επί Εφεδράνων

Στην περίπτωση αυτήν, η αξονική δυστένεια του οριζοντίου ελατηρίου σύνδεσης βάθρου–καταστρώματος, η οποία αντικατοπτρίζει την δυστημσία των εφεδράνων, επηρεάζει την αναπτυσσόμενη τένουσα δύναμη στην κορυφή του βάθρου, και επομένως και την καμπτική ροπή στην βάση του. Ο ρόλος της είναι σημαντικός στις περιπτώσεις όπου η επιβαλλόμενη τεκτονική μετατόπιση δεν προκαλεί έντονη καταπόνηση του φορέα (σε όρους μετατοπίσεων και στροφών στην βάση του βάθρου).

Επί παραδείγματι, στην πυκνή άμμο και για  $s/B = 0.1$ , όπως ήδη έχει δειχθεί ο σχηματιζόμενος αναβαθμός προκαλεί μεν αρχική στροφή στην βάση του βάθρου, η οποία όμως δεν αυξάνεται με την αύξηση της  $h$ . Στην επρίπτωση αυτήν, η επίδραση της τέμνουσας είναι αρκετά σημαντική. Αντιθέτως, για  $s/B = 0.9$ , όπου η προκαλούμενη στροφή από την τεκτονική μετατόπιση και στροφή στην βάση του βάθρου είναι και σαφώς μεγαλύτερη και αυξάνεται με την  $h$ , η επιρροή της αξονικής δυστένειας του ελατηρίου (της δυστημσίας δηλαδή των εφεδράνων) είναι αμελητέα.

Στην χαλαρή άμμο, για  $s/B = 0.1$  και  $0.5$  και για σχετικώς μικρή επιβαλλόμενη τεκτονική μετατόπιση, παρατηρείται αύξηση της καμπτικής ροπής στην βάση του βάθρου με την αύξηση της δυστημσίας των εφεδράνων (αξονική δυστένεια ελατηρίου). Η εικόνα αυτή αντιστρέφεται με την αύξηση της  $h$ . Τα παραπάνω παύουν να ισχύουν για  $s/B = 0.9$ . Στην περίπτωση αυτήν (όπως και στην πυκνή άμμο, γενικότερα), η προκαλούμενη από την επιβαλλόμενη διάρρηξη

μετακίνηση και στροφή είναι τόσο μεγάλη ώστε η συνεισφορά της δυσμησίας των εφεδράνων να είναι πρακτικώς αμελητέα.

### Σύγκριση Μονολιθικής Σύδεσης και Σύνδεσης μέσω Εφεδράνων

Στην πυκνή άμμο και για  $s/B = 0.1$  και  $0.5$ , (όπως θα αναμένονταν) η καμπτική ροπή  $M$  στην κεφαλή του βάρου είναι σαφώς υψηλότερη στην περίπτωση της μονολιθικής σύνδεσης απ' ό,τι στην περίπτωση της σεισμικής μόνωσης (σύνδεση μέσω εφεδράνων). Αυτό ισχύει και για  $s/B = 0.9$ , όμως μόνον για σχετικώς χαμηλά επίπεδα επιβαλλόμενης τεκτονικής μετατόπισης ( $h = 0.1$  m). Αύξηση της  $h$  οδηγεί σε πρακτικώς αμελητέα καμπτική ροπή στην κεφαλή του βάρου σε σχέση με την βάση, οπότε και η επιρροή της οριζόντιας αξονικής δυστένειας παύει να είναι τόσο σημαντική. Μάλιστα, καί στην βάση του βάρου η  $M$  είναι πρακτικώς η ίδια τόσο στην περίπτωση της μονολιθικής σύνδεσης, όσο και στην σύνδεση μέσω εφεδράνων.

Στην χαλαρή άμμο και για σχετικώς χαμηλά επίπεδα επιβαλλόμενης τεκτονικής μετατόπισης (π.χ.  $h = 0.1$  m), η  $M$  στην κεφαλή του βάρου εμφανίζεται συστηματικώς υψηλότερη στην περίπτωση μονολιθικής συνδέσεως απ' ό,τι στην περίπτωση σύνδεσης μέσω εφεδράνων. Αυτό ισχύει για όλες τις θέσεις ανάδυσης της διάρρηξης ( $s/B = 0.1, 0.5, \text{ και } 0.9$ ). Αντιθέτως, για υψηλότερα επίπεδα επιβαλλόμενης μετατόπισης ( $h > 0.4$  m) η καμπτική ροπή στην βάση του βάρου είναι χαμηλότερη στην μονολιθική σύνδεση για  $s/B = 0.1$ , ενώ για  $s/B = 0.5$  και  $0.9$  δεν παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση.

## **Επιρροή Δυσκαμψίας Βάρου στην Στροφή της Θεμελιολωρίδας**

### Μονολιθική Σύνδεση Καταστρώματος

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στα **Σχ. 73 – 76**. Για  $s/B = 0.9$ , η στροφή του θεμελίου είναι συστηματικά υψηλότερη στην πυκνή άμμο, ανεξαρτήτως της καμπτικής δυσκαμψίας  $EI_p$  της διατομής του βάρου. Η αύξηση της  $EI_p$  οδηγεί σε μείωση της στροφής  $\theta$  του θεμελίου για κάθε  $s/B$ . Η μείωση



αυτή είναι σχεδόν αμελητέα για  $s/B = 0.1$  λόγω της σημαντικής εκτροπής της διάρρηξης και του συνεπαγόμενου περιορισμού της προκαλούμενης στροφής. Αντιθέτως, η εν λόγω μείωση είναι σαφώς εντονότερη για  $s/B = 0.9$  ( $\theta = 1.6^\circ$  για  $EI_p = 10 \text{ GNm}^2$  ;  $\theta = 0.1^\circ$  για  $EI_p = 150 \text{ GNm}^2$ ).

### Σύνδεση Καταστρώματος μέσω Εφεδράνων

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στα **Σχ. 77 – 80**. Για  $s/B = 0.5$ , η στροφή  $\theta$  του θεμελίου είναι συστηματικά υψηλότερη στην πυκνή άμμο, ανεξαρτήτως της καμπτικής δυσκαμψίας  $EI_p$  της διατομής του βάρου. Όπως θα αναμένονταν, στην περίπτωση έδρασης του καταστρώματος επί εφεδράνων, η επιρροή της  $EI_p$  του βάρου είναι ασήμαντη. Για  $s/B = 0.9$ , η  $\theta$  είναι συστηματικά υψηλότερη στην χαλαρή άμμο, ανεξαρτήτως της καμπτικής δυσκαμψίας  $EI_p$  της διατομής του βάρου. Για  $s/B = 0.1$  και  $0.5$ , η  $\theta$  μειώνεται με την αύξηση της  $EI_p$ . Η μείωση αυτή είναι πρακτικώς αμελητέα για  $s/B = 0.1$  και  $0.9$ , γίνεται όμως σημαντική για  $s/B = 0.5$  ( $\theta = 2^\circ$  για  $EI_p = 10 \text{ GNm}^2$  ;  $\theta = 0.5^\circ$  για  $EI_p = 150 \text{ GNm}^2$ ).

### **Επίδραση Δυσκαμψίας Καταστρώματος στα Αναπτυσσόμενα Εντατικά Μεγέθη της Θεμελιολωρίδας**

#### Επιβαλλόμενη Τεκτονική Μετατόπιση $h = 2 \text{ m}$

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παραμετρικής διερεύνησεως (**Σχ. 81 – 84**), η αναπτυσσόμενη καμπτική ροπή στην θεμελιολωρίδα (κανονικοποιημένη ως προς την μέγιστη στατική τιμή της) είναι πρακτικώς ανεξάρτητη της δυσκαμψίας των εφεδράνων, τόσο στην πυκνή όσο και στην χαλαρή άμμο. Τόσο στην πυκνή όσο και στην χαλαρή άμμο, η σύνδεση βάρου–καταστρώματος έχει επίσης μικρή επίδραση στην αναπτυσσόμενη καμπτική ροπή της θεμελιολωρίδας, ανεξαρτήτως της θέσεως ανάδυσης  $s/B$ , και της καμπτικής δυσκαμψίας της διατομής του βάρου  $EI_p$ . Αποδεικνύεται δηλαδή και πάλι ότι όταν η επιβαλλόμενη τεκτονική μετατόπιση είναι μεγάλη ( $h = 2 \text{ m}$ ), και επομένως

η τεκτονικώς επιβαλλόμενη ένταση (μετατόπιση και στροφή) είναι κυρίαρχη (η φόρτιση δηλαδή λόγω ρήγματος είναι συντριπτικά σημαντικότερη της δύναμης του ελατηρίου του καταστρώματος), τα επιμέρους χαρακτηριστικά βάθρου και καταστρώματος ελάχιστα επηρεάζουν την απόκριση.

### Επιβαλλόμενη Τεκτονική Μετατόπιση $h = 0.1 m$

Σε αντίθεση με την προηγούμενη περίπτωση, για σχετικώς μικρές τιμές της επιβαλλόμενης μετατόπισης (**Σχ. 85 – 88**), τόσο η αξονική δυστένεια του καταστρώματος (ή των εφεδράνων, αντιστοίχως) όσο και η καμπτική δυσκαμψία της διατομής του βάθρου παίζουν σημαντικότερο ρόλο. Στην περίπτωση αυτήν, η προκαλούμενη ένταση στην θεμελιολωρίδα λόγω της τεκτονικώς επιβαλλόμενης παραμόρφωσης είναι συγκρίσιμη με την προκαλούμενη ένταση από το οριζόντιο ελατήριο του καταστρώματος (ή των εφεδράνων). Στην περίπτωση αυτήν, η μονολιθική σύνδεση παρέχει ικανή αντίδραση ώστε να παρεμποδιστεί η τεκτονικώς επιβαλλόμενη παραμόρφωση, και άρα να μειωθεί η αναπτυσσόμενη ένταση. Αυτό δεν ισχύει στην σεισμικώς μονωμένη γέφυρα (σύνδεση μέσω εφεδράνων), όπου η οριζόντια αντίδραση του ελατηρίου (των εφεδράνων, δηλαδή) δεν είναι αρκετή ώστε να παρεμποδιστεί η επιβαλλόμενη παραμόρφωση, και άρα η τελικώς αναπτυσσόμενη ένταση είναι τελικώς μεγαλύτερη (ανεξαρτήτως μάλιστα από την θέση ανάδυσης της διάρρηξης).

## B. Αλληλεπίδραση Διάρρηξης–Εδάφους–Πασσαλομάδας

### Μεθοδολογία Αναλύσεως

Αναλύεται η απόκριση του συστήματος Εδάφους–Πασσαλομάδας σε επιβαλλόμενη διάρρηξη κανονικού ρήγματος. Θεωρείται τυπική πασσαλομάδα σιδηροδρομικής γέφυρας μεσαίων ανοιγμάτων (40 m – 50 m), αποτελούμενη από 9 πασσάλους μήκους  $L_p = 15$  m και διαμέτρου  $d_p = 1.0$  m – 1.5 m, σε αξονικές αποστάσεις 4 m. Αξιοποιώντας την συμμετρία του προβλήματος αναλύεται μόνον το ήμισυ της πασσαλομάδας : 6 πάσσαλοι, από τους οποίους οι τρεις βρίσκονται επί του άξονα συμμετρίας (ισοδύναμης μειωμένης δυσκαμψίας). Η προσομοίωση της Αλληλεπίδρασης Διάρρηξης–Εδάφους–Πασσαλομάδας πραγματοποιείται με επέκταση της αναπτυχθείσας μεθοδολογίας σε 3 διαστάσεις.

Όπως προαναφέρθηκε, εξετάζεται η επιρροή των παρακάτω παραγόντων :

1. Πάχος εδαφικής στρώσης :  $H = 20$  m
  2. Πλάτος Κεφαλόδεσμου :  $B = 10$  m
  3. Μήκος Κεφαλόδεσμου :  $L = 10$  m
  4. Μήκος πασσάλων :  $L_p = 15$  m
  5. Διάμετρος πασσάλων :  $d_p = 1.0$  m, 1.5 m
  6. Εδαφικό Προφίλ : Πυκνή άμμος, Χαλαρή άμμος
  7. Φορτίο Ανωδομής :  $V = 10$  MN
  8. Καταστατική Προσομοίωση Πασσάλου : Ελαστική, Μή-γραμμική
  9. Σύνδεση Κεφαλής Πασσάλου : Πάκτωση, Άρθρωση (μηχανισμός ασφαλείας)
8. Σχετική θέση ως προς την διάρρηξη :
- $s/B = 0.1, 0.5, 0.9, 1.3$  (πυκνή άμμος)
  - $s/B = 0.1, 0.5, 0.9, 1.4, 1.8$  (χαλαρή άμμος)

Όπως και προηγουμένως, η ανάλυση πραγματοποιείται σε 2 βήματα. Στο πρώτο βήμα αναλύεται η διάδοση της διάρρηξης στο ελεύθερο πεδίο, αγνοώντας την ύπαρξη της κατασκευής. Στο δεύτερο βήμα, γνωρίζοντας την θέση ανάδυσης

της διάρρηξης στην επιφάνεια του εδάφους, τοποθετείται η πασσαλομάδα σε συγκεκριμένες σχετικές θέσεις ως προς την διάρρηξη ( $s/B$ ) και αναλύεται η Αλληλεπίδραση Διάρρηξης–Εδάφους–Πασσαλομάδας. Αρχικώς επιβάλλεται το ίδιο βάρος της ανωδομής και λαμβάνονται τα αρχικά εντατικά μεγέθη (λόγω ιδίου βάρους). Εν συνεχεία, επιβάλλεται η τεκτονική μετατόπιση στην βάση του εδαφικού προσομοιώματος (σταδιακώς αυξανόμενη από 0.1 m έως 2.0 m).

### **Προσομοίωμα Πεπερασμένων Στοιχείων**

Το έδαφος προσομοιώνεται με 3-διάστατα οκτακομβικά στοιχεία. Ο κεφαλόδεσμος θεωρείται ελαστικός (ωπλισμένο σκυρόδεμα, πάχους 2.5 m), προσομοιώνεται δε με χρήση στοιχείων κελύφους. Οι πάσσαλοι προσομοιώνονται με τριδιάστατα στοιχεία δοκού, θεωρούνται δε είτε ελαστικοί ή μή-γραμμικοί. Στην δεύτερη περίπτωση, λαμβάνεται υπόψιν η καμπτική και διατμητική αντοχή της διατομής του πασσάλου θεωρώντας σχέσεις ροπών–καμπυλοτήτων. Οι τελευταίες υπολογίζονται αναλυτικά. Η διεπιφάνεια κεφαλόδεσμου–εδάφους προσομοιώνεται με στοιχεία “κενού”, τα οποία λαμβάνουν υπόψιν τόσο την πιθανή αποκόλληση του θεμελίου από το υποκείμενο έδαφος, όσο και την πιθανή σχετική ολίσθηση.

### **Αποτελέσματα Αναλύσεων**

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρατίθενται στα **Σχ. 86–112** ομαδοποιημένα σε έξι κατηγορίες :

1. Ελαστική πασσαλομάδα  $d_p = 1.0$  m επί πυκνής άμμου : **Σχ. 86–89**
2. Μή-γραμμική πασσαλομάδα  $d_p = 1.0$  m επί πυκνής άμμου : **Σχ. 90–93**
3. Ελαστική πασσαλομάδα επί πυκνής άμμου;  $d_p = 1.0$  έναντι 1.5 m: **Σχ. 94–97**
4. Ελαστική πασσαλομάδα  $d_p = 1.0$  m επί χαλαρής άμμου : **Σχ. 98–102**

5. Μή-γραμμική πασσαλομάδα  $d_p = 1.0$  m επί χαλαρής άμμου : **Σχ. 103–105**

6. Ελαστική πασσαλομάδα επί χαλαρής άμμου;  $d_p = 1.0$  έναντι 1.5 m: **Σχ. 106–112**

Το κάθε σχήμα χωρίζεται σε δύο στήλες : στην πρώτη στήλη παρουσιάζονται τα αποτελέσματα στον άξονα συμμετρίας του προσομοιώματος, δηλαδή στην κεντρική τριάδα των πασσάλων, ενώ στην δεύτερη στήλη τα αντίστοιχα αποτελέσματα των πασσάλων που βρίσκονται στο πέρας του κεφαλόδεσμου. Στην πρώτη σειρά κάθε στήλης απεικονίζεται η κατανομή των καθιζήσεων  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους. Στην δεύτερη σειρά παρουσιάζεται η εξέλιξη της μέγιστης καμπτικής ροπής  $M_{max}$  των πασσάλων συναρτήσει της επιβαλλόμενης τεκτονικής μετατόπισης  $h$ , στην δε τρίτη σειρά δείχνεται η μεταβολή της κατανομής της καμπτικής ροπής  $M$  δύο χαρακτηριστικούς πασσάλους συναρτήσει της επιβαλλόμενης  $h$ . Τέλος, στην τέταρτη και τελευταία σειρά παρουσιάζεται η εξέλιξη της κανονικοποιημένης καμπτικής ροπής  $M/M_o$  του κεφαλόδεσμου συναρτήσει της τεκτονικής μετατόπισης  $h$ .

**Ελαστική πασσαλομάδα  $d_p = 1.0$  m επί πυκνής άμμου (Σχ. 86–89)**

#### Προφίλ Κατακορύφων Επιφανειακών Μετακινήσεων

Εν γένει, το προφίλ των επιφανειακών μετακινήσεων  $\Delta y$  διαφέρει ανάλογα με την θέση επιβολής της διάρρηξης. Για  $s/B = 0.1$ , η διάρρηξη εκτρέπεται ελαφρώς προς τα αριστερά και αναδύεται τελικά στο αριστερό τμήμα της πασσαλομάδας, αφήνοντας την σχετικώς ανεπηρέαστη. Για  $s/B = 0.5$ , η διάρρηξη και πάλι εκτρέπεται προς τα αριστερά, προκαλεί όμως σαφώς μεγαλύτερη στροφή στον κεφαλόδεσμο. Για  $s/B = 0.9$ , η διάρρηξη αναδύεται στην “καρδιά” της πασσαλομάδας, μεγιστοποιώντας την στροφή του κεφαλόδεσμου. Για  $s/B = 1.3$ , η διάρρηξη εκτρέπεται προς τα δεξιά, ο δε κεφαλόδεσμος παραμένει πρακτικά οριζόντιος.

### Καμπτικές ροπές πασσάλων

Η καμπτική ένταση των πασσάλων μεγιστοποιείται για  $s/B = 0.9$  :  $M_{max} = 25000$  kNm για  $h = 2$  m. Πρόκειται για την περίπτωση στην οποία η διάρρηξη αναδύεται ακριβώς στην “καρδιά” της πασσαλομάδας. Φυσικά, τέτοια καμπτική ένταση δεν θα μπορούσε σε καμία περίπτωση να παραληφθεί από τον εν λόγω πάσσαλο : *αστοχία*. Για  $s/B = 0.1$ , οι  $M_{max}$  διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα, παραμένουν δε σχεδόν σταθερές αυξανόμενης της  $h$ , σε αντίθεση με τις υπόλοιπες περιπτώσεις όπου παρουσιάζουν σαφείς αυξητικές τάσεις. Επίσης παρατηρούμε ότι ενώ για  $s/B = 0.5$  και  $0.9$  οι μέγιστες ροπές αναπτύσσονται στην αριστερή σειρά των πασσάλων, για  $s/B = 1.3$  οι μέγιστες καμπτικές ροπές αναπτύσσονται στην δεξιά σειρά, λόγω της μετατόπισης της διαδρομής της διάρρηξης. Τέλος, σημειώνεται ότι οι κεντρικοί πάσσαλοι γενικώς φορτίζονται λιγότερο από τους ακραίους.

Ως προς την κατανομή των καμπτικών ροπών καθ’ ύψος των πασσάλων παρατηρούμε έντονη διαφοροποίηση της θέσης όπου παρουσιάζεται η μέγιστη καμπτική ροπή για την αριστερή και την δεξιά σειρά πασσάλων. Στην μεν αριστερή σειρά, το μέγιστο παρουσιάζεται στην κεφαλή του πασσάλου ( $s/B = 0.5$  και  $0.9$ ). Αυτό συμβαίνει διότι το κατερχόμενο τέμαχος συμπαρασύρει ολόκληρο τον πάσσαλο προς τα αριστερά. Αντιθέτως, στην δεξιά σειρά το μέγιστο παρουσιάζεται περί το μέσον του πασσάλου. Οι πάσσαλοι της σειράς αυτής επιχειρούν να “αγκυρώσουν” τον κεφαλόδεσμο στο ακλόνητο τέμαχος. Για  $s/B = 1.3$ , η διάδοση της διάρρηξης τέμνει την δεξιά σειρά, επιβάλλοντας μετατόπιση στην ακμή του πασσάλου.

### Καμπτικές ροπές κεφαλόδεσμου

Οι καμπτικές ροπές ( $M$ ) του κεφαλόδεσμου παρουσιάζονται κανονικοποιημένες ( $M/M_o$ ) ως προς την μέγιστη στατική τιμή τους ( $M_o$ ), στον άξονα συμμετρίας και το πέρασ του κεφαλοδέσμου. Οι αναπτυσσόμενες καμπτικές ροπές του κεφαλόδεσμου σχετίζονται άμεσα με τις καμπτικές ροπές των κεφαλών των πασσάλων. Γενικώς η  $M/M_o$  είναι υψηλότερη στο πέρασ του

κεφαλοδέσμου απ'ότι στον άξονα συμμετρίας. Για  $s/B = 0.5$  και  $0.9$  παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση της καμπτικής ροπής στο αριστερό τμήμα του κεφαλοδέσμου, το αντίθετο δηλαδή απ' ότι συμβαίνει στο πέρας του κεφαλοδέσμου. Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει και η αλλαγή στην κατανομή των καμπτικών ροπών κατά μήκος του κεφαλοδέσμου με την μετατόπιση της θέσης επιβολής της διάρρηξης.

### **Μή-γραμμική πασσαλομάδα $d_p = 1.0$ m επί πυκνής άμμου (Σχ. 90–93).**

#### Προφίλ Κατακορύφων Επιφανειακών Μετακινήσεων

Δεν παρατηρείται ουσιαστική διαφοροποίηση σε σχέση με τους ελαστικούς πασσάλους. Για  $s/B = 0.1$ , η διάρρηξη εκτρέπεται ελαφρώς προς τα αριστερά και αναδύεται τελικά στο αριστερό τμήμα της πασσαλομάδας, αφήνοντας την σχετικώς ανεπηρέαστη. Για  $s/B = 0.5$ , η διάρρηξη και πάλι εκτρέπεται προς τα αριστερά, προκαλεί όμως σαφώς μεγαλύτερη στροφή στον κεφαλόδεσμο. Για  $s/B = 0.9$ , η διάρρηξη αναδύεται στην “καρδιά” της πασσαλομάδας, μεγιστοποιώντας την στροφή του κεφαλόδεσμου. Για  $s/B = 1.3$ , η διάρρηξη εκτρέπεται προς τα δεξιά, ο δε κεφαλόδεσμος παραμένει πρακτικά οριζόντιος.

#### Καμπτικές ροπές πασσάλων

Συγκρίνουμε την απόκριση των μή-γραμμικών πασσάλων με αυτήν των ελαστικών. Όπως θα αναμένονταν, η καμπτική ροπή δεν μπορεί να ξεπεράσει την καμπτική ροπή αντοχής  $M_{ult} = 2628$  kNm. Ήδη από  $h = 0.3$  m παρατηρείται ευρεία πλαστικοποίηση όλων των πασσάλων, ιδιαίτερος στις περιπτώσεις  $s/B = 0.5$  και  $0.9$ . Για  $s/B = 0.9$ , η πλαστικοποίηση περιορίζεται στην δεξιά σειρά των πασσάλων και μόνον για επιβαλλόμενη τεκτονική μετατόπιση  $h > 1.5$  m. Για  $s/B = 0.1$ , οι καμπτικές ροπές διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα σε όλους τους πασσάλους.

Στην αριστερή και την μεσαία σειρά η πλαστική άρθρωση εμφανίζεται κατά κύριο λόγο στην κεφαλή των πασσάλων. Αντιθέτως, στην δεξιά σειρά η πλαστική άρθρωση εμφανίζεται αρχικά περί το μέσον των πασσάλων. Για  $s/B = 0.9$ , λόγω της συνεχιζόμενης παραμόρφωσης, η πλαστική άρθρωση επεκτείνεται μέχρι και την κεφαλή των πασσάλων.

#### Καμπτικές ροπές κεφαλόδεσμου

Η πλαστικοποίηση των πασσάλων δρα ως σεισμική μόνωση για τον κεφαλόδεσμο, η καμπτική ένταση του οποίου είναι σαφώς μειωμένη.

**Ελαστική πασσαλομάδα επί πυκνής άμμου ;  $d_p = 1.0$  m έναντι 1.5 m  
(Σχ. 94–97)**

#### Προφίλ Κατακορύφων Επιφανειακών Μετακινήσεων

Η αύξηση της διαμέτρου, και άρα και της δυσκαμψίας, των πασσάλων δεν προκαλεί αξιόλογη μεταβολή στο προφίλ των επιφανειακών μετακινήσεων .

#### Καμπτικές ροπές πασσάλων

Σ' ότι αφορά την κεντρική σειρά των πασσάλων, η αύξηση της διαμέτρου, και άρα και της δυσκαμψίας, των πασσάλων δεν προκαλεί αξιόλογη μεταβολή ούτε των μεγίστων τιμών της  $M$ , ούτε της κατανομής τους. Αντιθέτως, στην δεξιά σειρά και για  $s/B = 0.9$  η αύξηση της  $d_p$  από 1.0 m σε 1.5 m (περίπου 5-πλάσια δυσκαμψία) οδηγεί σε τετραπλασιασμό της μέγιστης καμπτικής ροπής  $M_{max}$ .

#### Καμπτικές ροπές κεφαλόδεσμου

Η αύξηση της δυσκαμψίας των πασσάλων έχει ως λογική συνέπεια την αύξηση της καμπτικής έντασης του κεφαλόδεσμου. Η μορφή όμως της κατανομής παραμένει ουσιαστικά ανεπηρέαστη από την αύξηση της  $d_p$  : οι μηχανισμοί αλληλεπίδρασης της διαδιδόμενης διάρρηξης με το σύστημα πασσαλομάδας–κεφαλόδεσμου δεν αλλάζουν.



## Ελαστική πασσαλομάδα $d_p = 1.0$ m επί χαλαρής άμμου (Σχ. 98–102)

### Προφίλ Κατακορύφων Επιφανειακών Μετακινήσεων

Εν γένει, το προφίλ των επιφανειακών μετακινήσεων  $\Delta y$  διαφέρει ανάλογα με την θέση επιβολής της διάρρηξης. Για  $s/B = 0.1$ , η διάρρηξη εκτρέπεται ελαφρώς προς τα αριστερά και αναδύεται τελικά στο αριστερό τμήμα της πασσαλομάδας, αφήνοντας την σχετικώς ανεπηρέαστη. Για  $s/B = 0.5$ , η διάρρηξη και πάλι εκτρέπεται προς τα αριστερά, προκαλεί όμως σαφώς μεγαλύτερη στροφή στον κεφαλόδεσμο. Για  $s/B = 0.9$ , η διάρρηξη αναδύεται στην “καρδιά” της πασσαλομάδας, μεγιστοποιώντας την στροφή του κεφαλόδεσμου. Για  $s/B = 1.3$ , η διάρρηξη εκτρέπεται προς τα δεξιά, ο δε κεφαλόδεσμος παραμένει πρακτικά οριζόντιος.

### Καμπτικές ροπές πασσάλων

Όπως και στην πυκνή άμμο, η καμπτική ένταση των πασσάλων μεγιστοποιείται για  $s/B = 0.9$  :  $M_{max} = 11000$  kNm για  $h = 2$  m. Η ένταση αυτή προφανώς δεν μπορεί να παραληφθεί από την διατομή των πασσάλων, κάτι που σημαίνει ότι θα έχουμε καμπτική (τουλάχιστον) αστοχία. Για  $s/B = 0.1$  και  $0.5$ , οι πάσσαλοι δεν εντείνονται ιδιαίτερω. Επίσης παρατηρούμε ότι ενώ για  $s/B = 0.9$  οι μέγιστες καμπτικές ροπές αναπτύσσονται στην αριστερή σειρά, για  $s/B = 1.4$  και  $1.8$  η δεξιά σειρά πασσάλων είναι αυτή που υφίσταται την εντονότερη καταπόνηση. Αξίζει ακόμα να παρατηρήσουμε ότι οι κεντρικοί πάσσαλοι φορτίζονται γενικώς λιγότερο από τους ακραίους.

Συγκρίνοντας με την ίδια πασσαλομάδα επί πυκνής άμμου, συμπεραίνουμε ότι καμπτική ένταση των πασσάλων είναι μικρότερη στην χαλαρή άμμο: η μείωση της διατμητικής αντοχής και δυσμησίας του εδάφους δρα προφανώς ευνοϊκά.

Ως προς την κατανομή των καμπτικών ροπών καθ' ύψος των πασσάλων παρατηρούμε έντονη διαφοροποίηση της θέσης όπου παρουσιάζεται η μέγιστη καμπτική ροπή για την αριστερή και την δεξιά σειρά πασσάλων. Στην μεν αριστερή σειρά, το μέγιστο παρουσιάζεται στην κεφαλή του πασσάλου

( $s/B = 0.5$  και  $0.9$ ). Αυτό συμβαίνει διότι το κατερχόμενο τέμαχος συμπαρασύρει ολόκληρο τον πάσσαλο προς τα αριστερά. Αντιθέτως, στην δεξιά σειρά το μέγιστο παρουσιάζεται περί το μέσον του πασσάλου. Οι πάσσαλοι της σειράς αυτής επιχειρούν να “αγκυρώσουν” τον κεφαλόδεσμο στο ακλόνητο τέμαχος. Για  $s/B = 1.3$ , η διάδοση της διάρρηξης τέμνει την δεξιά σειρά, επιβάλλοντας μετατόπιση στην ακμή του πασσάλου.

### Καμπτικές ροπές κεφαλόδεσμου

Οι αναπτυσσόμενες καμπτικές ροπές του κεφαλόδεσμου σχετίζονται άμεσα με τις καμπτικές ροπές των κεφαλών των πασσάλων. Γενικώς η  $M/M_o$  είναι υψηλότερη στο πέρας του κεφαλοδέσμου απ’ ότι στον άξονα συμμετρίας. Για  $s/B = 0.5$  και  $0.9$  παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση της καμπτικής ροπής στο αριστερό τμήμα του κεφαλοδέσμου, το αντίθετο δηλαδή απ’ ότι συμβαίνει στο πέρας του κεφαλοδέσμου. Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει και η αλλαγή στην κατανομή των καμπτικών ροπών κατά μήκος του κεφαλοδέσμου με την μετατόπιση της θέσης επιβολής της διάρρηξης.

## **Μή-γραμμική πασσαλομάδα $d_p = 1.0$ m επί χαλαρής άμμου (Σχ. 103–107)**

### Προφίλ Κατακορύφων Επιφανειακών Μετακινήσεων

Η μή-γραμμικότητα δεν προκαλεί διαφοροποίηση στο προφίλ των επιφανειακών μετακινήσεων.

### Καμπτικές ροπές πασσάλων

Συγκρίνουμε την απόκριση των μή-γραμμικών πασσάλων με αυτήν των ελαστικών. Όπως και στην περίπτωση της πυκνής άμμου, η καμπτική ροπή δεν ξεπερνά την καμπτική ροπή αντοχής  $M_{ult} = 2628$  kNm. Ήδη από  $h = 0.5$  m παρατηρείται ευρεία πλαστικοποίηση όλων των πασσάλων, ιδιαίτερα για  $s/B = 0.9$ . Για  $s/B = 1.4$ , και πάλι πλαστικοποιούνται όλοι οι πάσσαλοι, μόνον όμως για  $h > 1.5$  m. Αντιθέτως, για  $s/B = 0.1, 0.5$ , και  $1.8$  δεν δημιουργούνται πλαστικές αρθρώσεις στους πασσάλους.

Στην αριστερή και την μεσαία σειρά η πλαστική άρθρωση εμφανίζεται κατά κύριο λόγο στην κεφαλή των πασσάλων. Αντιθέτως, στην δεξιά σειρά η πλαστική άρθρωση εμφανίζεται αρχικά περί το μέσον των πασσάλων.

#### Καμπτικές ροπές κεφαλόδεσμου

Όπως και στην πυκνή άμμο, η πλαστικοποίηση των πασσάλων δρα ως σεισμική μόνωση για τον κεφαλόδεσμο, η καμπτική ένταση του οποίου είναι σαφώς μειωμένη.

**Ελαστική πασσαλομάδα επί χαλαρής άμμου;  $d_p=1.0$  m έναντι 1.5 m (Σχ. 108–112).**

#### Προφίλ Κατακορύφων Επιφανειακών Μετακινήσεων

Η αύξηση της διαμέτρου, και άρα και της δυσκαμψίας, των πασσάλων δεν προκαλεί αξιόλογη μεταβολή στο προφίλ των επιφανειακών μετακινήσεων .

#### Καμπτικές ροπές πασσάλων

Σ' ότι αφορά την κεντρική σειρά των πασσάλων, η αύξηση της διαμέτρου, και άρα και της δυσκαμψίας, των πασσάλων δεν προκαλεί αξιόλογη μεταβολή ούτε των μεγίστων τιμών της  $M$ , ούτε της κατανομής τους. Αντιθέτως, στην δεξιά σειρά και για  $s/B = 0.9$  η αύξηση της  $d_p$  από 1.0 m σε 1.5 m (περίπου 5-πλάσια δυσκαμψία) οδηγεί σε τετραπλασιασμό της μέγιστης καμπτικής ροπής  $M_{max}$ .

#### Καμπτικές ροπές κεφαλόδεσμου

Η αύξηση της δυσκαμψίας των πασσάλων έχει ως λογική συνέπεια την αύξηση της καμπτικής έντασης του κεφαλόδεσμου. Η μορφή όμως της κατανομής παραμένει ουσιαστικά ανεπηρέαστη από την αύξηση της  $d_p$  : οι μηχανισμοί αλληλεπίδρασης της διαδιδόμενης διάρρηξης με το σύστημα πασσαλομάδας–κεφαλόδεσμου δεν αλλάζουν.

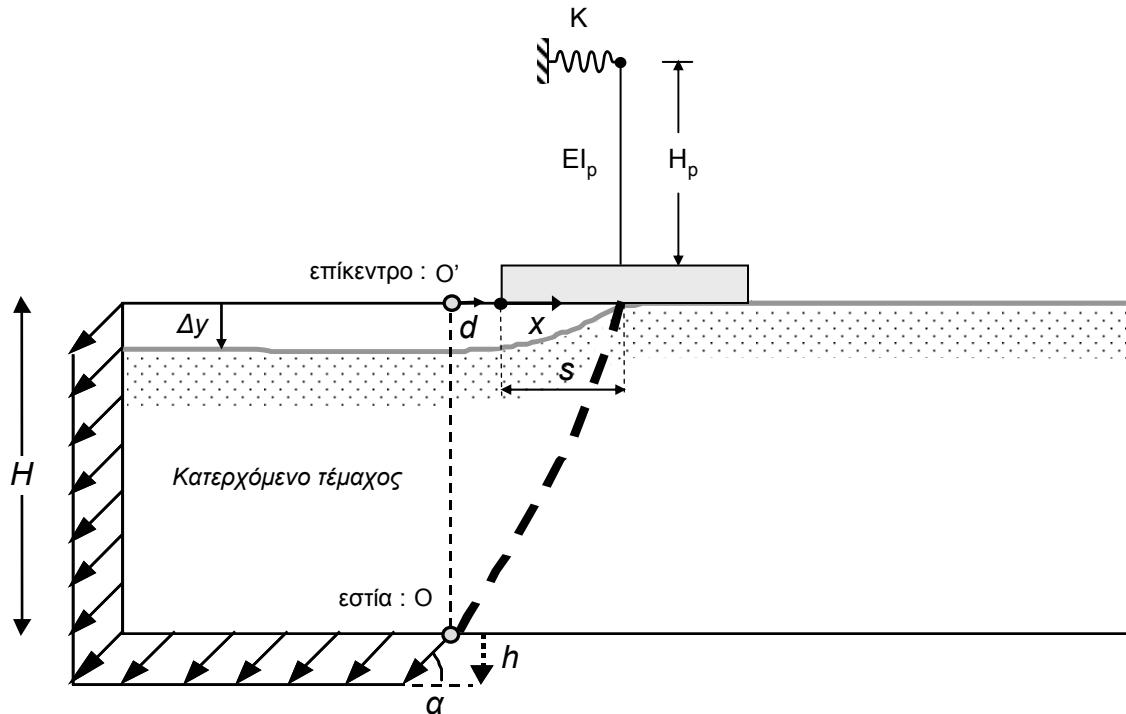
## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

Anastasopoulos I., Gerolymos N., Gazetas G., and Bransby M. F., (2008-a). "Simplified approach for design of raft foundations against fault rupture. Part II : Soil-Structure Interaction", *Earthquake Engineering and Engineering Vibration*, Vol. 7, pp. 165-179.

Anastasopoulos, I., Callerio, A., Bransby, M.F., Davies, M.C.R., El. Nahas, A., Faccioli, E., Gazetas, G., Masella, A., Paolucci, R., Pecker, A., Rossignol, E., (2008-b). "Numerical Analyses of Fault-Foundation Interaction", *Bulletin of Earthquake Engineering*, Special Issue : Integrated approach to fault rupture- and soil-foundation interaction, Vol. 6, pp. 645-676.

# ΣΧΗΜΑΤΑ

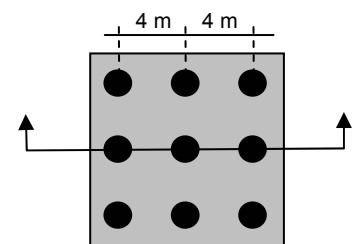
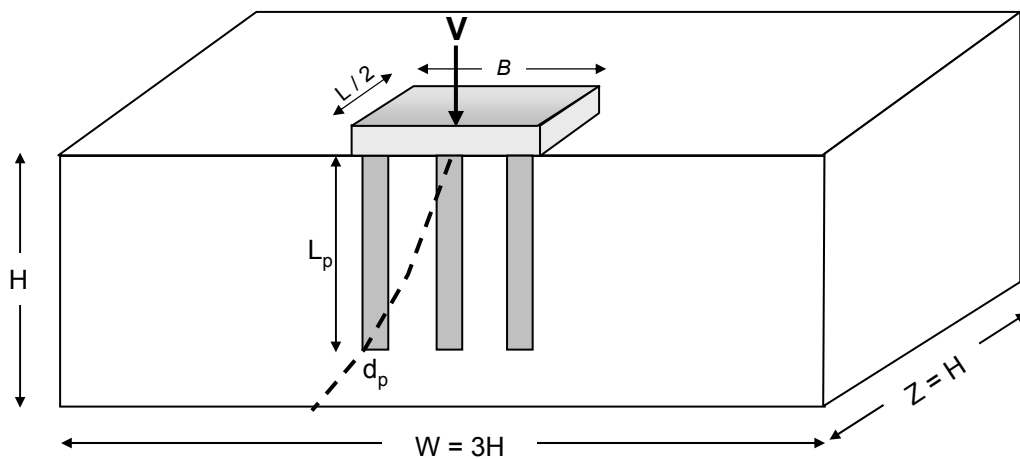




### Εξεταζόμενες Παράμετροι

- $H = 20 \text{ m}$
- $B = 10, 20 \text{ m}$
- $s/B = 0.1, 0.5, 0.9$
- $q = 40 \text{ kPa}$
- $H_p = 6, 10 \text{ m}$
- $E I_p = 10, 50, 150 \text{ GNm}^2$
- $K = 2, 10 \text{ GNm}$  (μονολιθική στήριξη)
- $K = 3, 6 \text{ MNm}$  (στήριξη επί εφεδράνων)
- Πυκνή άμμος, χαλαρή άμμος

Σχ. i Σκαριφηματική απεικόνιση προσομοιώματος αναλυθέντος συστήματος διαρρήξεως – εδάφους – θεμελιολωρίδας – ανωδομής

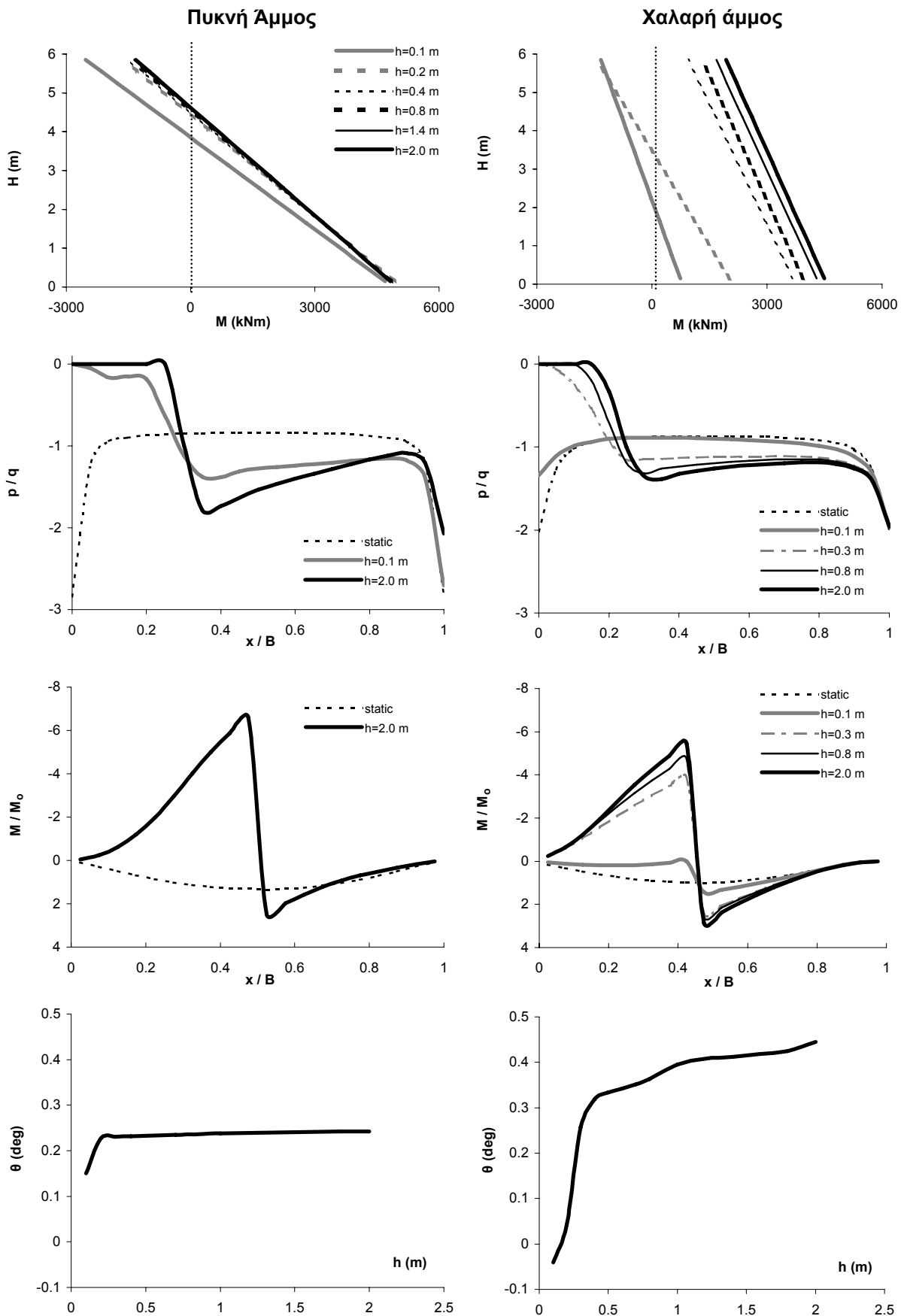


### Εξεταζόμενες Παράμετροι

- $H = 20 \text{ m}$ ,  $B = 10 \text{ m}$ ,  $L = 10 \text{ m}$
- $L_p = 15 \text{ m}$
- $d_p = 1.0, 1.5 \text{ m}$
- $s/B = 0.1, 0.5, 0.9, 1.3$  (πυκνή άμμος)
- $s/B = 0.1, 0.5, 0.9, 1.4, 1.8$  (χαλαρή άμμος)
- $V = 10 \text{ MN}$  (ισοδύναμο με  $q = 100 \text{ kPa}$ )
- Γραμμικός , μή-γραμμικός πάσσαλος

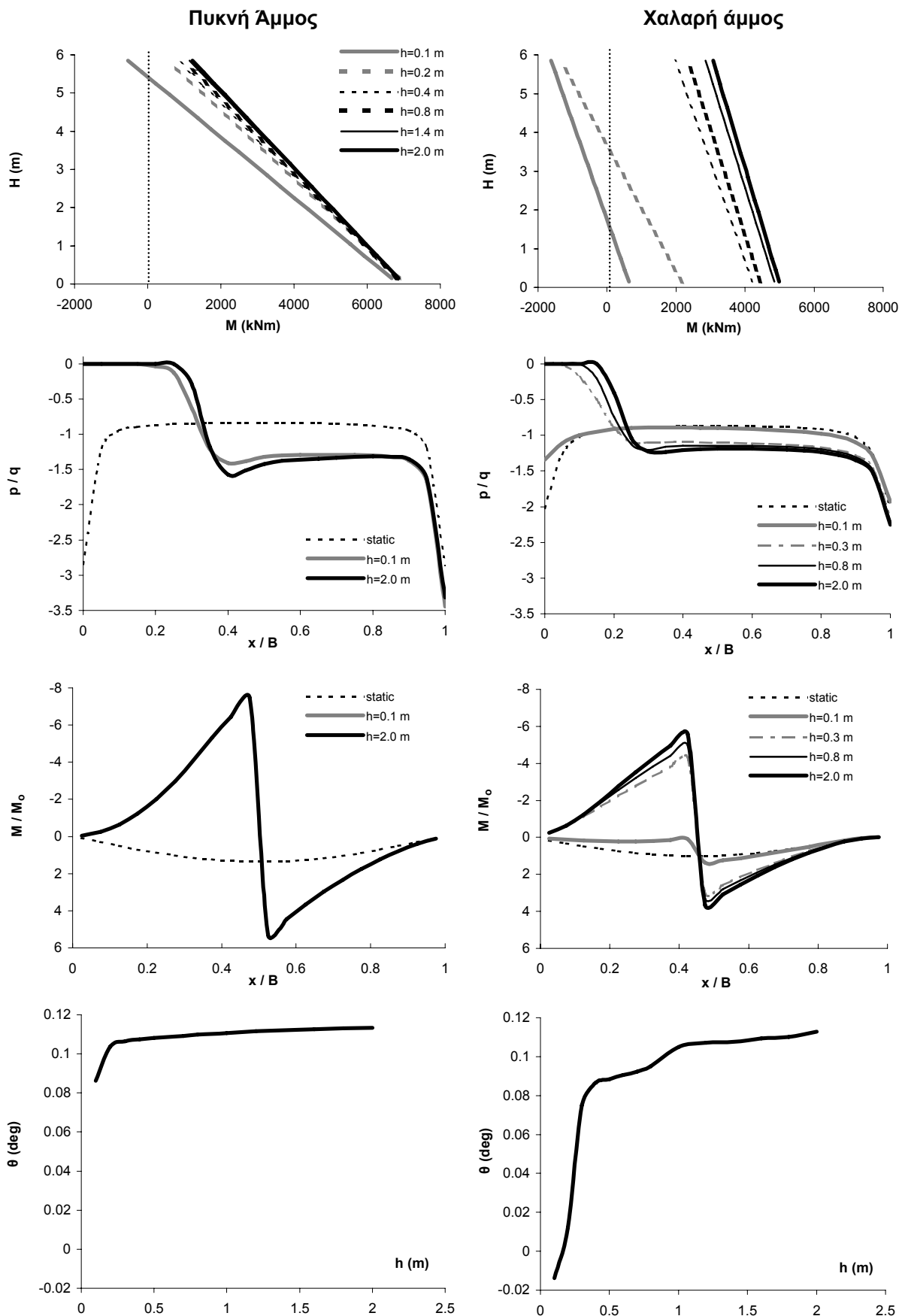
Σχ. ι] Σκαριφηματική απεικόνιση προσομοιώματος αναλυθέντος συστήματος διαρρήξεως – εδάφους – πασσαλοθεμελιώσεως





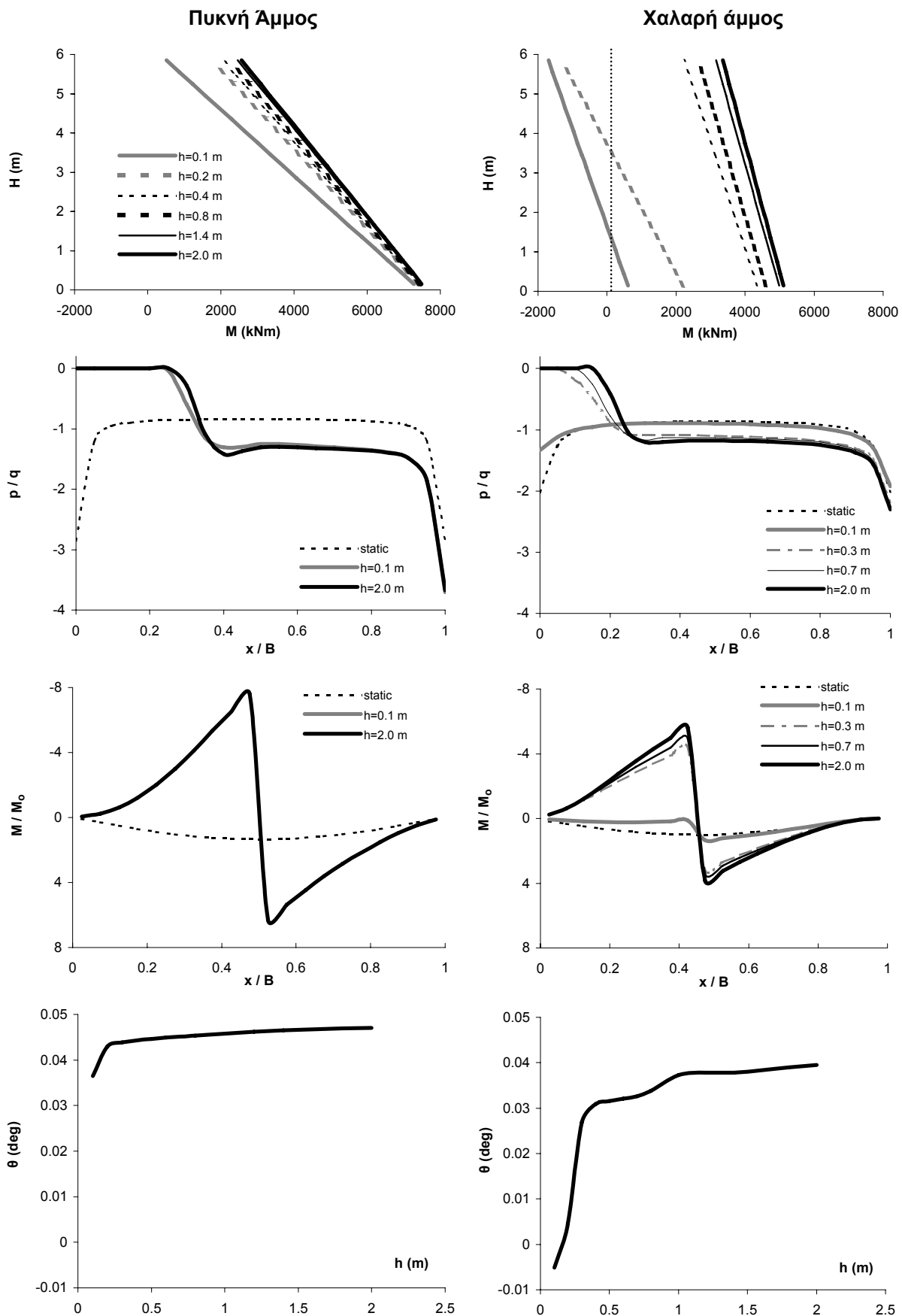
**Σχήμα 1.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2$  GN/m, μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6$  m,  $EI = 10$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1$  m.

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



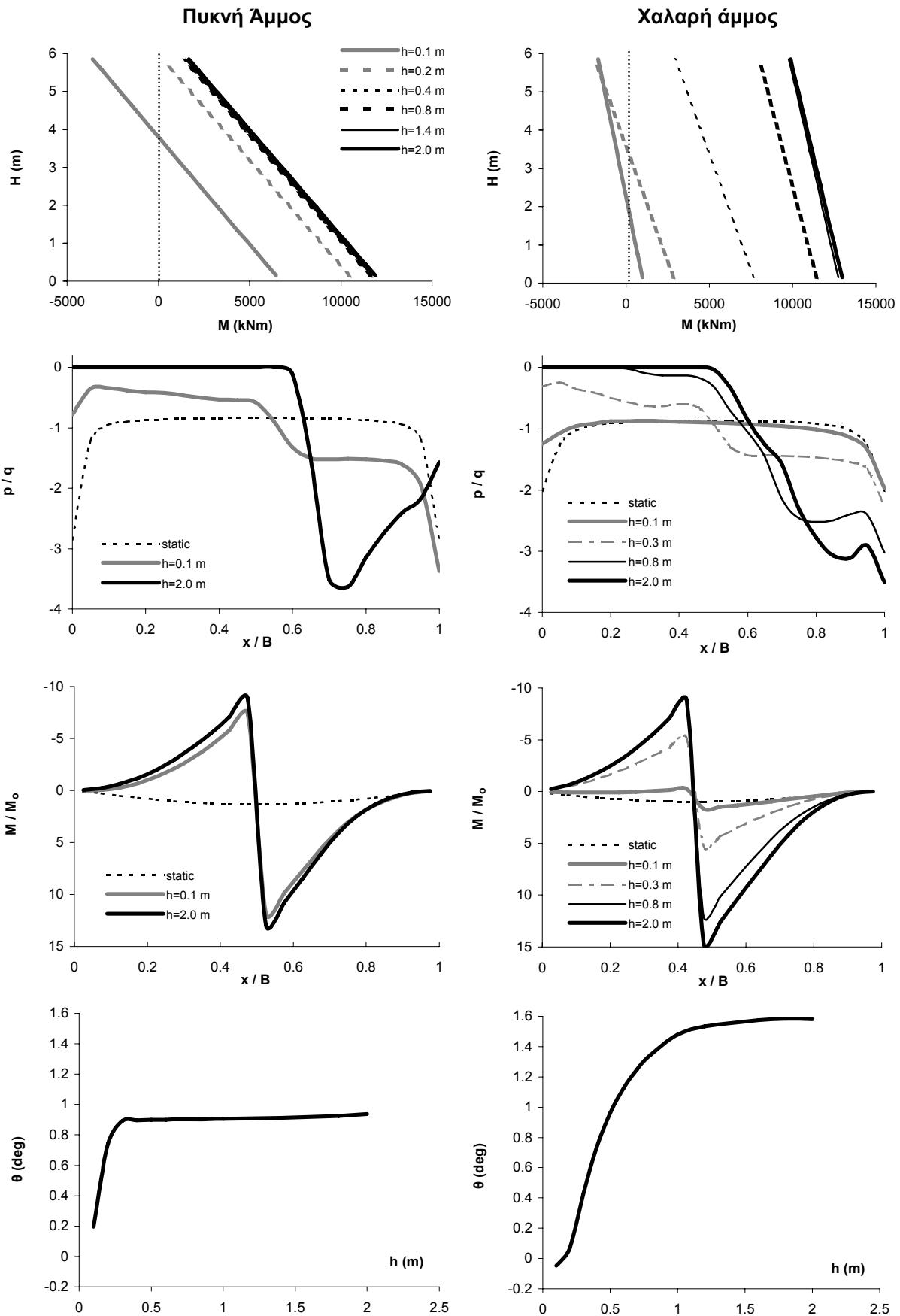
**Σχήμα 2.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2$  GN/m, μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6$  m,  $EI = 50$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1$  m.

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



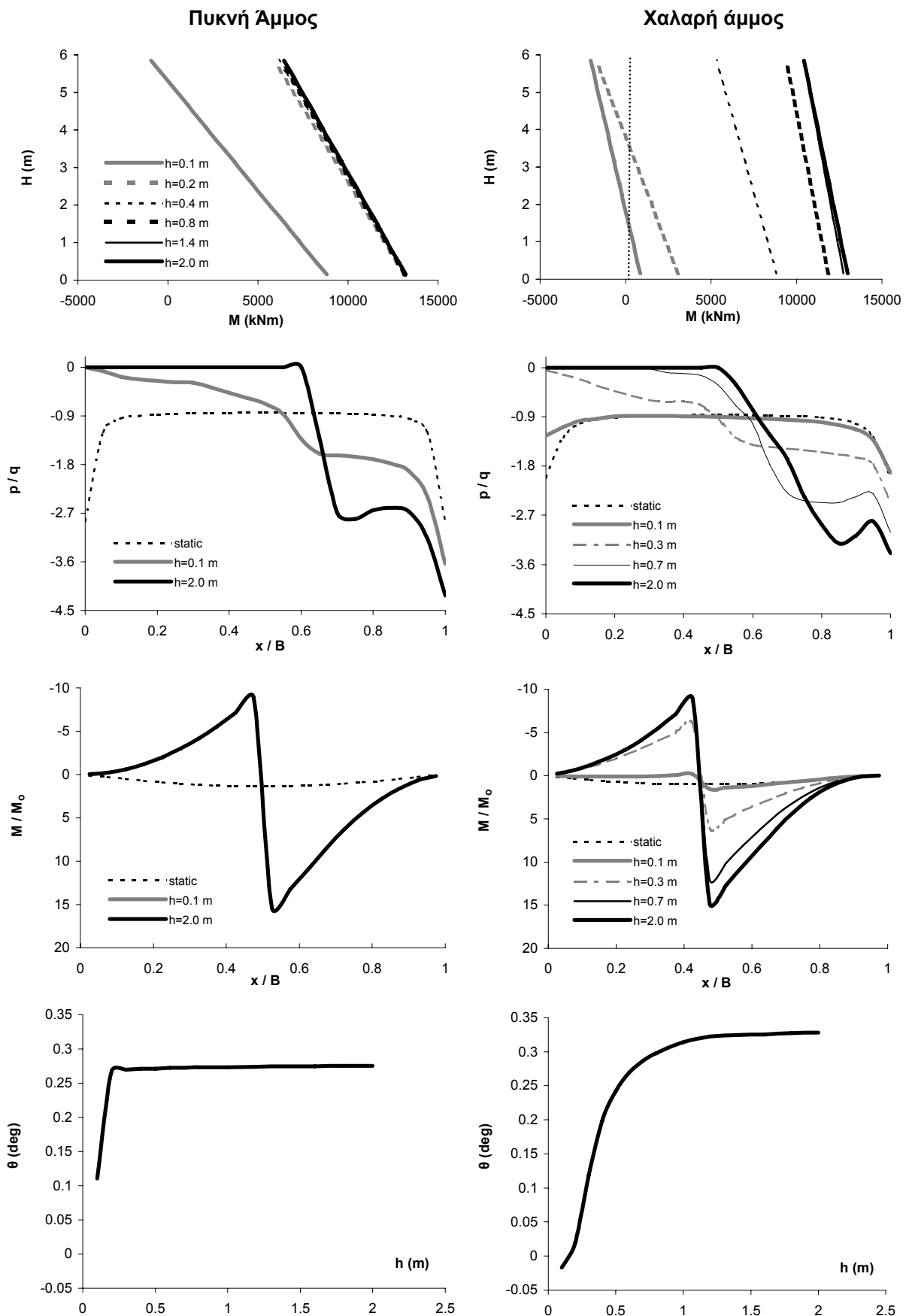
**Σχήμα 3.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



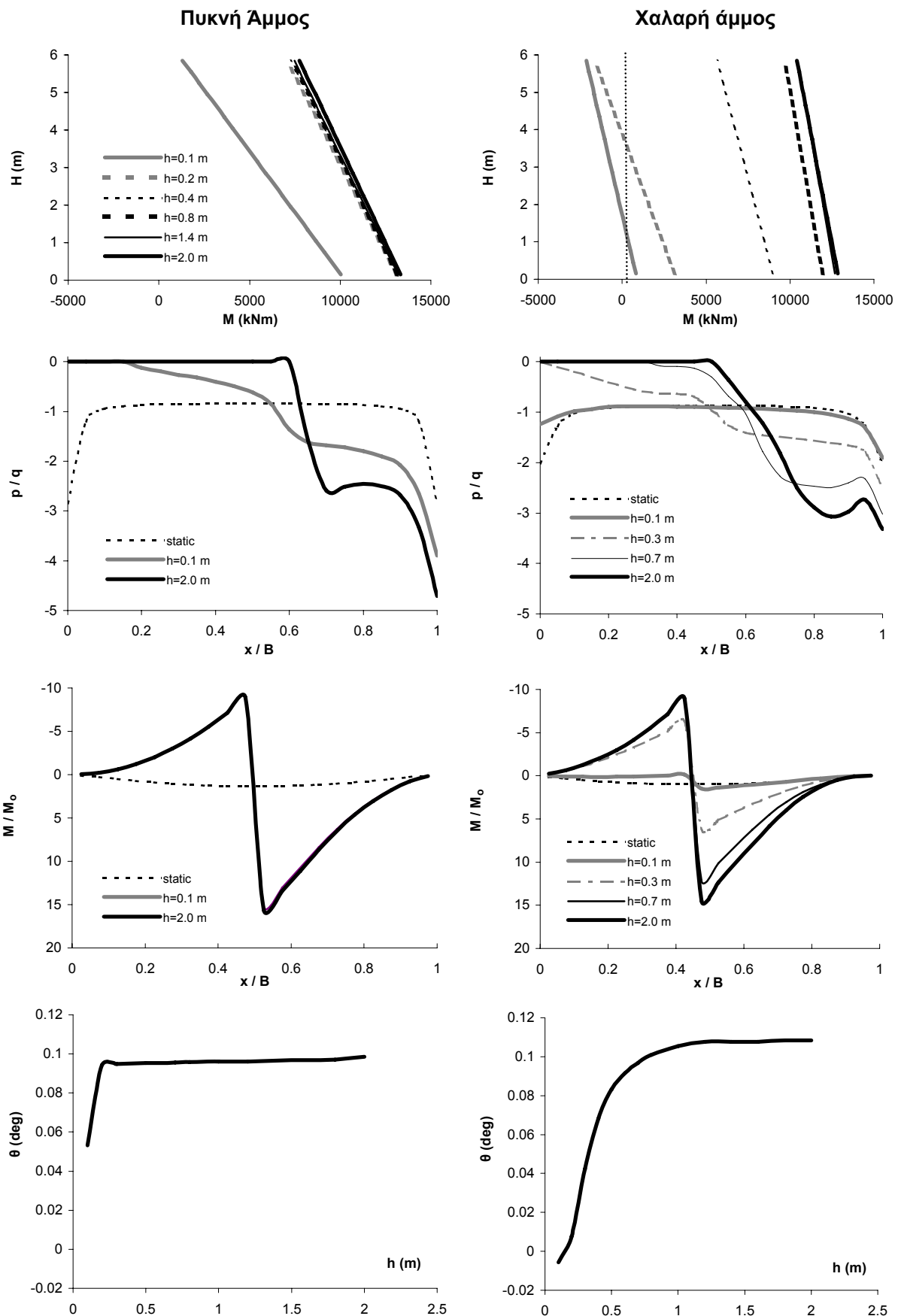
**Σχήμα 4.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_o$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



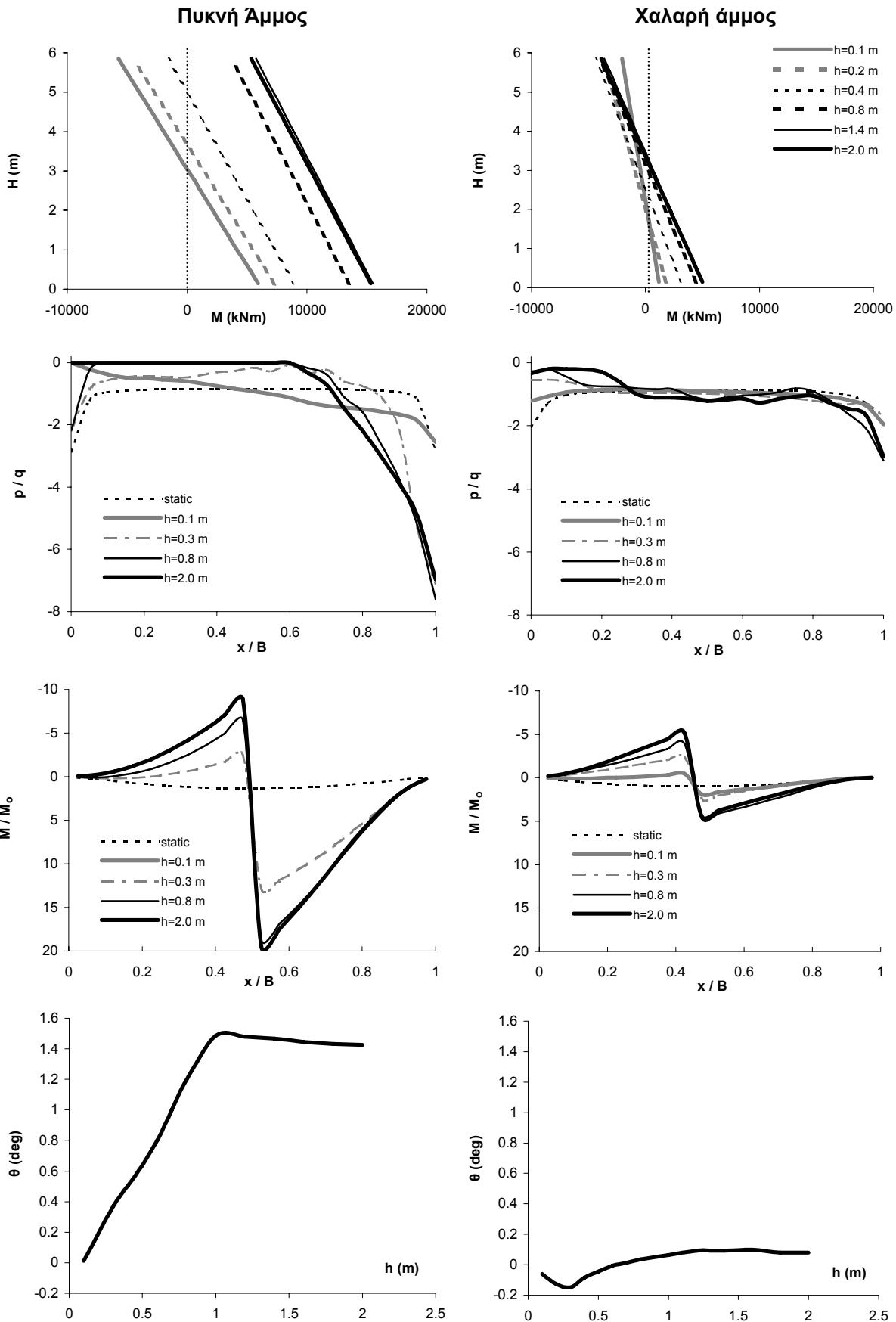
**Σχήμα 5.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



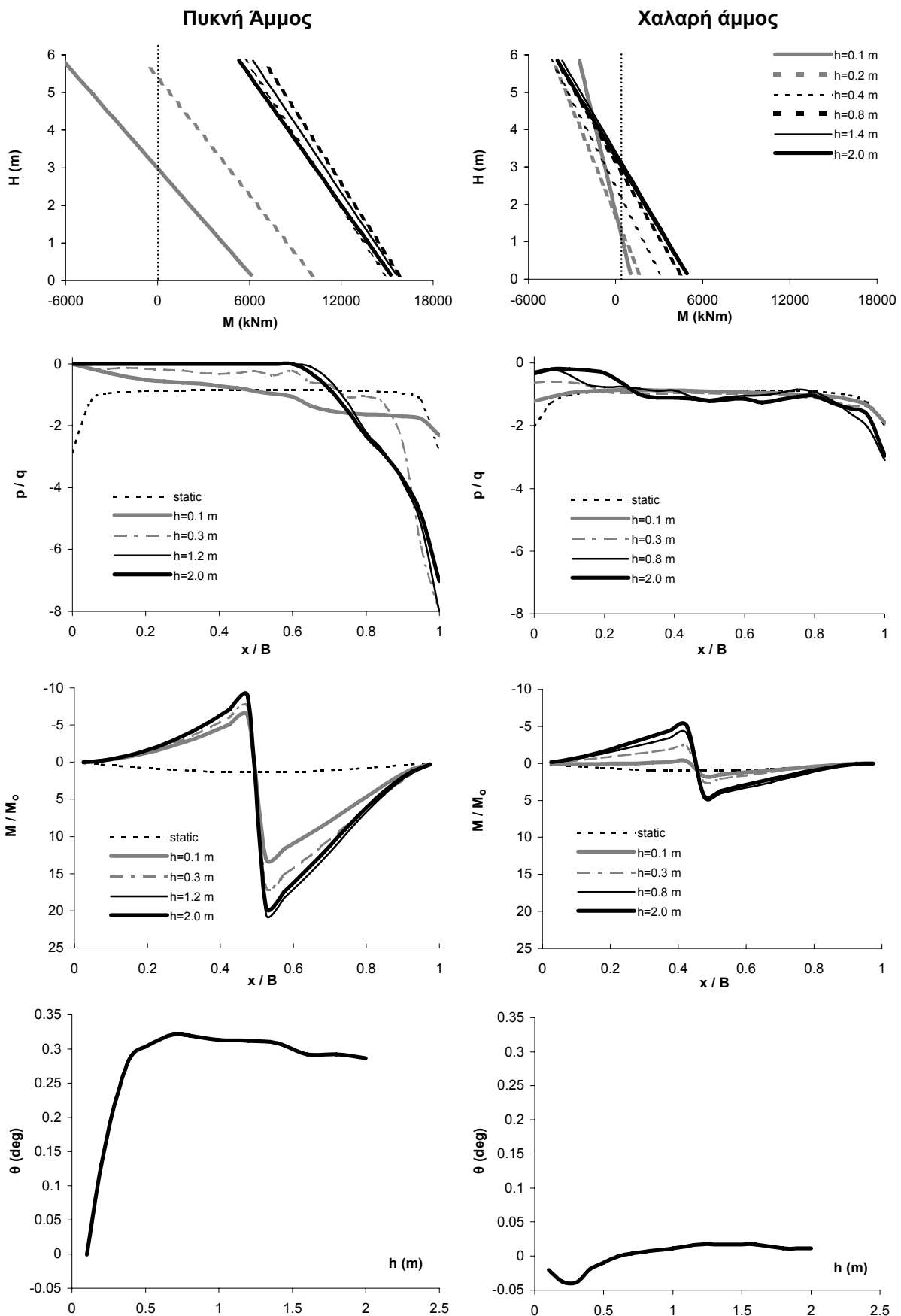
**Σχήμα 6.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 7.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

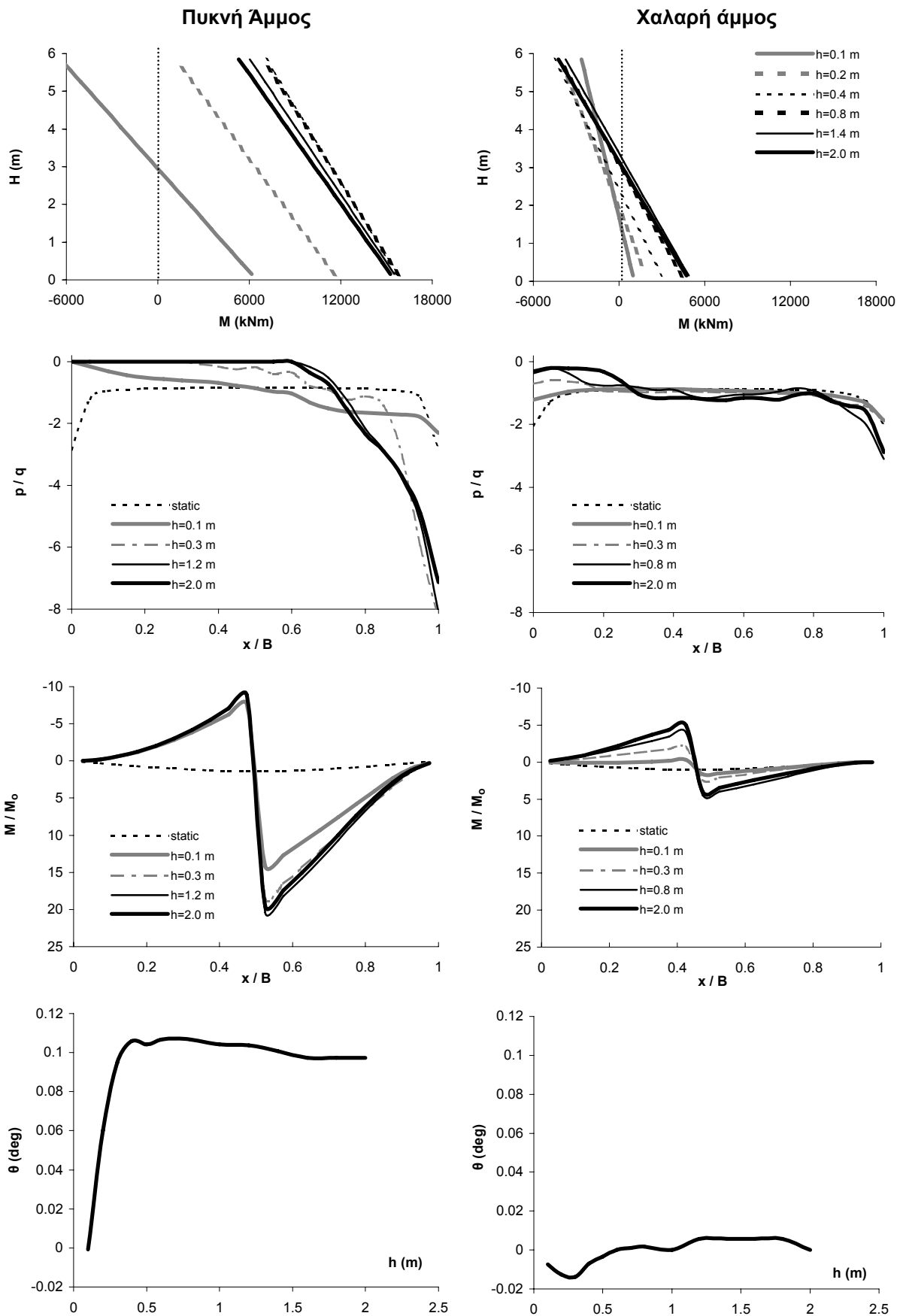
(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 8.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

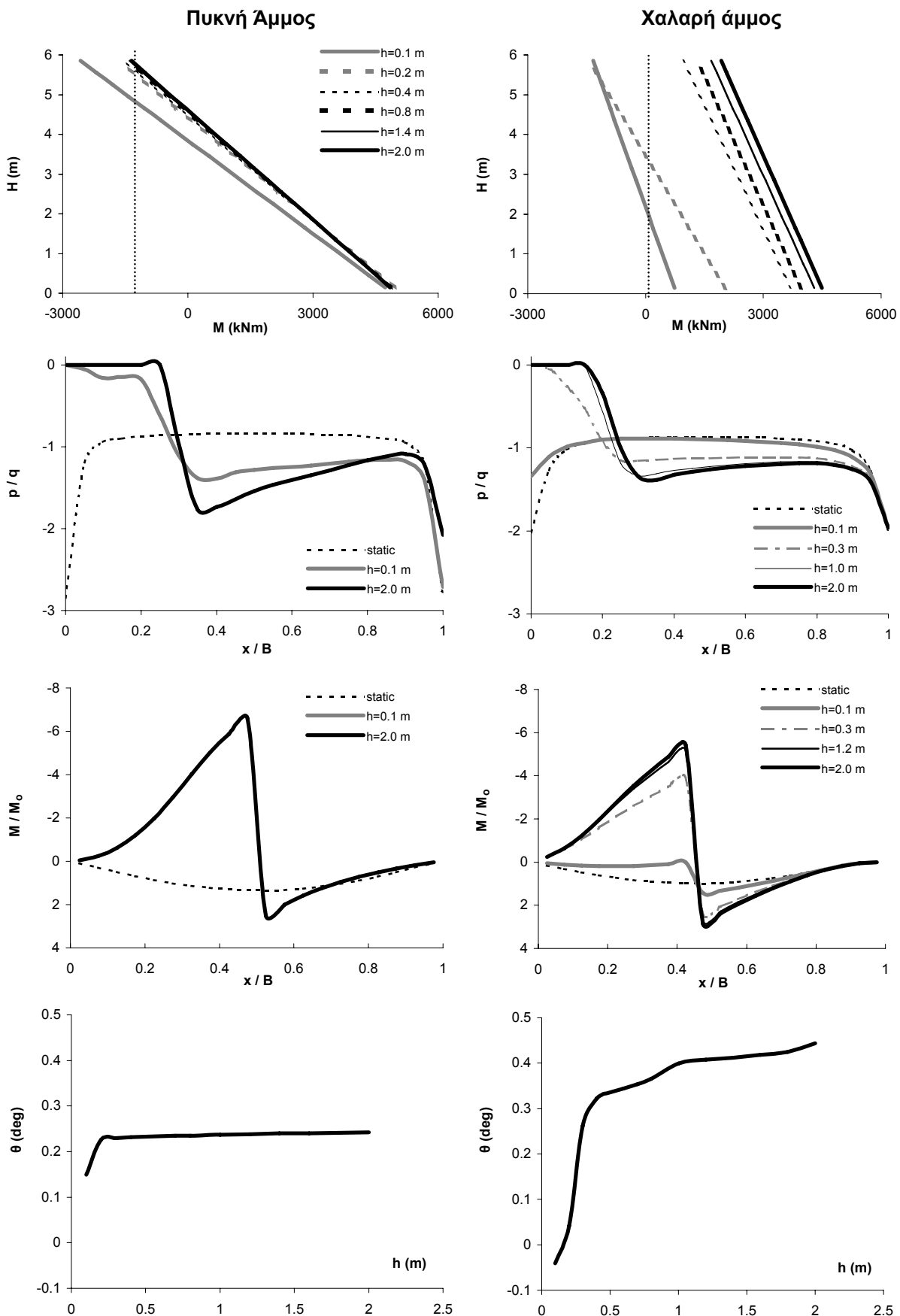
(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.





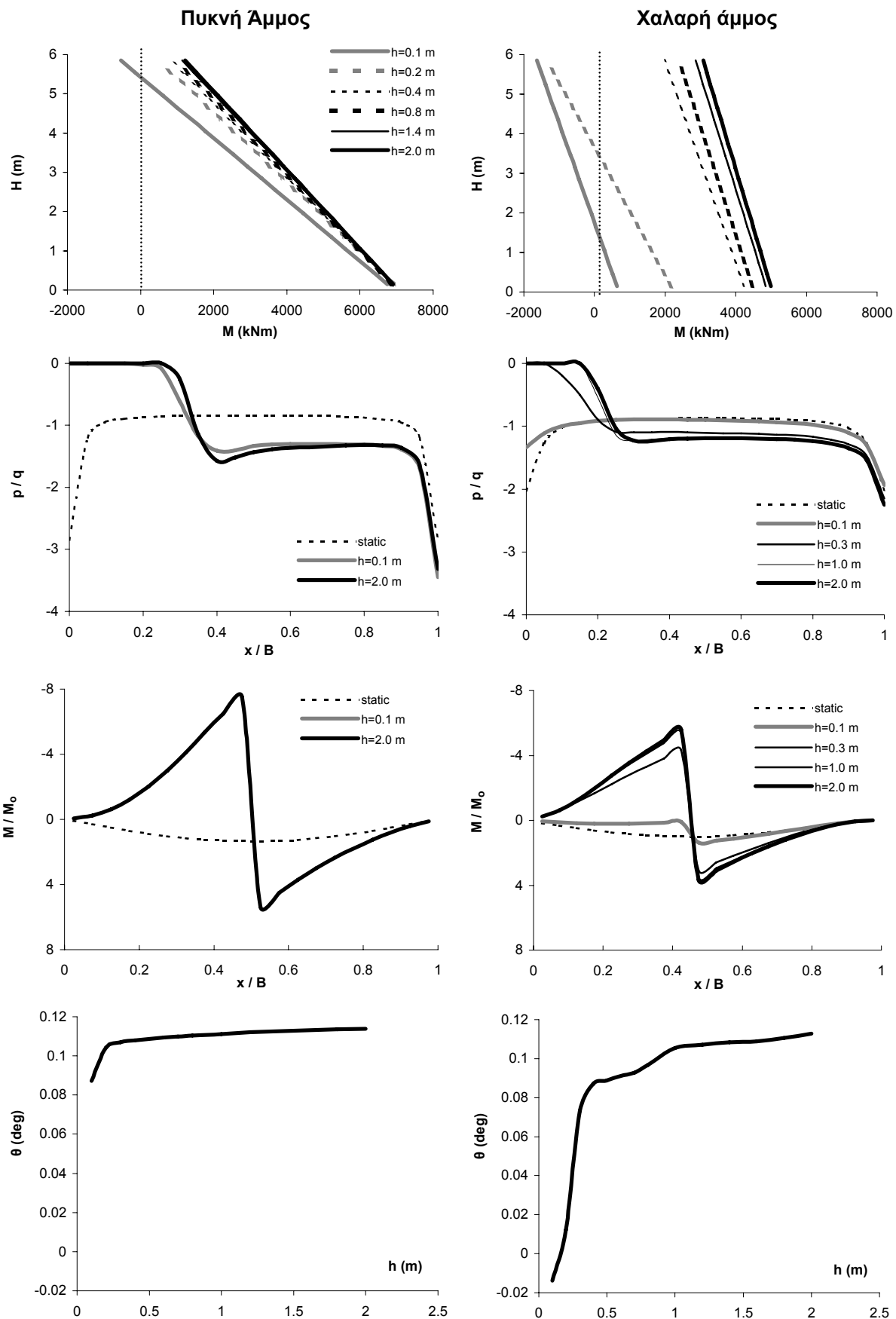
**Σχήμα 9.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



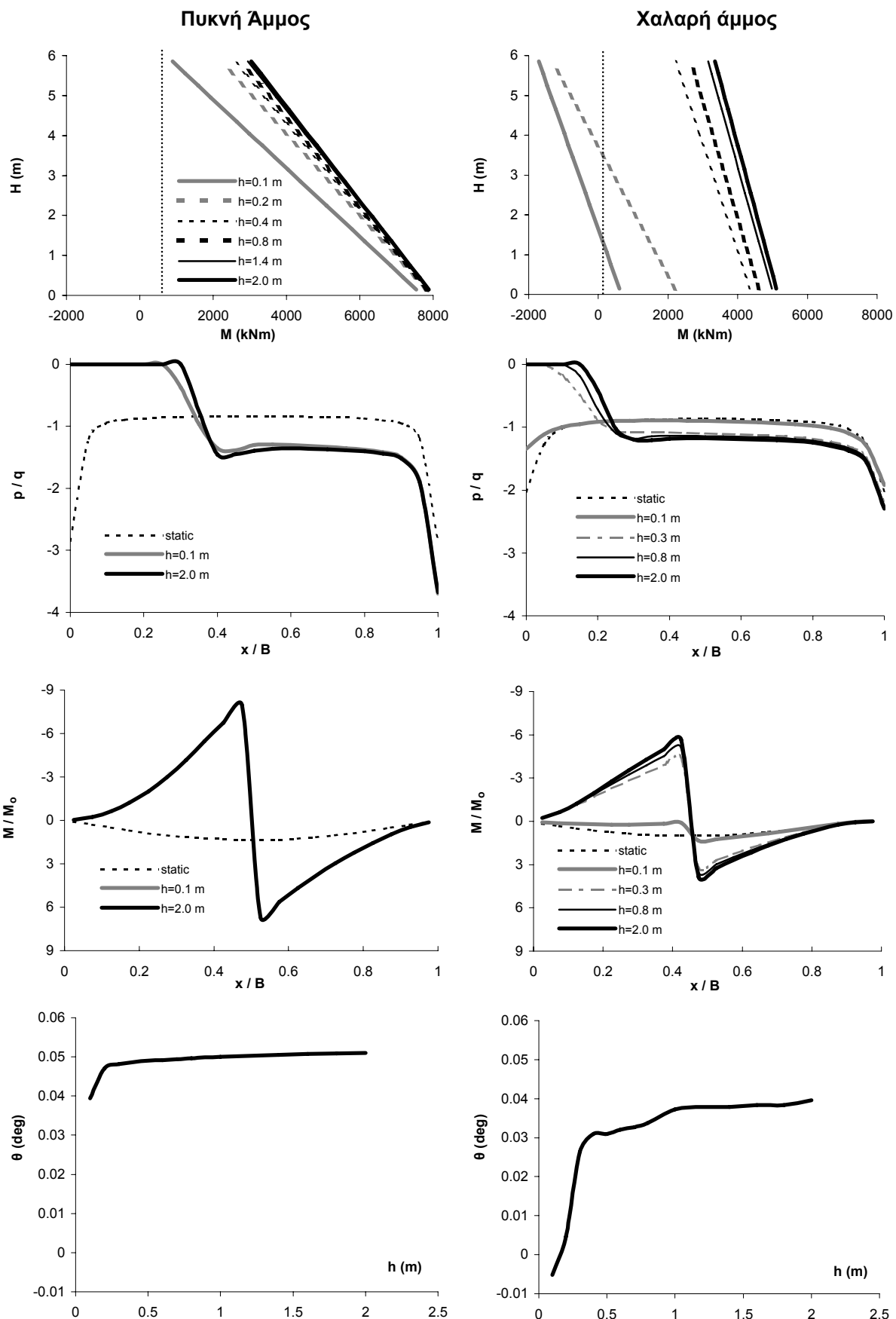
**Σχήμα 10.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



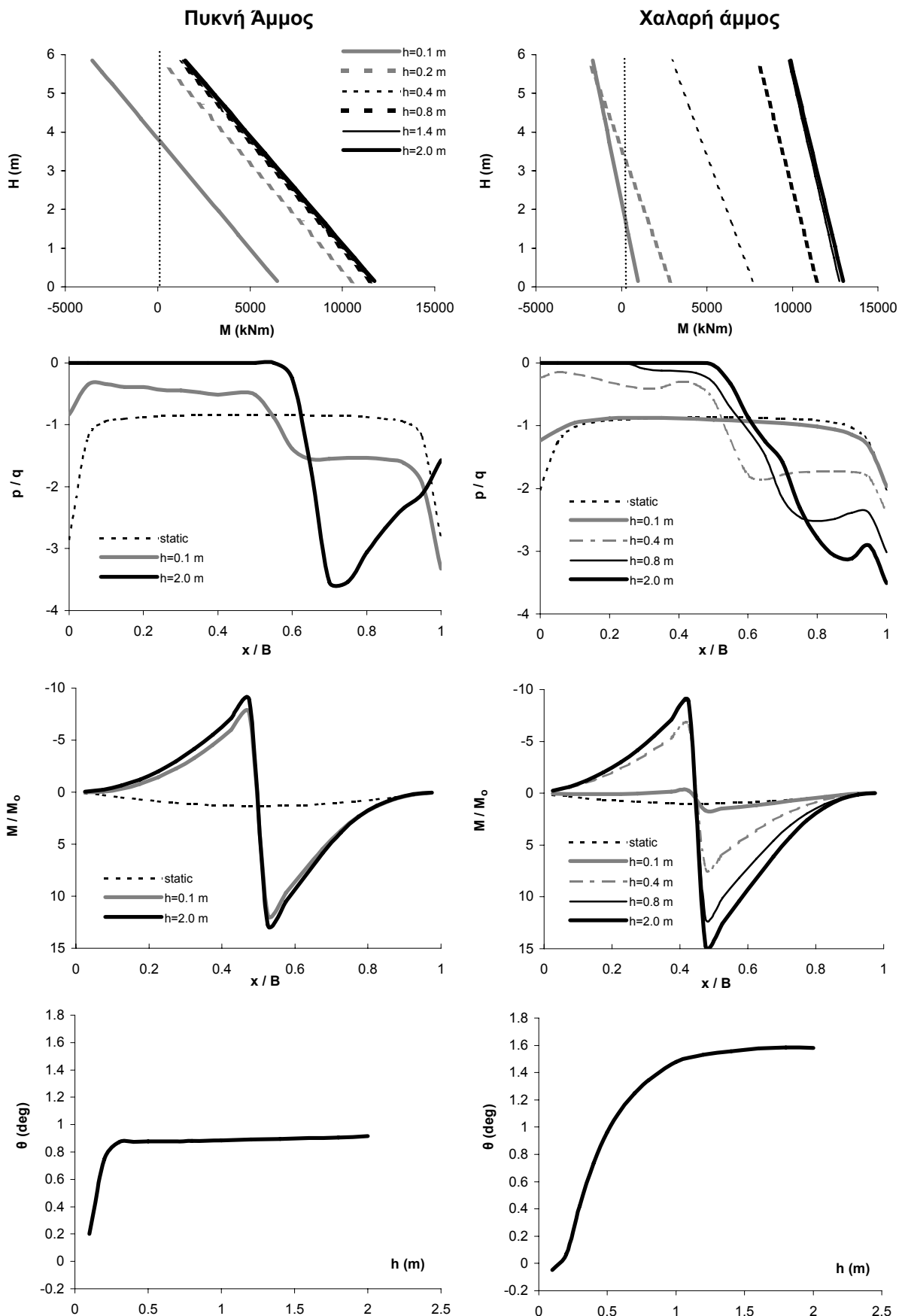
**Σχήμα 11.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



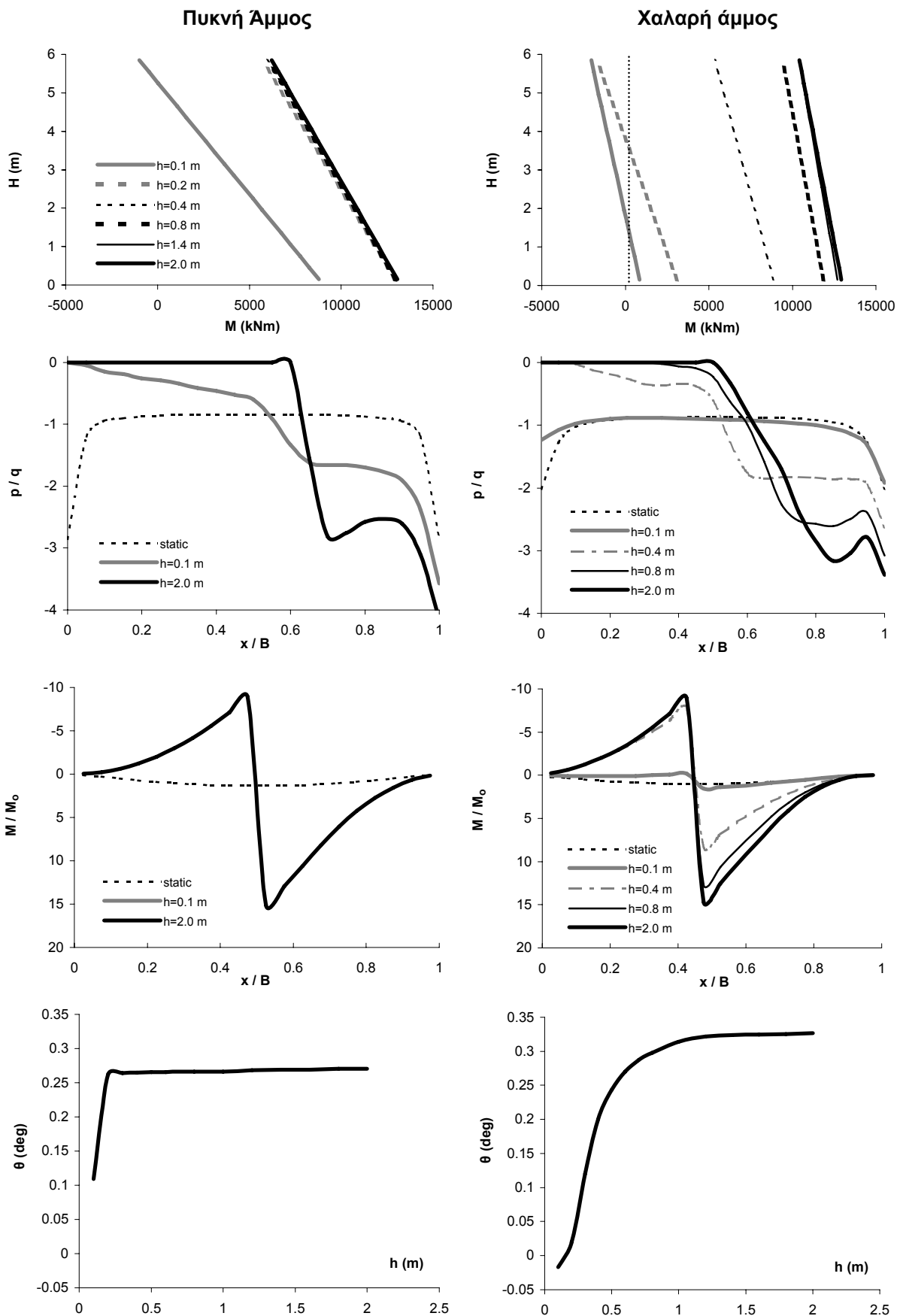
**Σχήμα 12.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



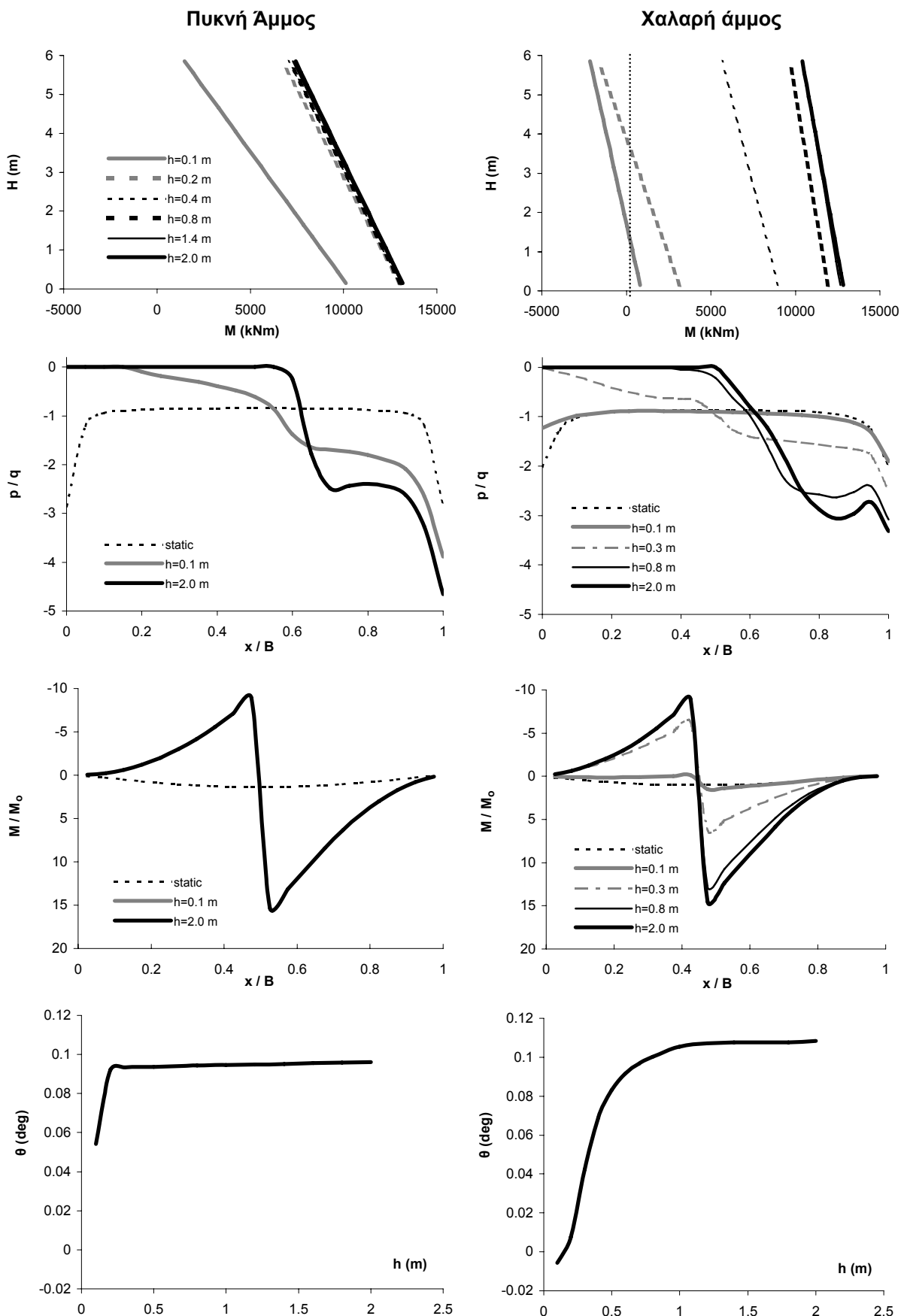
**Σχήμα 13.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10$  GN/m, μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6$  m,  $EI = 10$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5$  m.

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



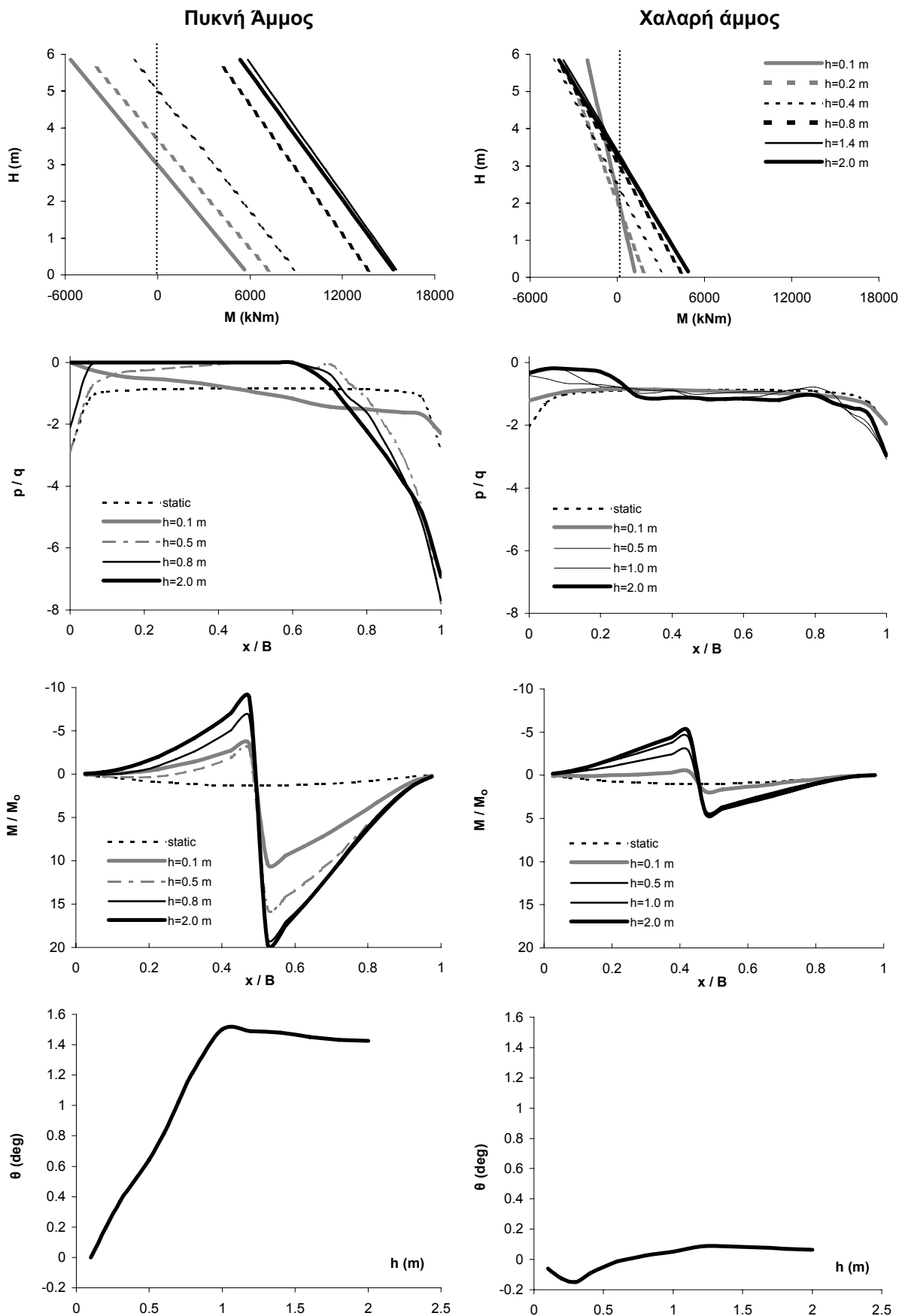
**Σχήμα 14.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελιού-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 15.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

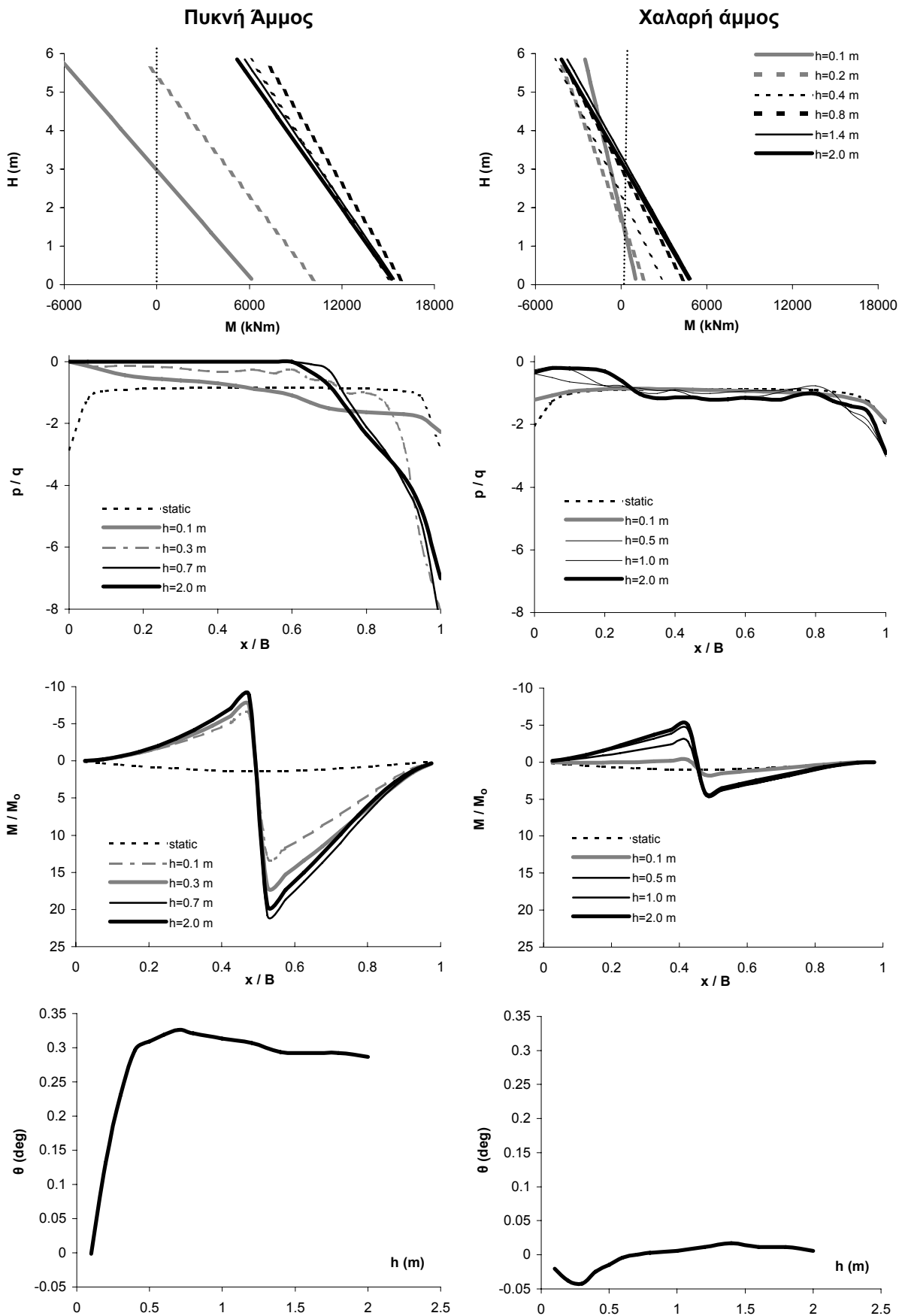
(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 16.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

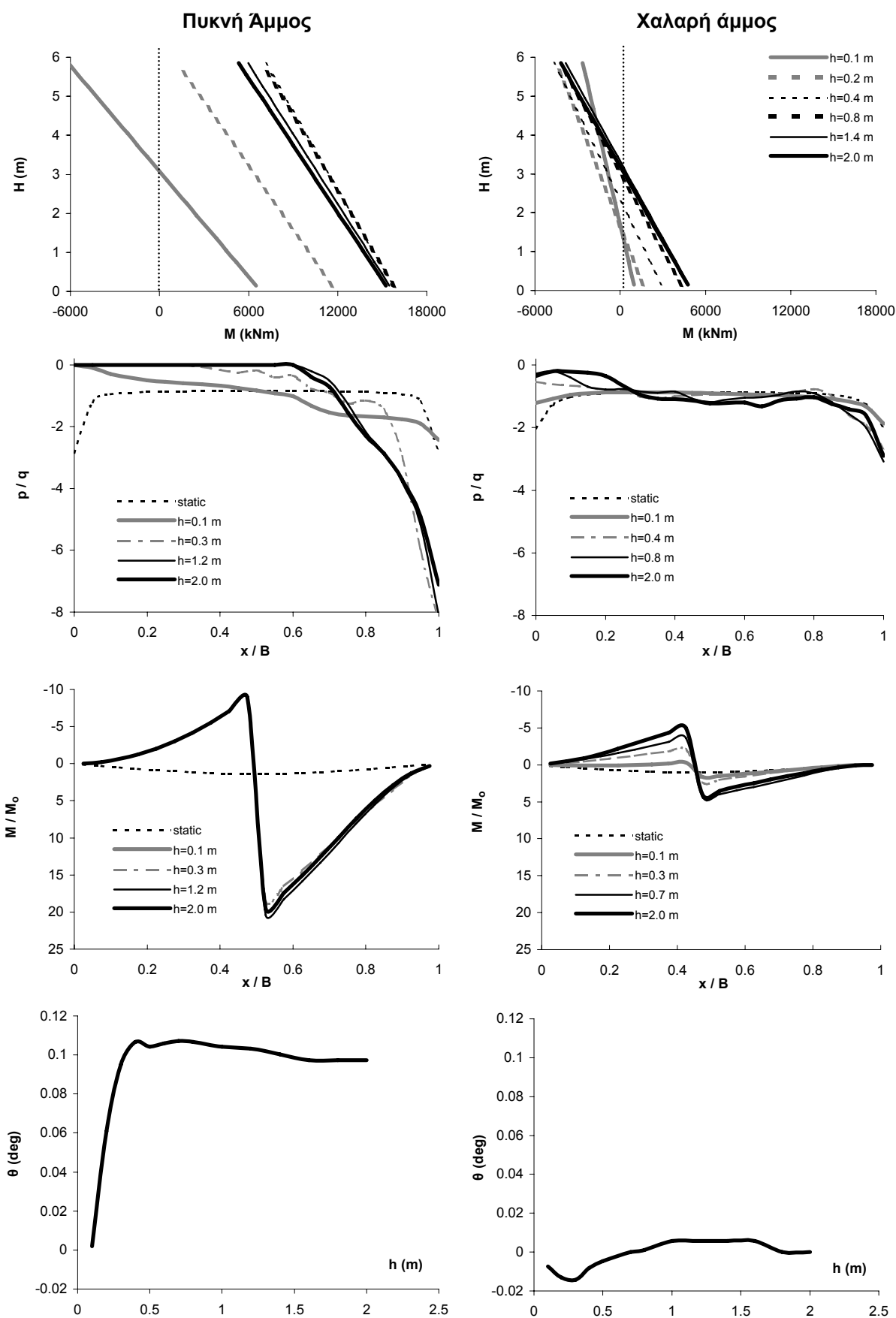
(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.





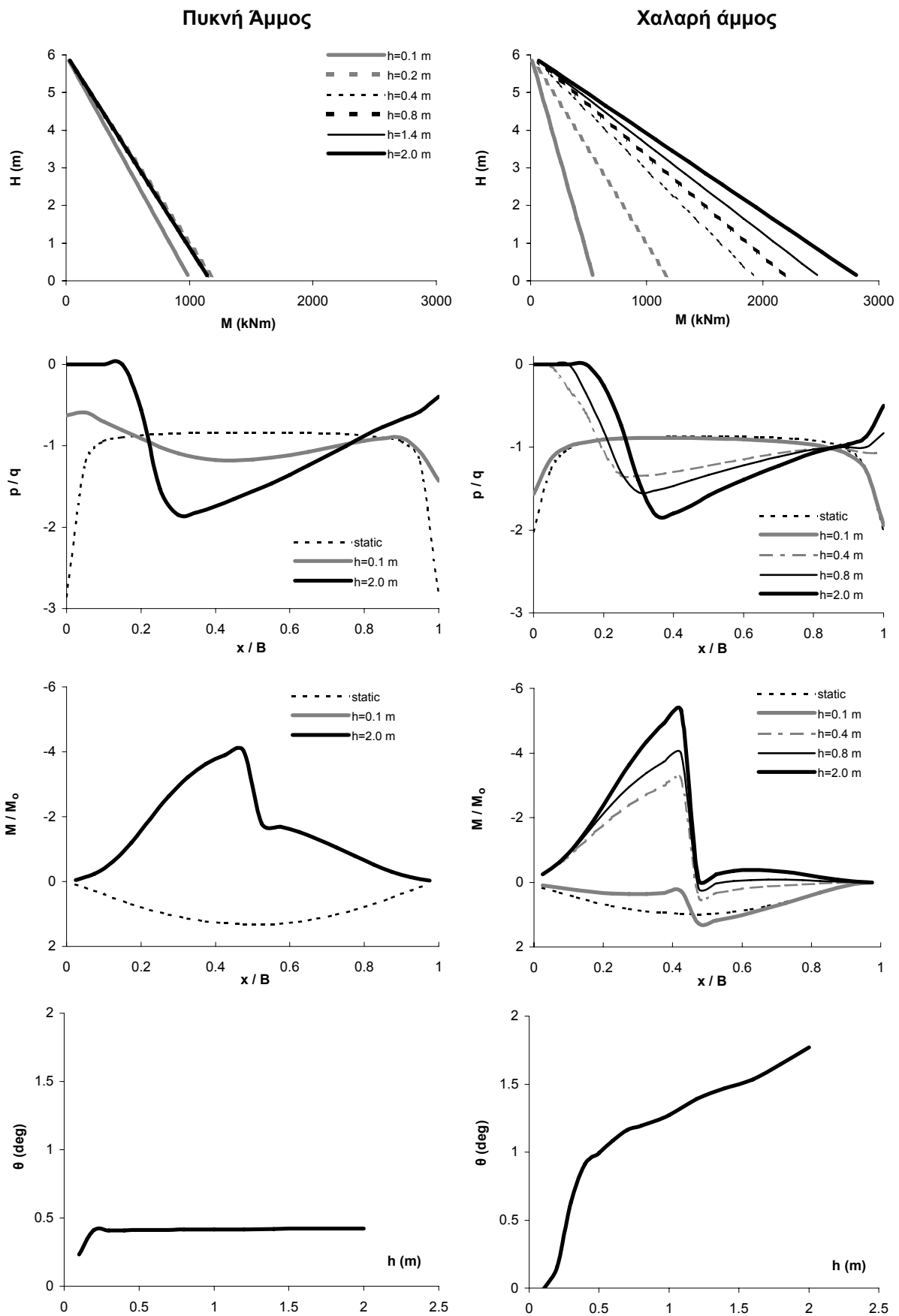
**Σχήμα 17.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



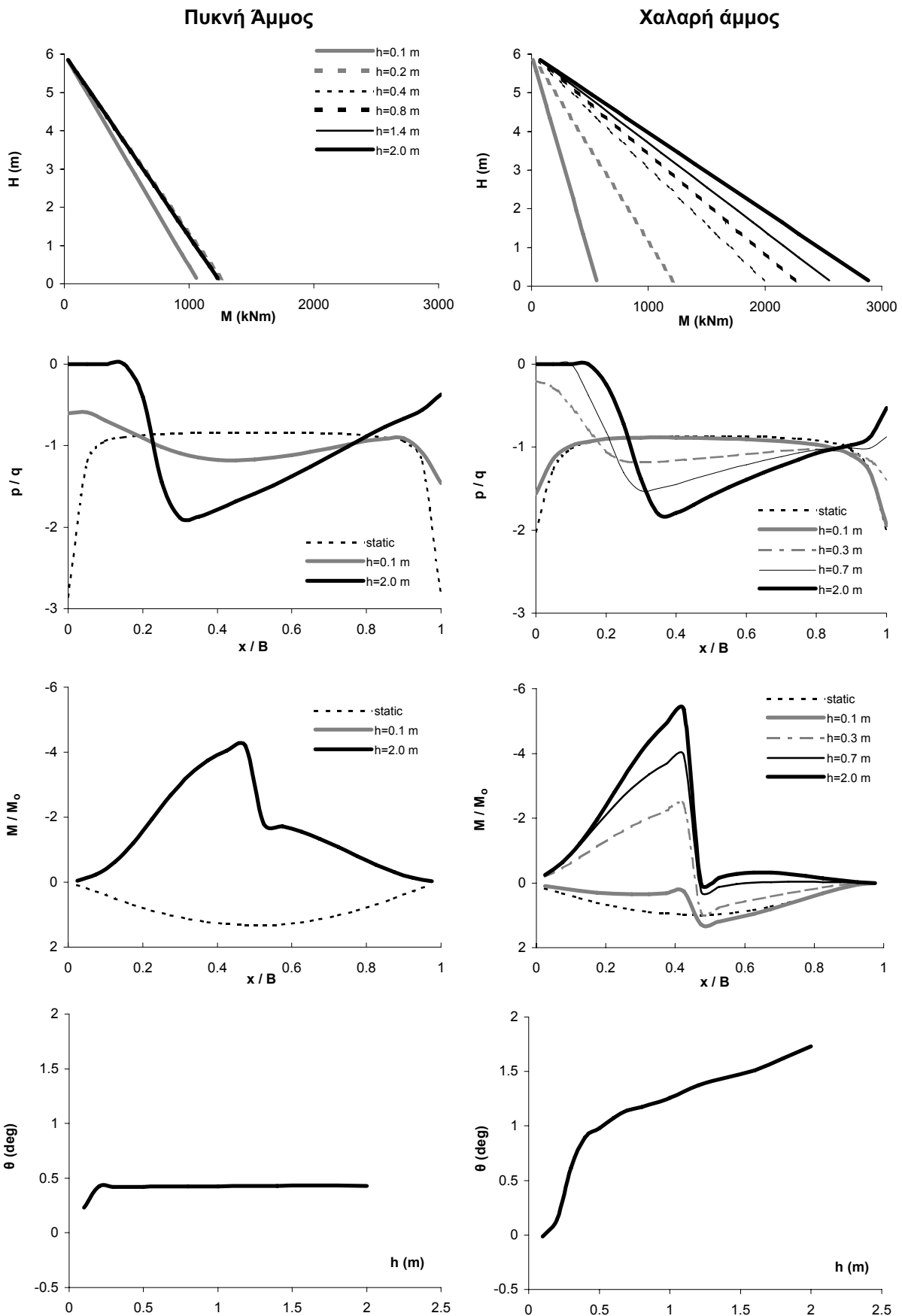
**Σχήμα 18.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



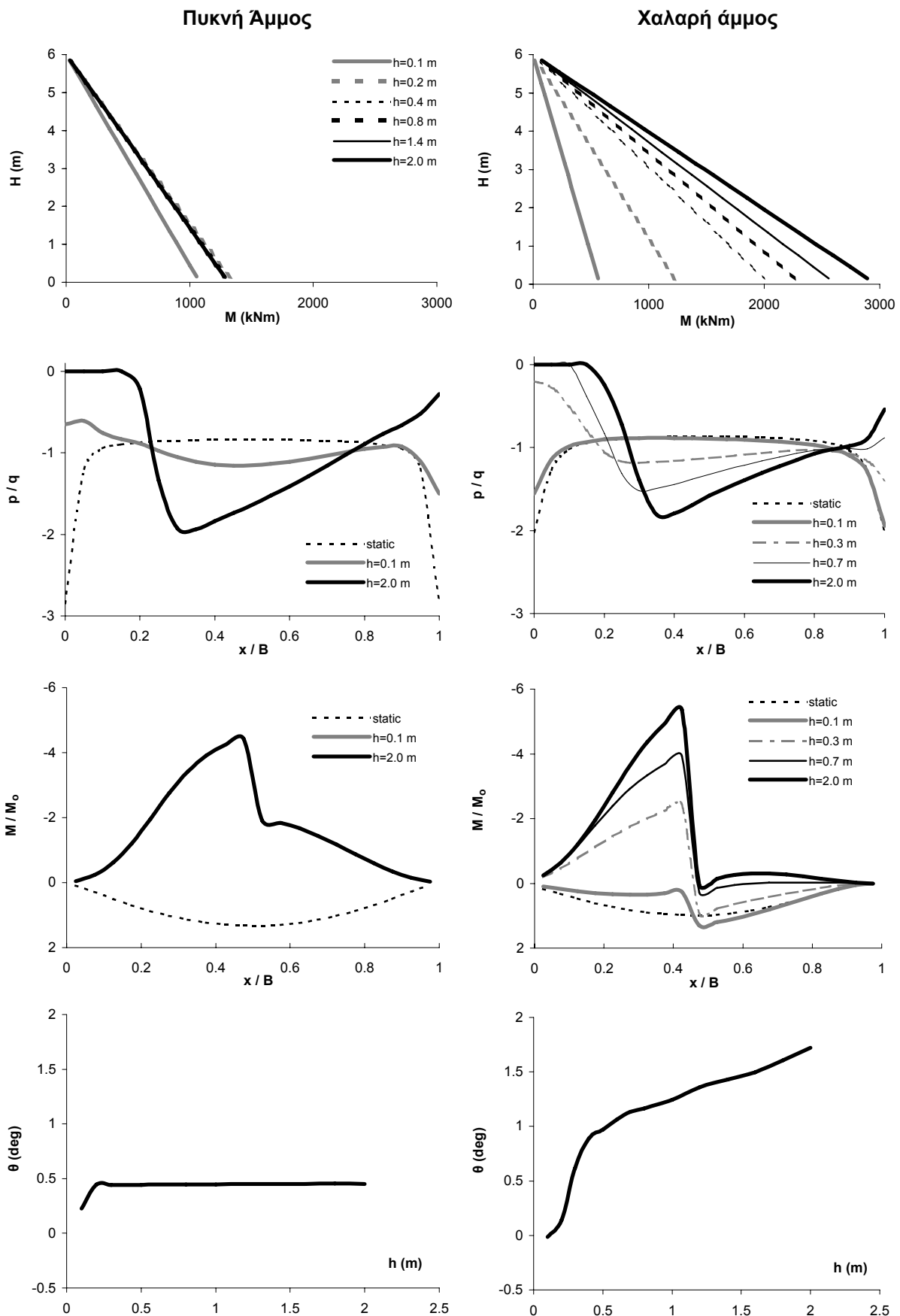
**Σχήμα 19.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατ'άνω μέρος μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_o$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



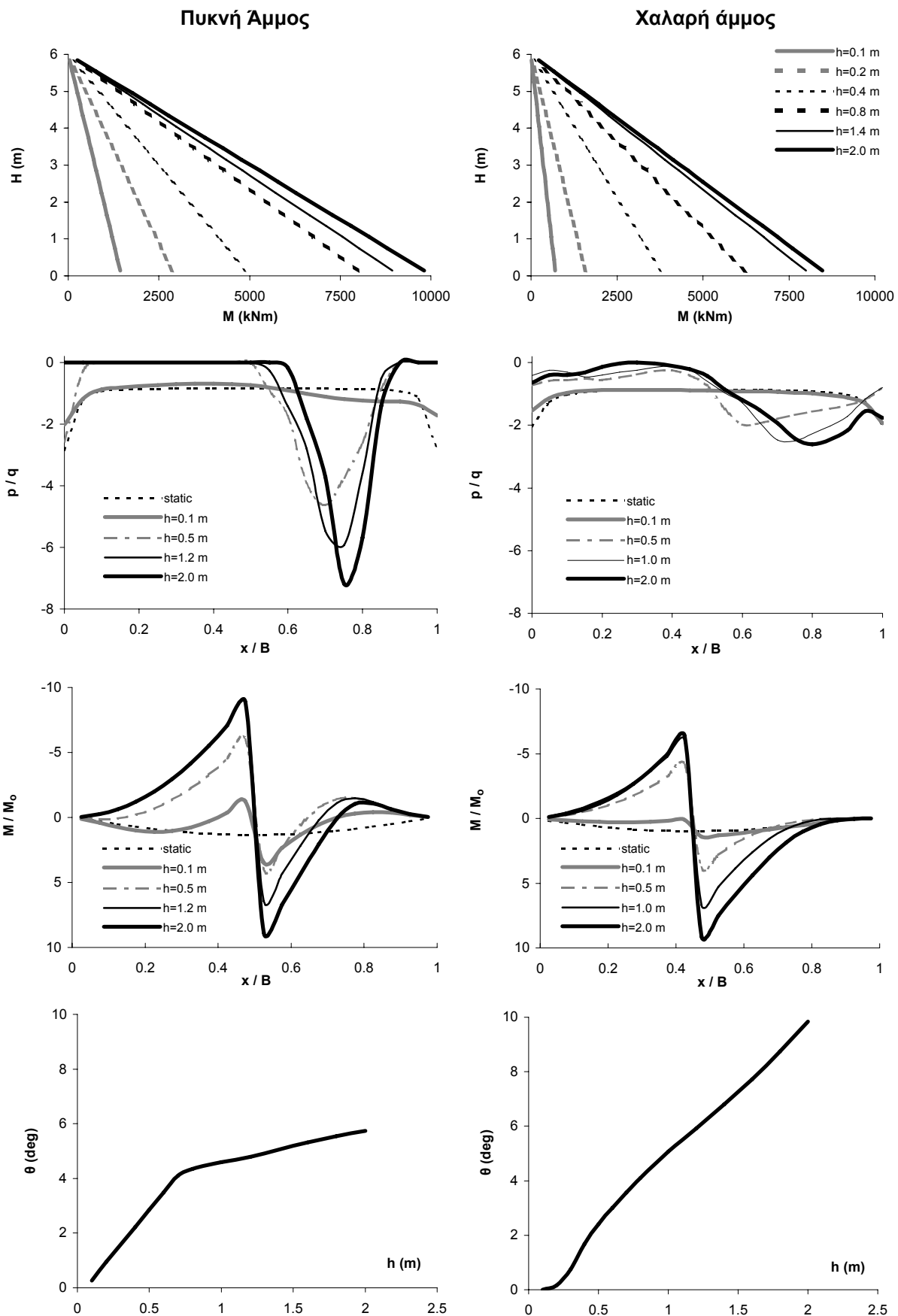
**Σχήμα 20.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με σεισμικώς μονωμένο κατ'άνω μέρος μέσω εφεδράνων  $K = 3$  MN/m, επί βάθρου  $H = 6$  m,  $EI = 50$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1$  m.

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_o$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



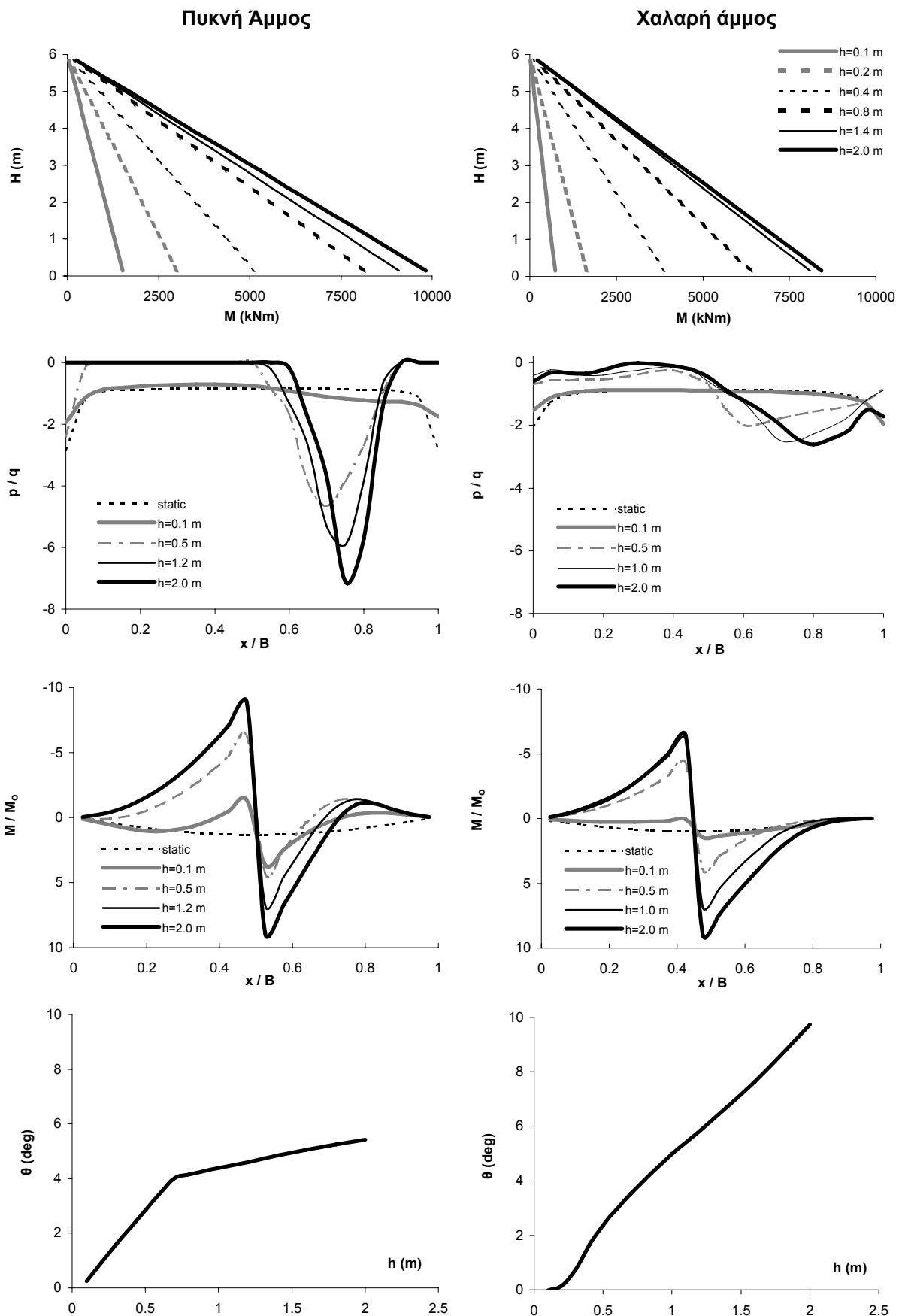
**Σχήμα 21.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάντρομα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



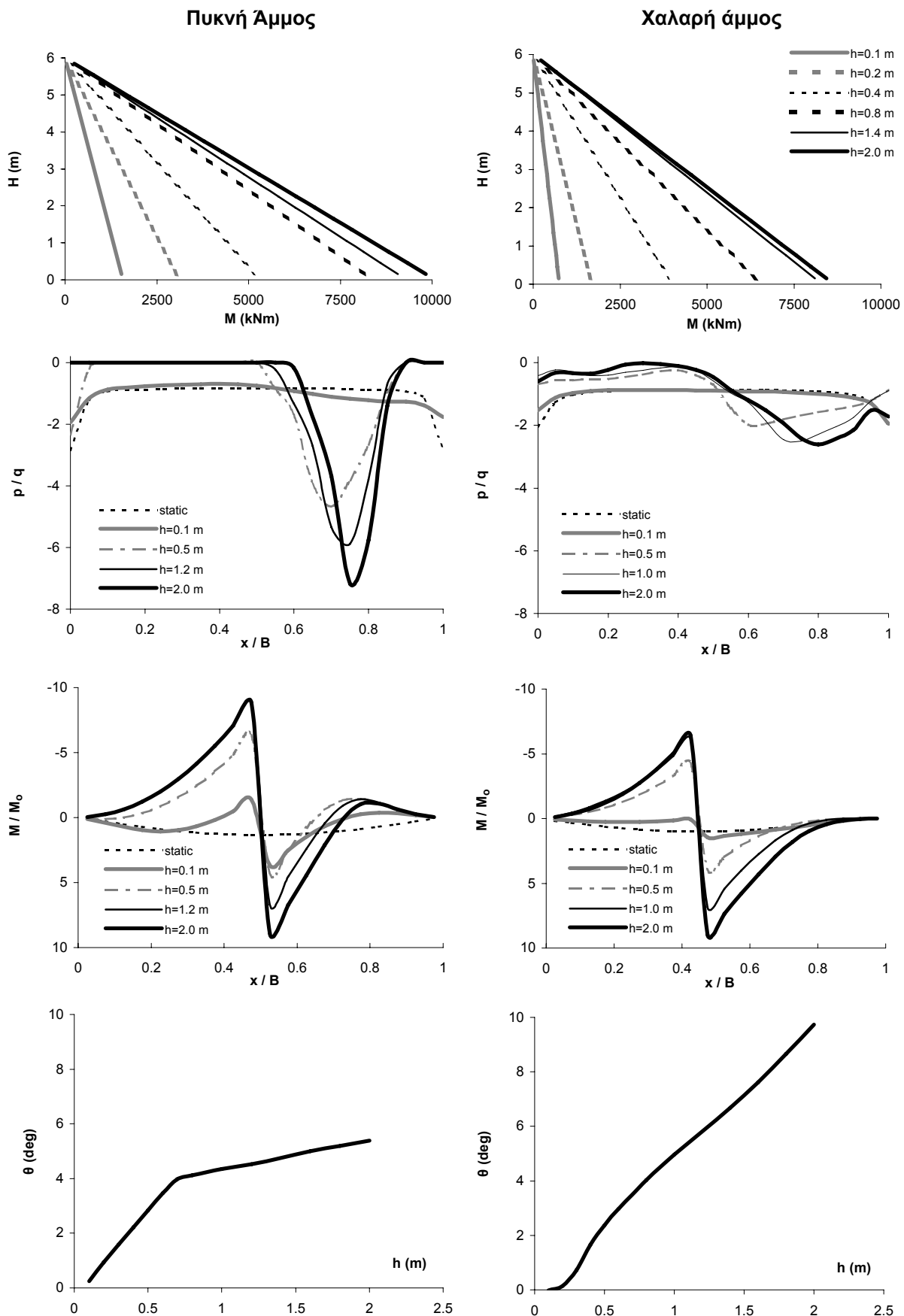
**Σχήμα 22.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με σεισμικώς μονωμένο κατάρσιωμα μέσω εφεδράνων  $K = 3$  MN/m, επί βάθρου  $H = 6$  m,  $EI = 10$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5$  m.

(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_o$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 23.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

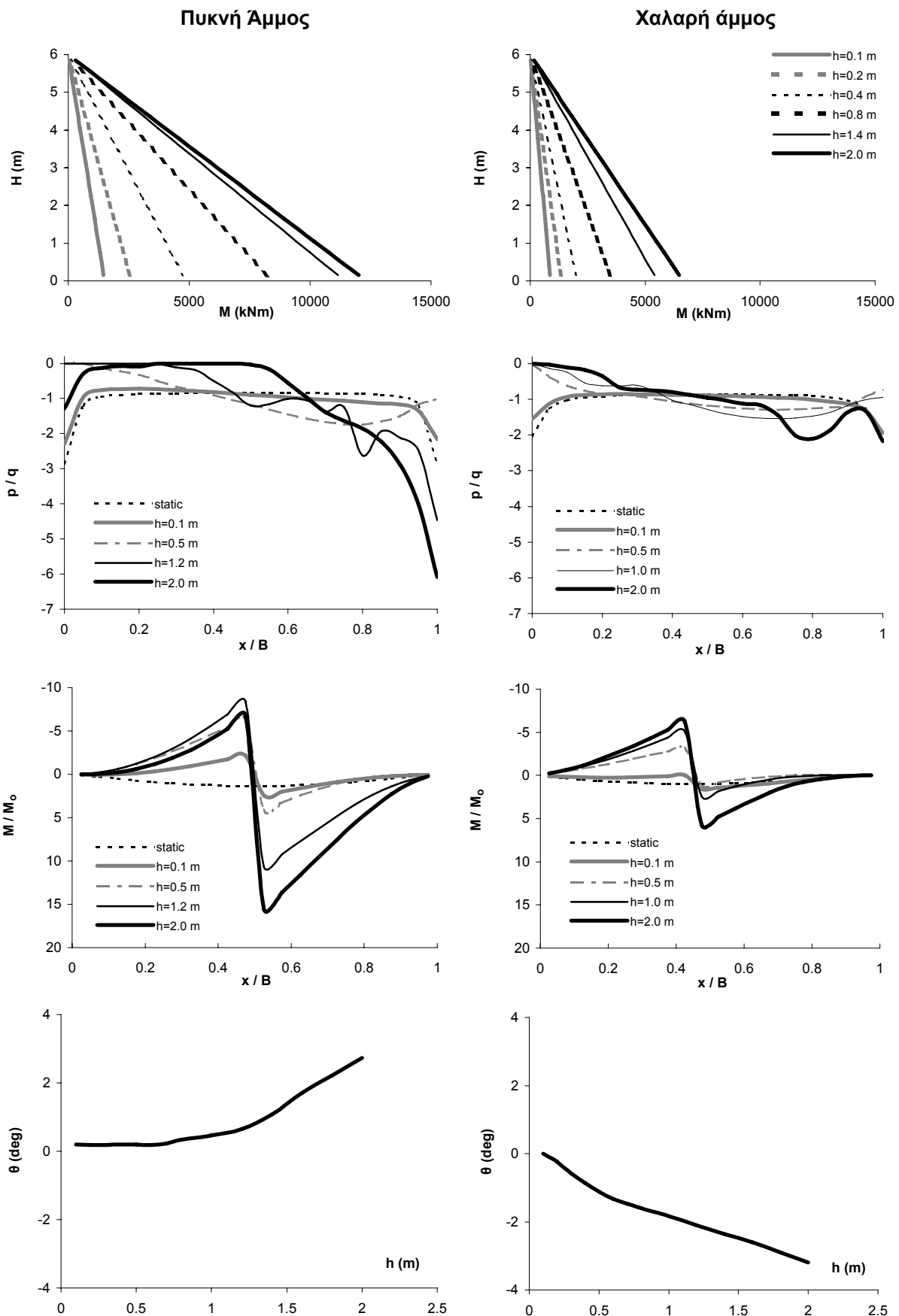
(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 24.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

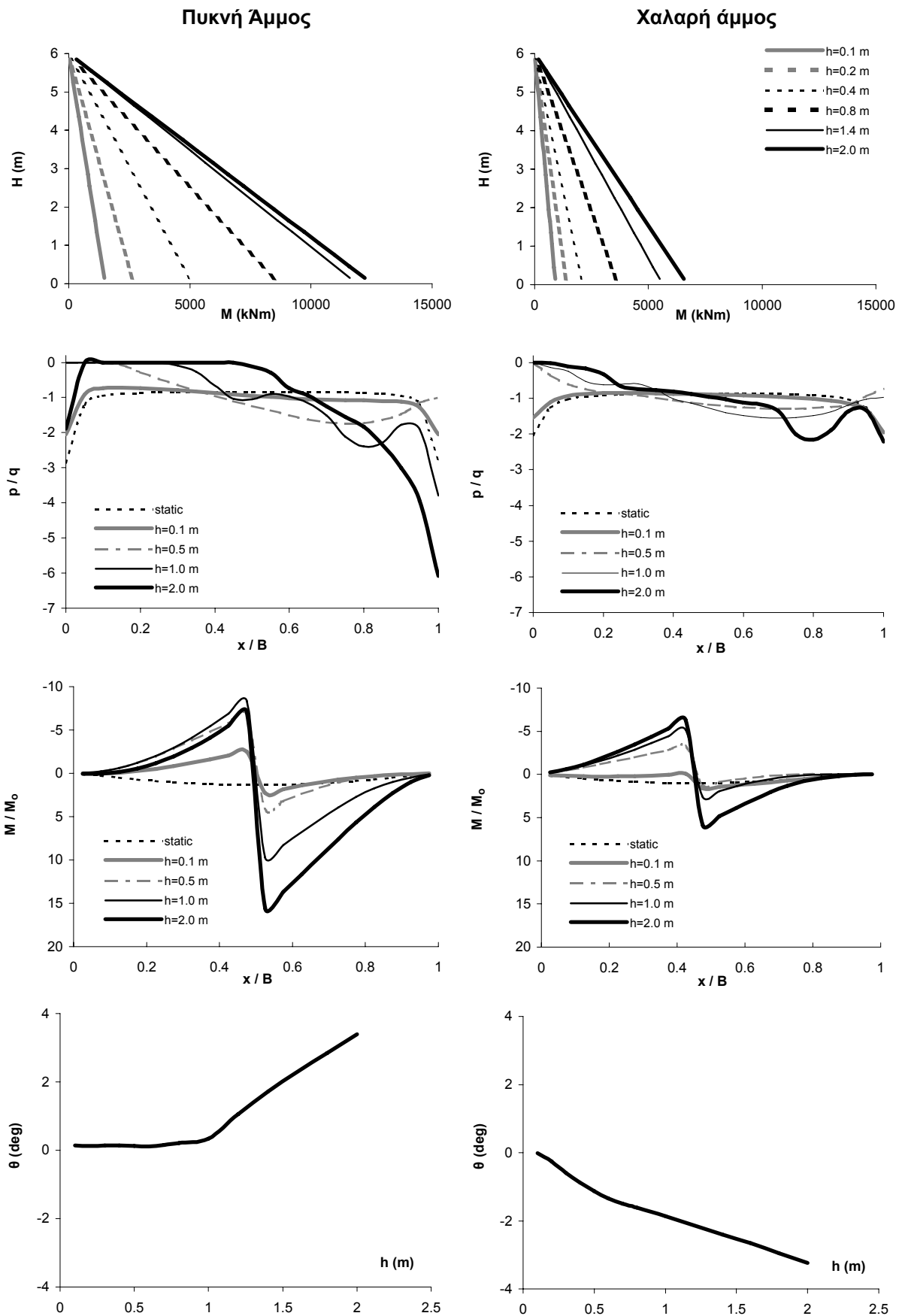
(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.





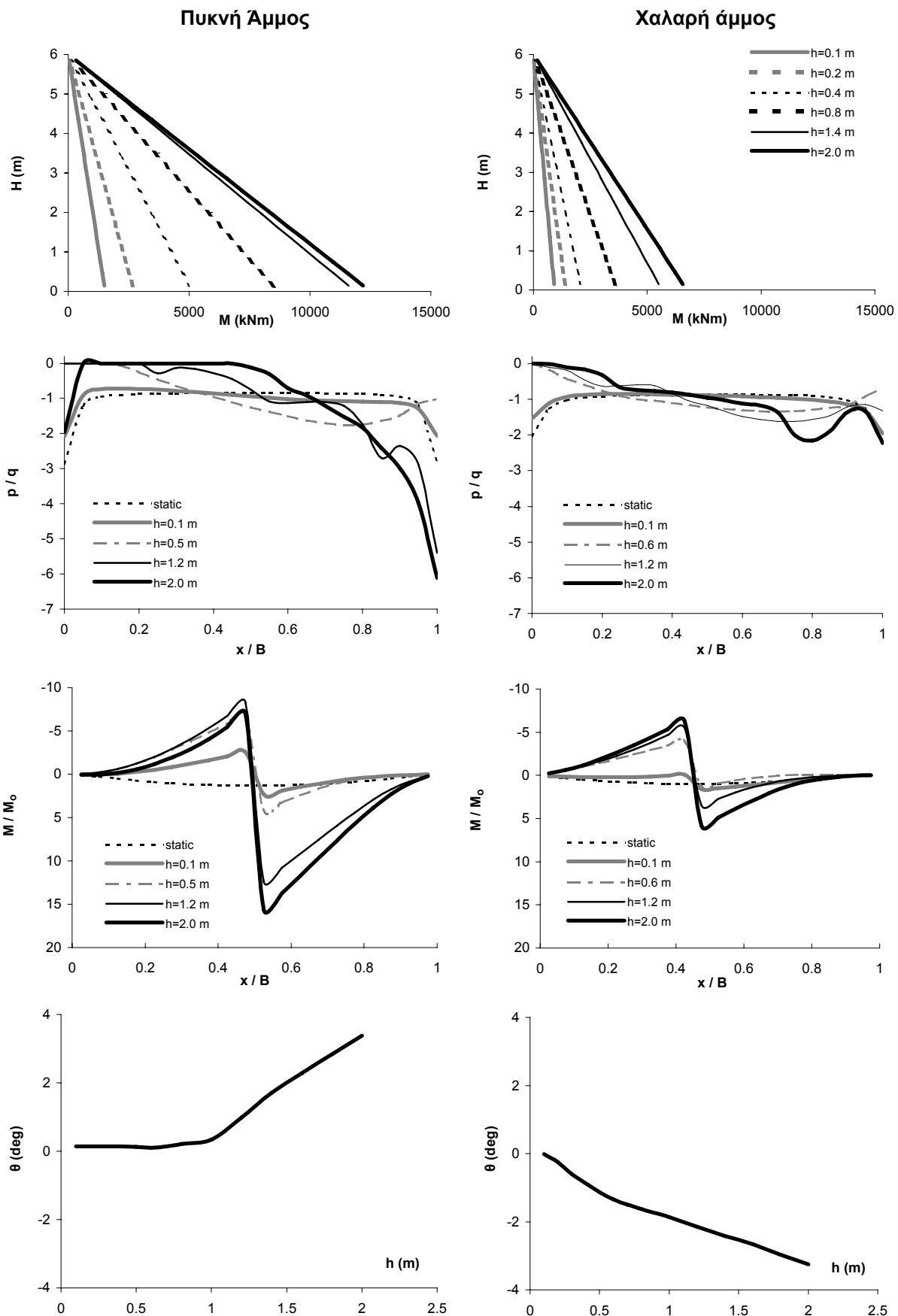
**Σχήμα 25.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_o$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



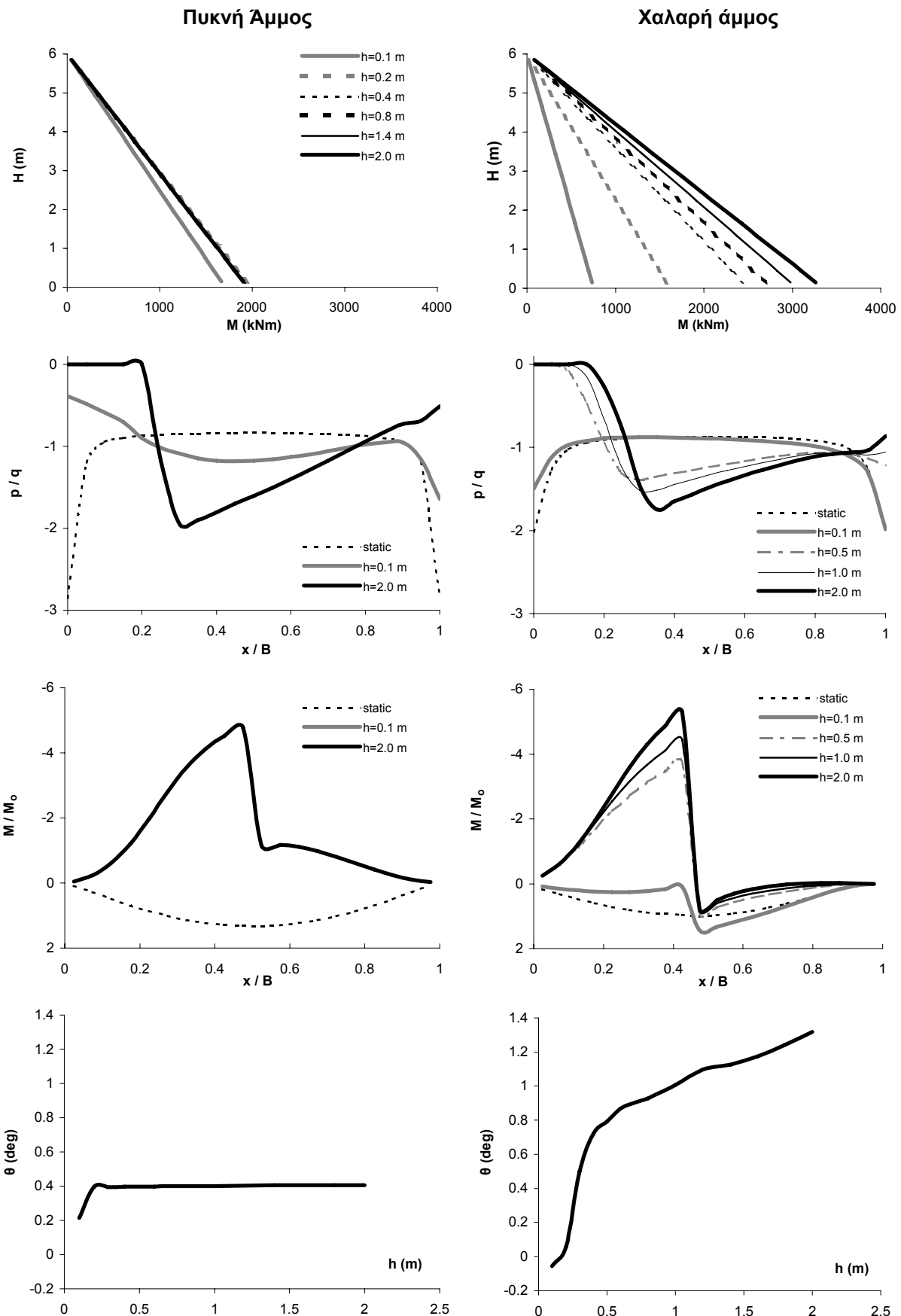
**Σχήμα 26.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάρσιμα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



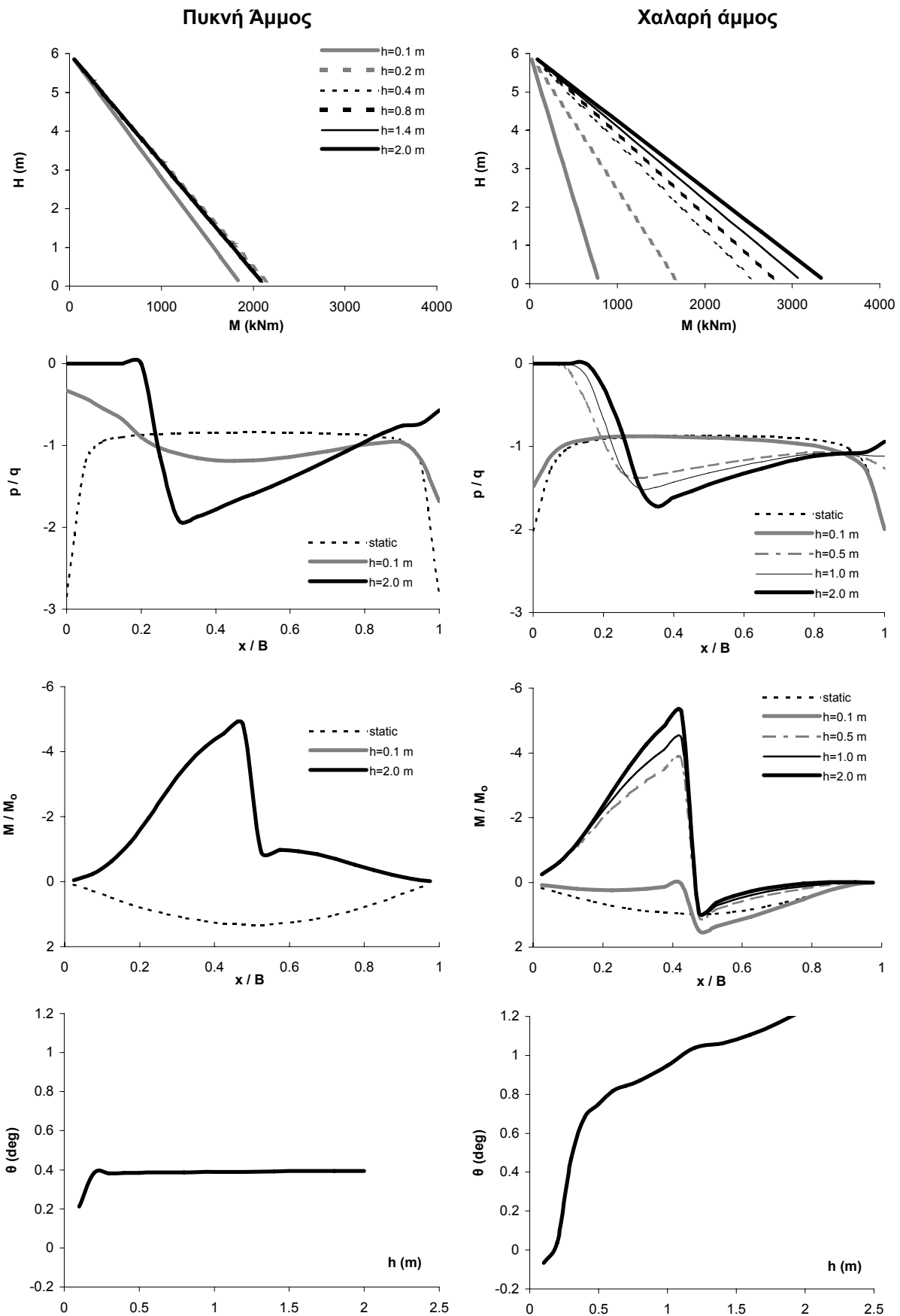
**Σχήμα 27.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάντρομα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



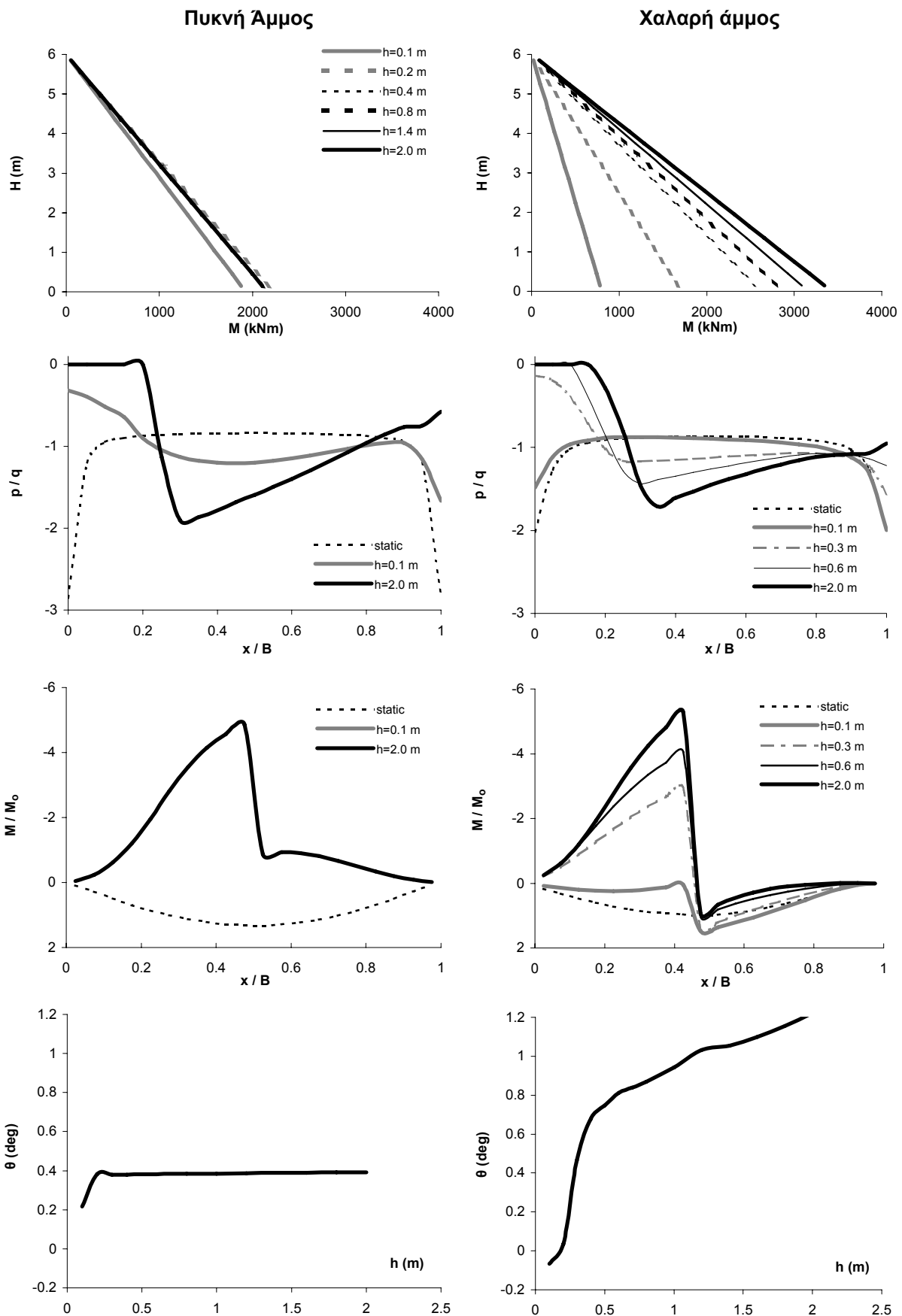
**Σχήμα 28.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάντρομα μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



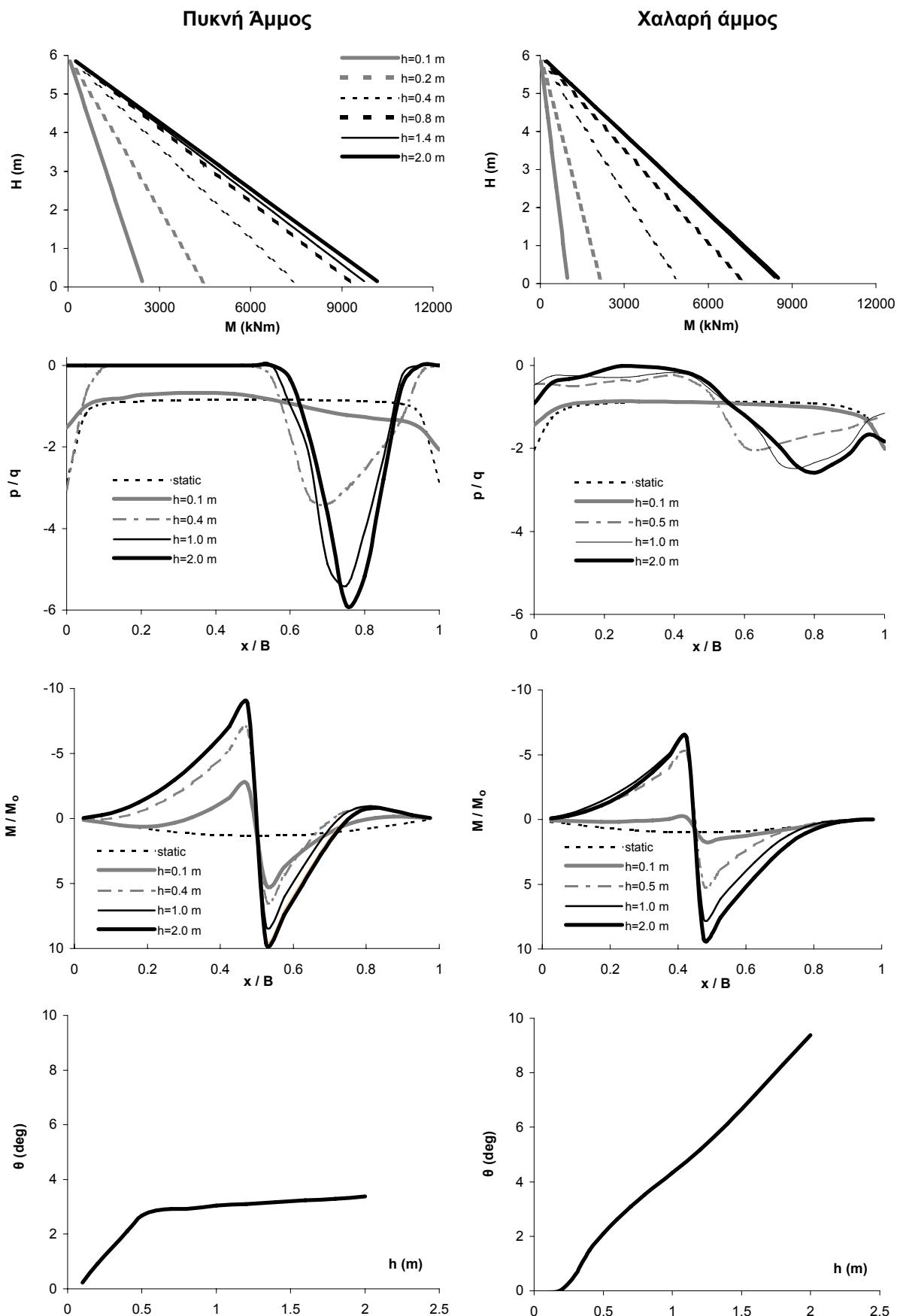
**Σχήμα 29.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



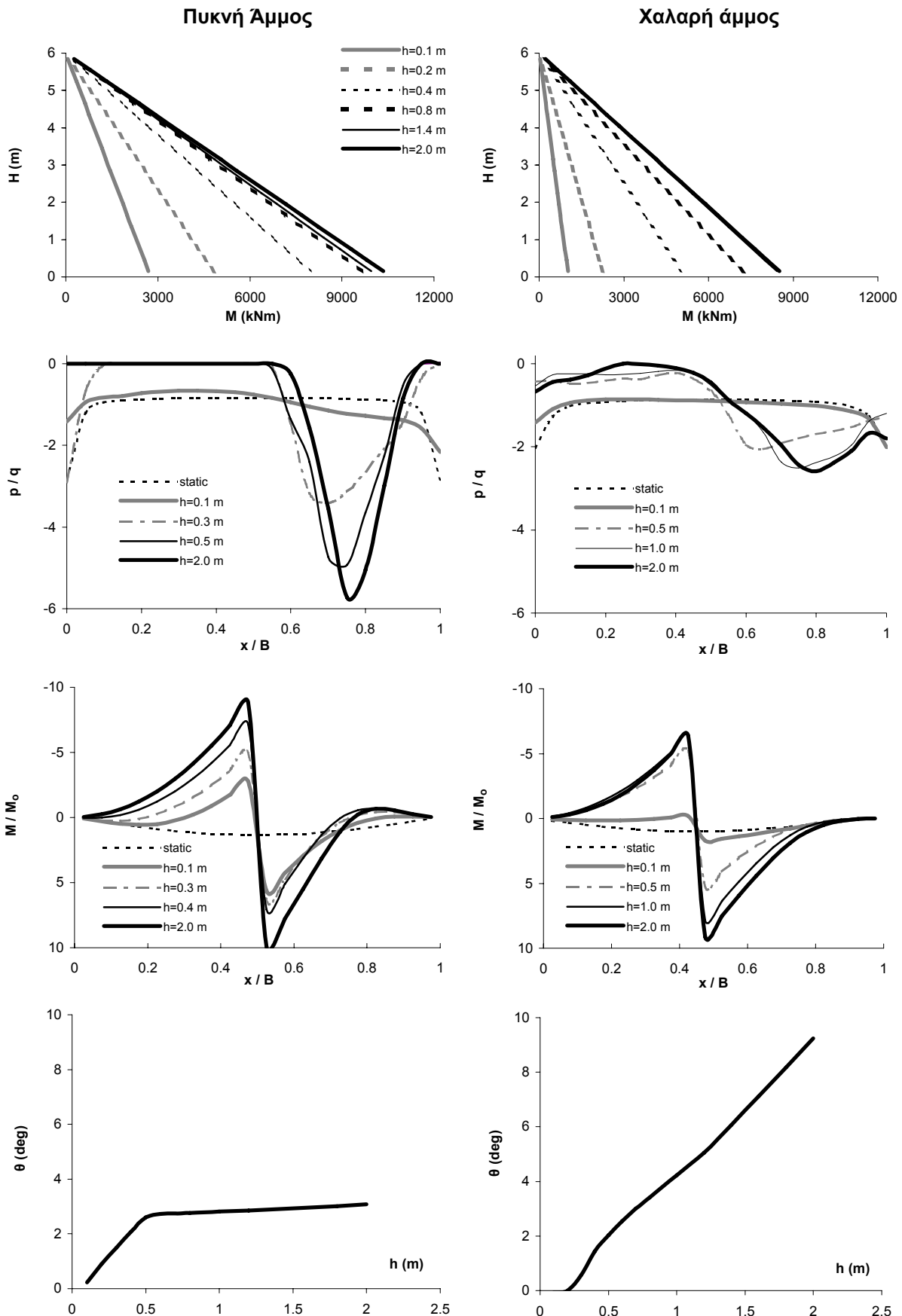
**Σχήμα 30.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάρσιωμα μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 31.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατ'άνω μέρος μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

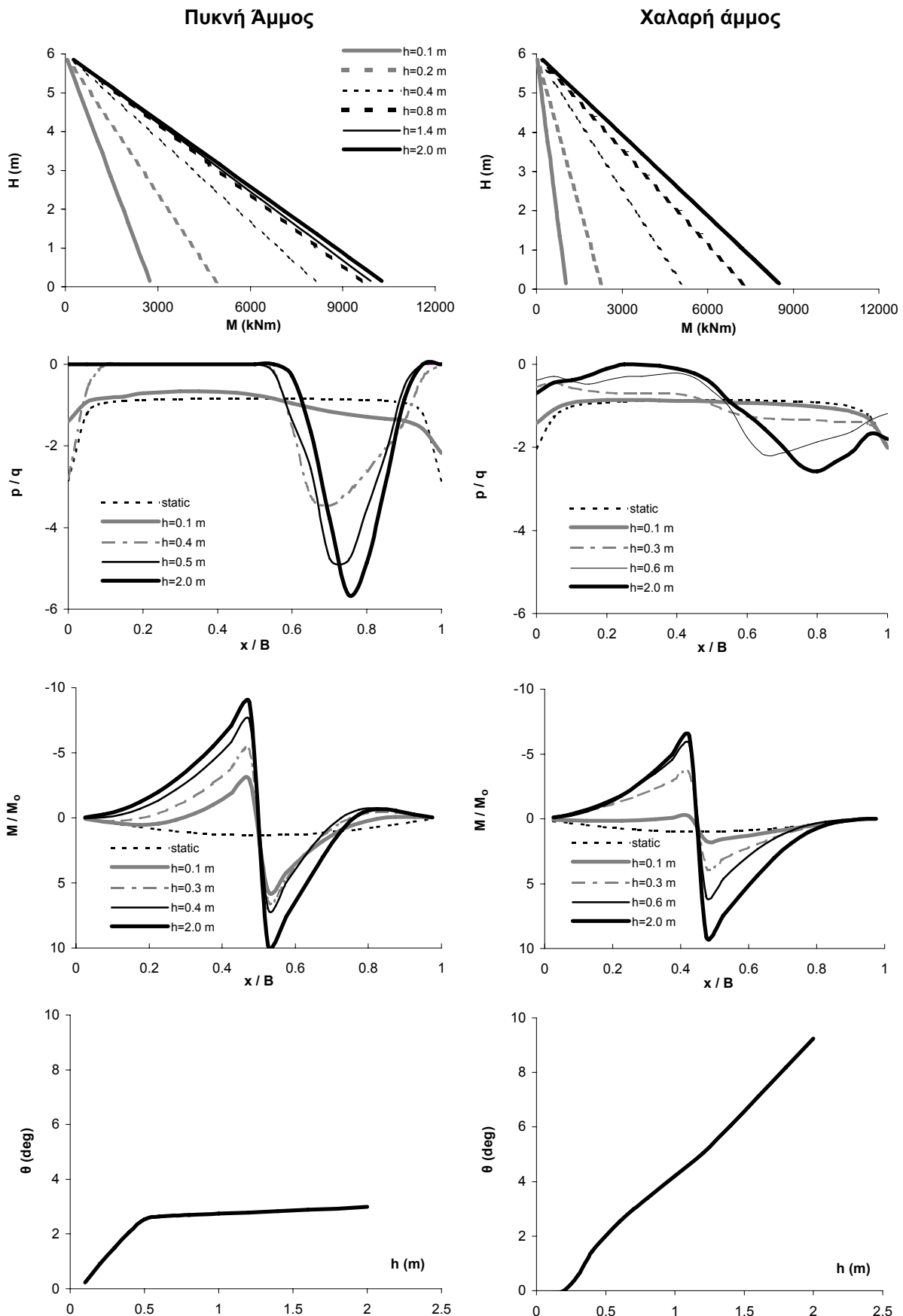
(α) Καμπτικές ροπές  $M$  κατ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 32.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάντρομα μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

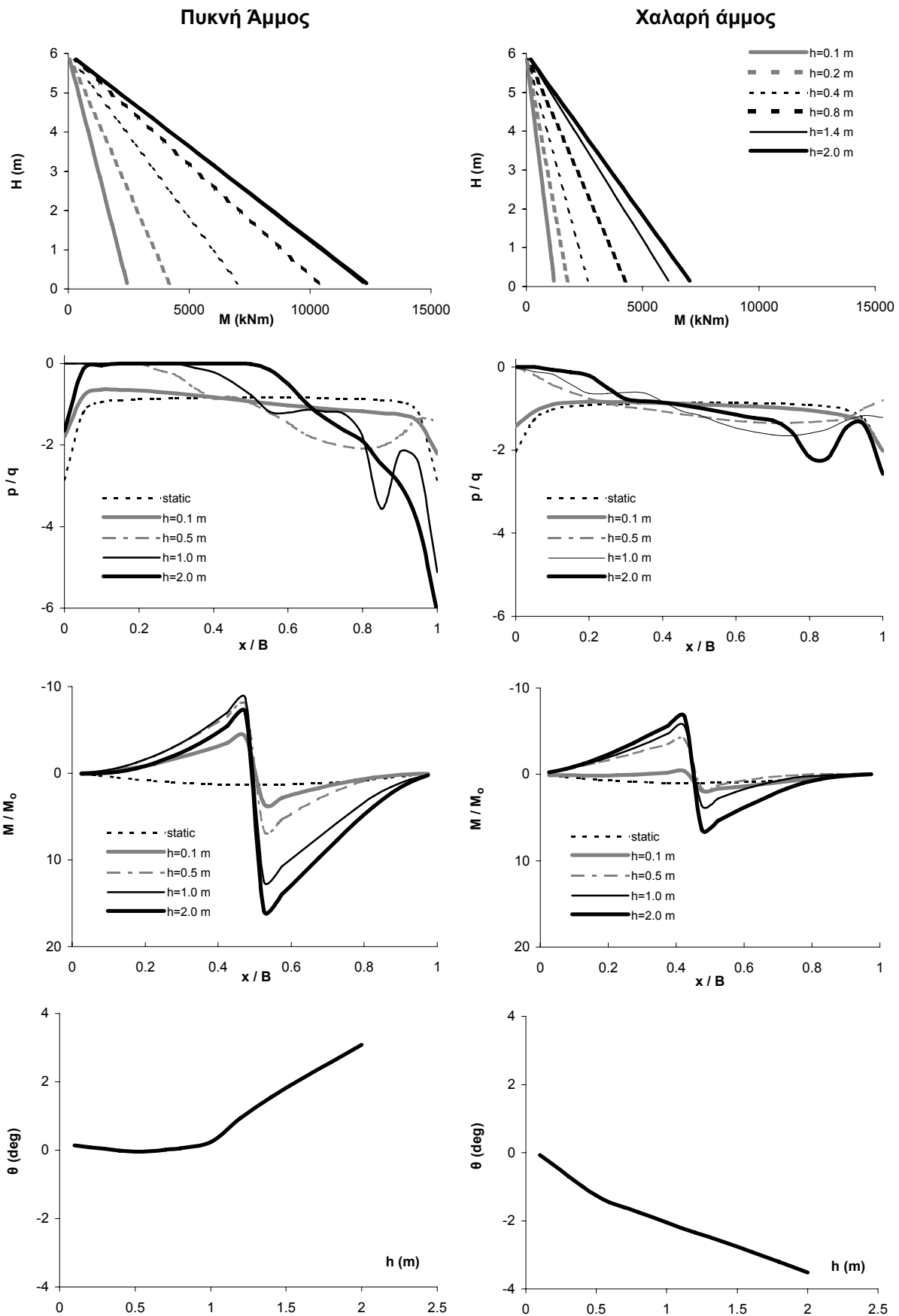
(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.





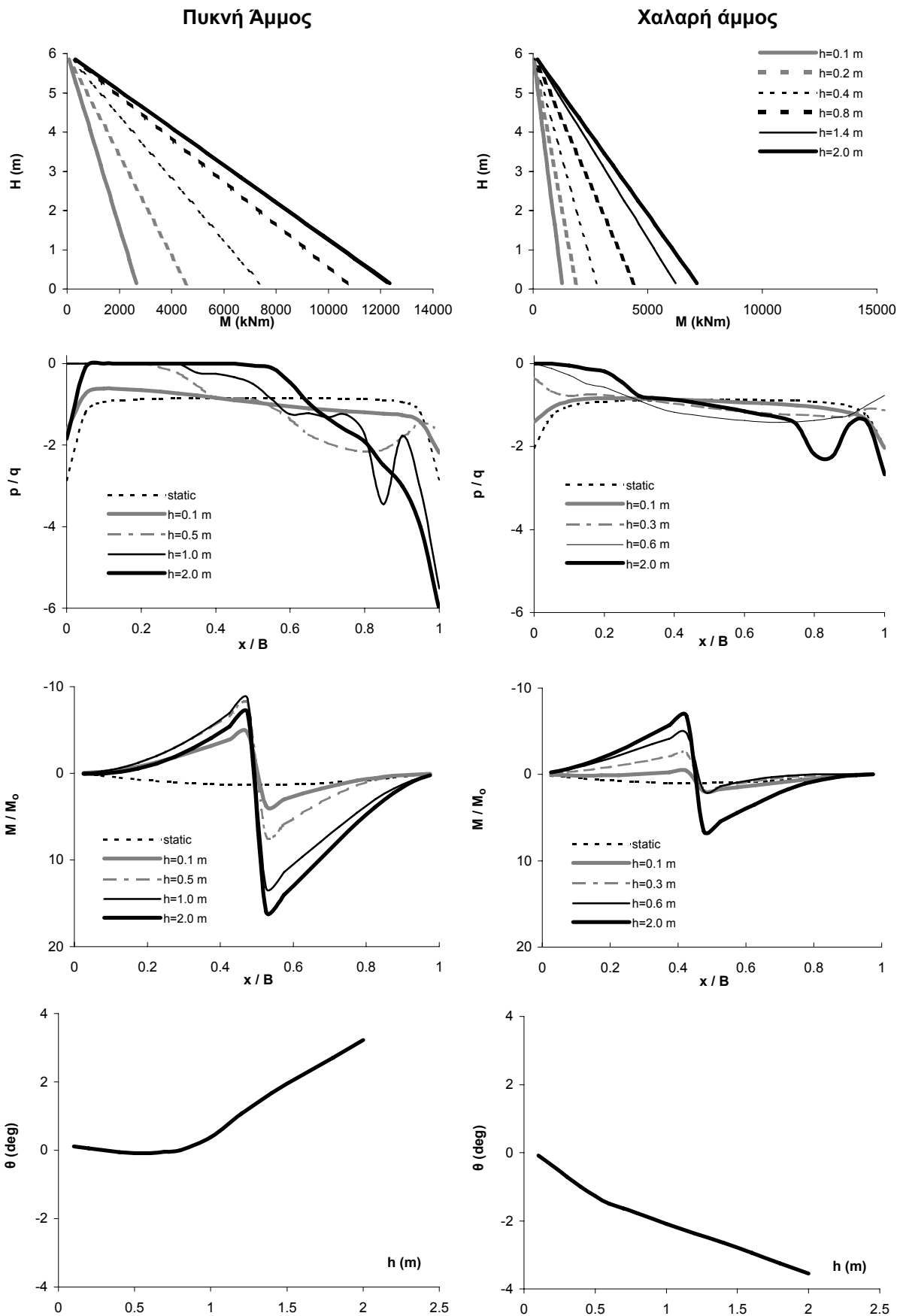
**Σχήμα 33.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατ'άνω μέρος μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  κατ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



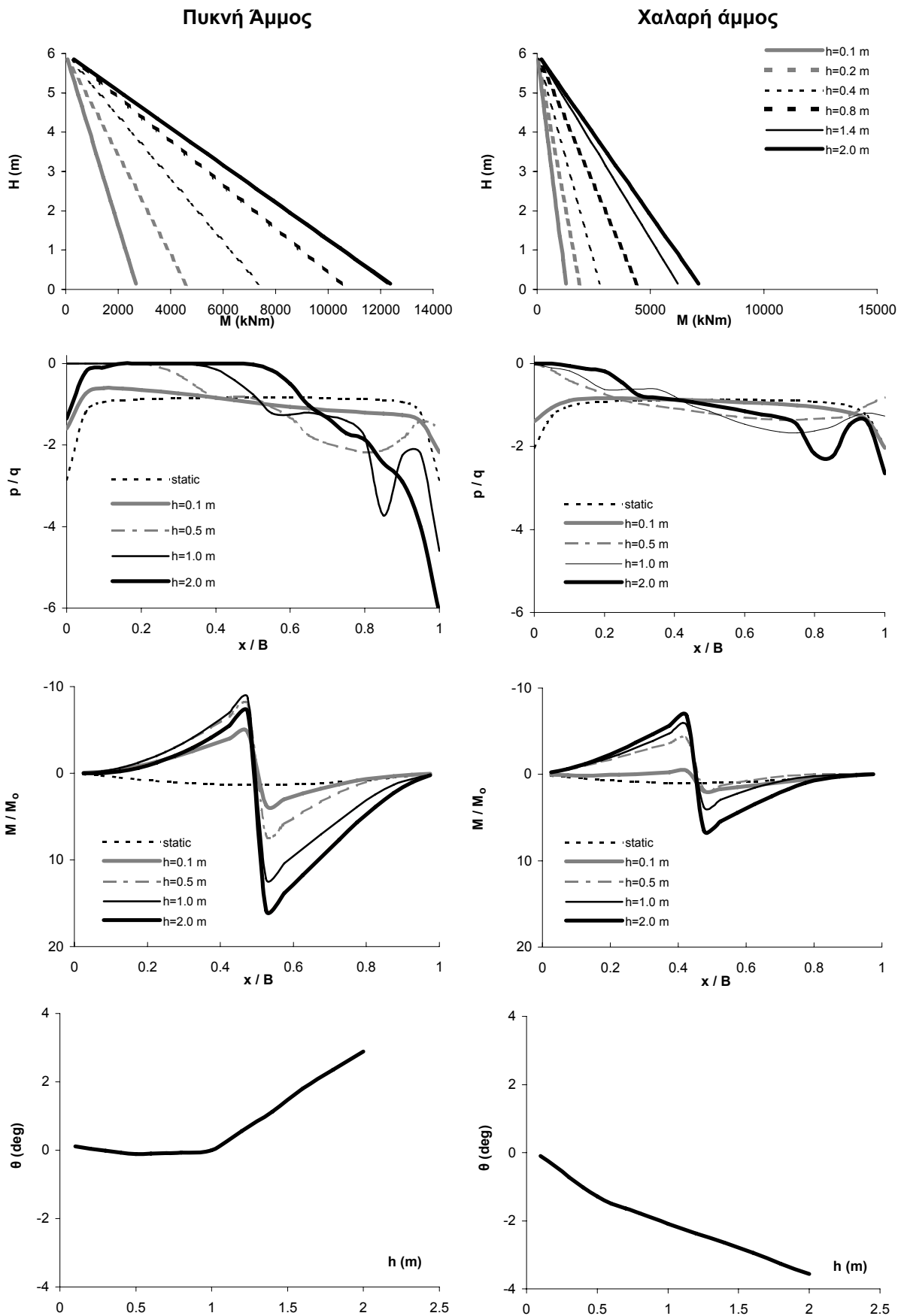
**Σχήμα 34.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



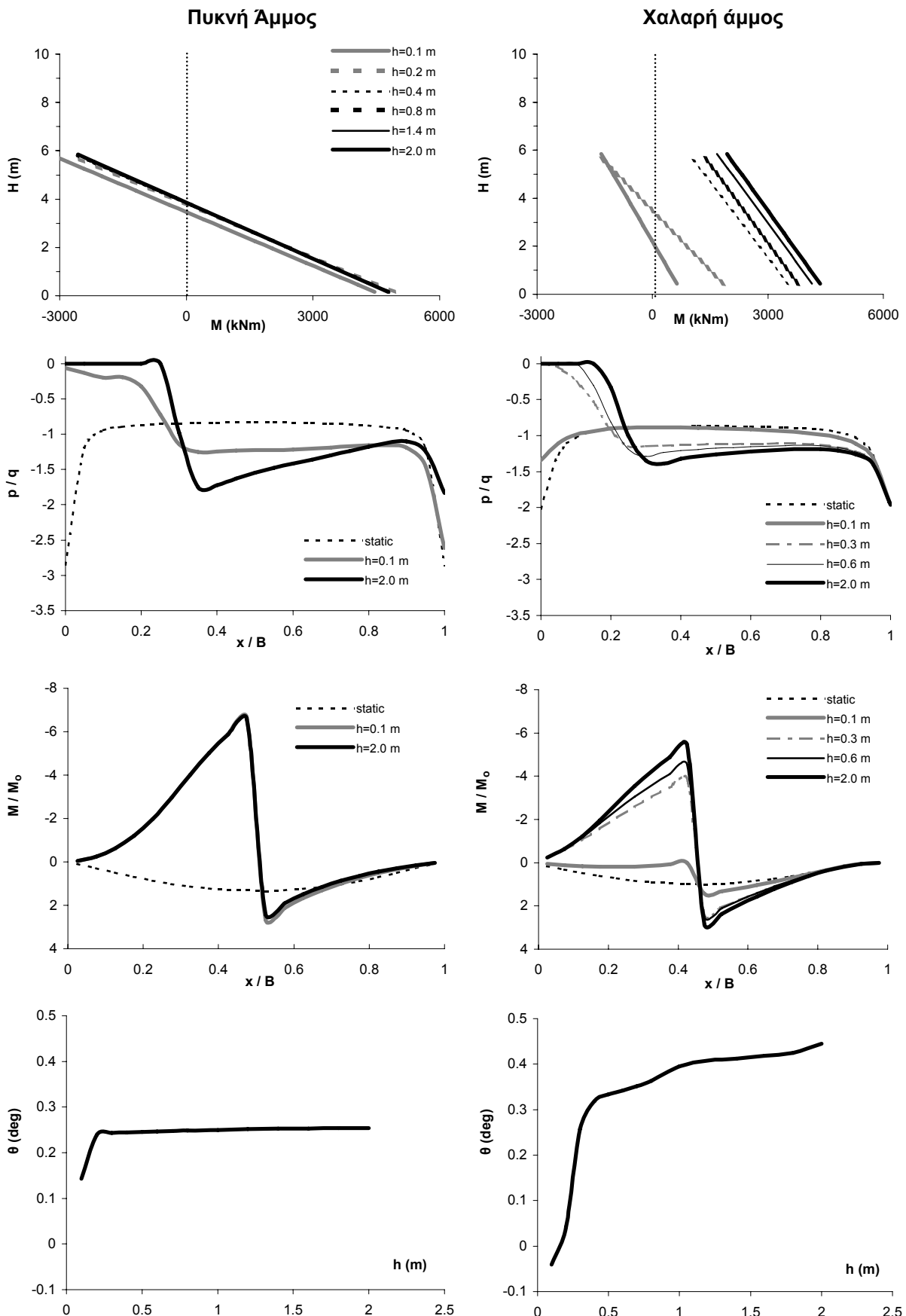
**Σχήμα 35.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάνιστρο μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



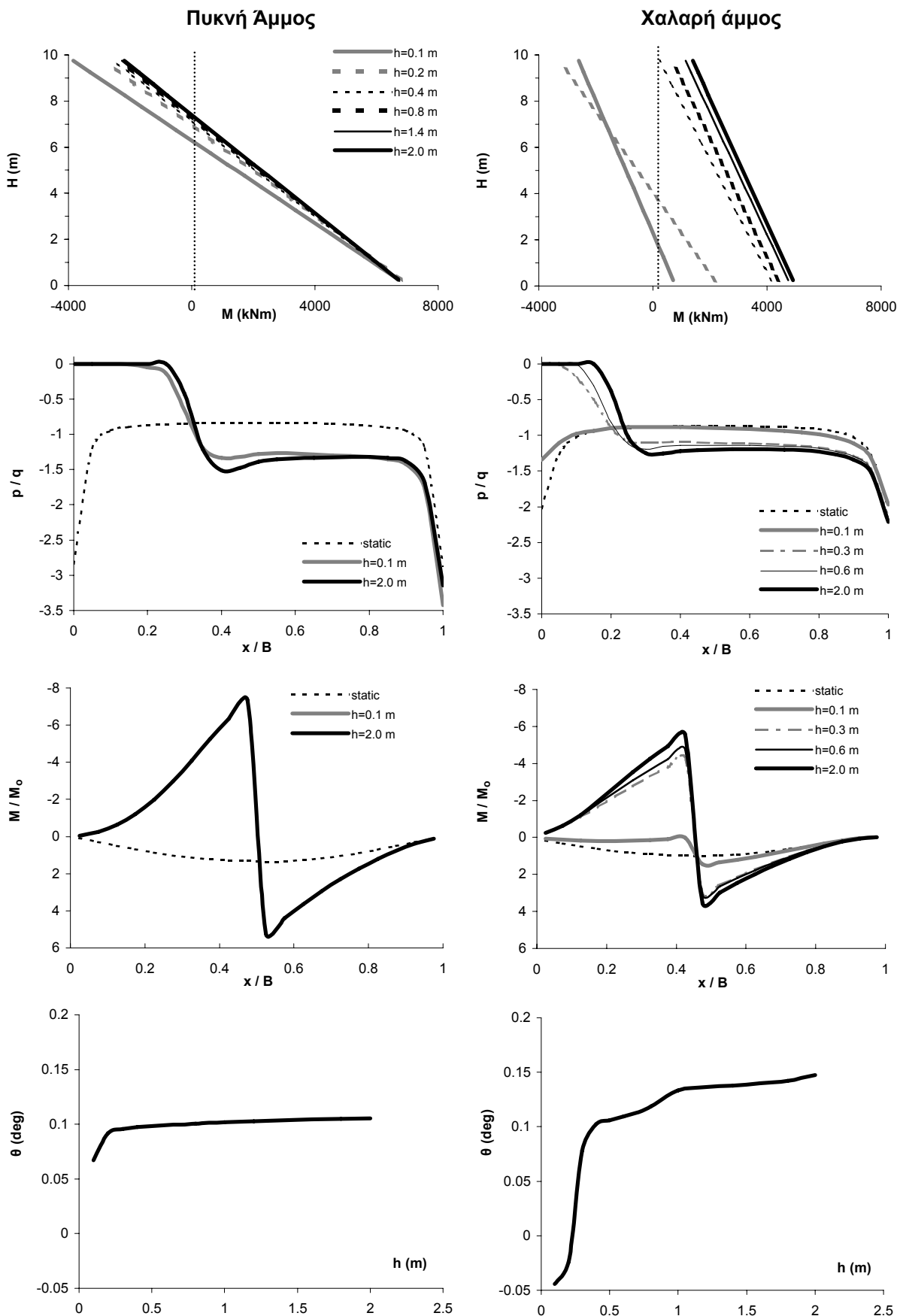
**Σχήμα 36.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με σεισμικώς μονωμένο κατ'άνω μέρος μέσω εφεδράνων  $K = 6$  MN/m, επί βάθρου  $H = 6$  m,  $EI = 150$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9$  m.

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



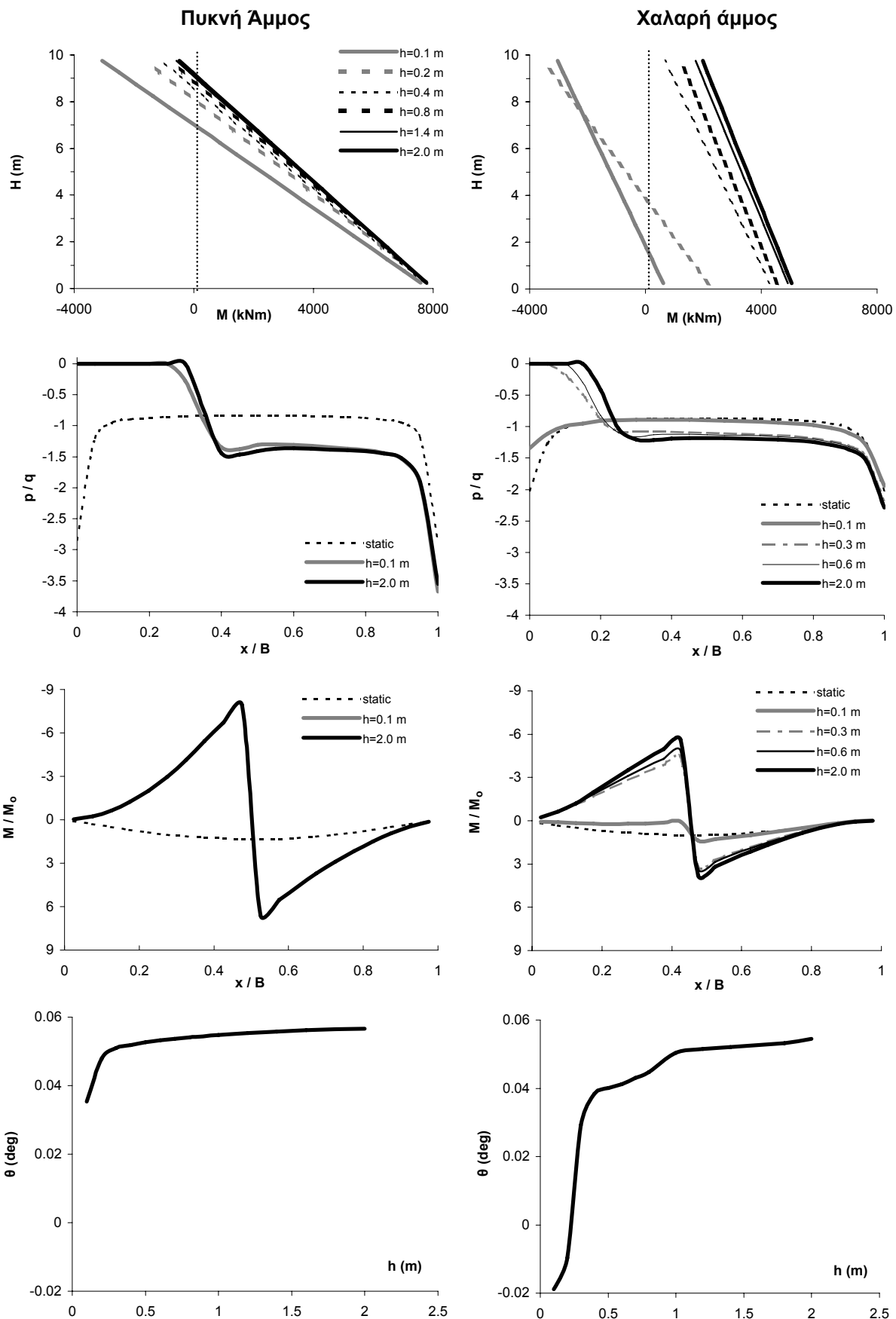
**Σχήμα 37.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2$  GN/m, μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10$  m,  $EI = 10$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1$  m.

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



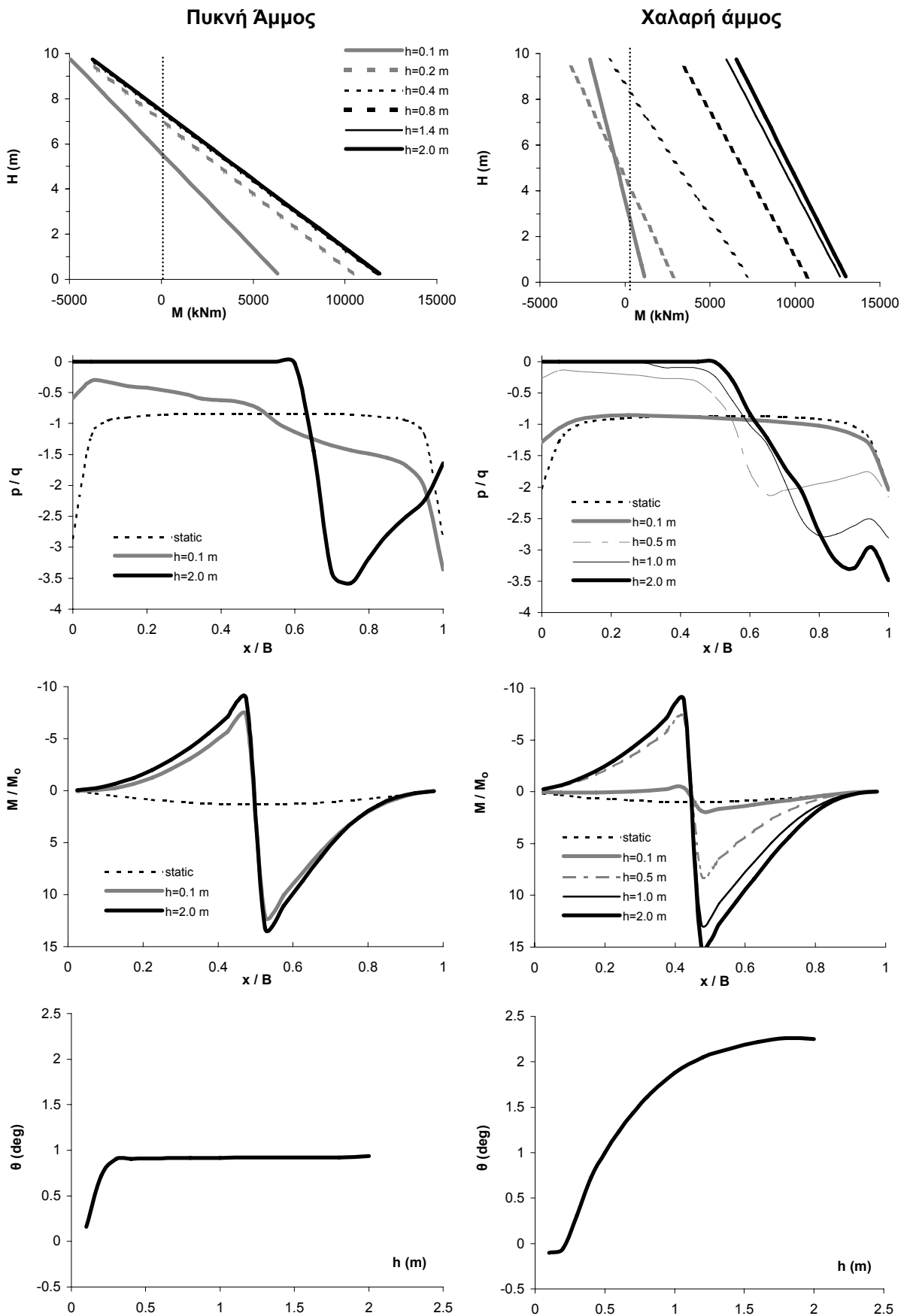
**Σχήμα 38.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 39.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

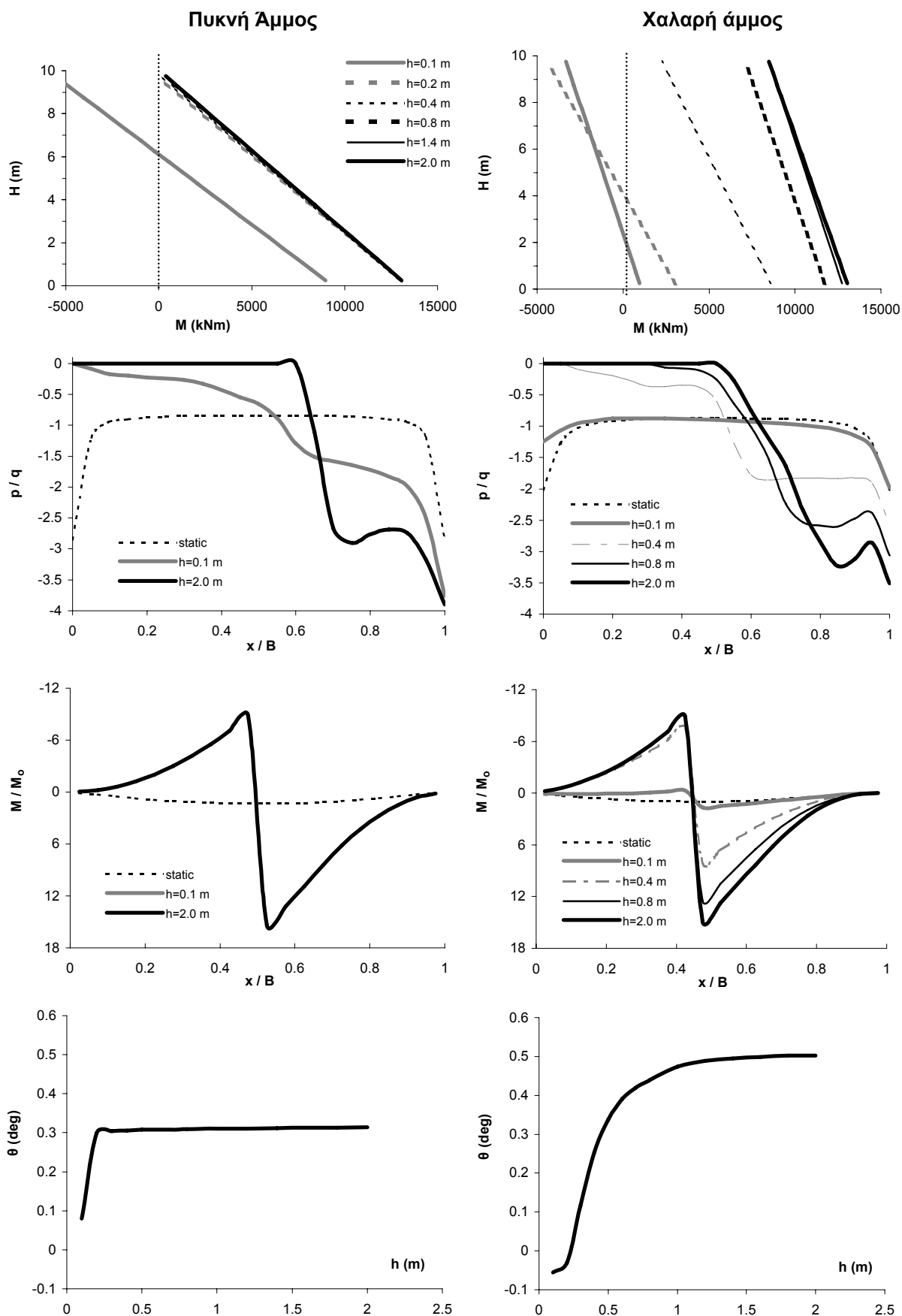
(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 40.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

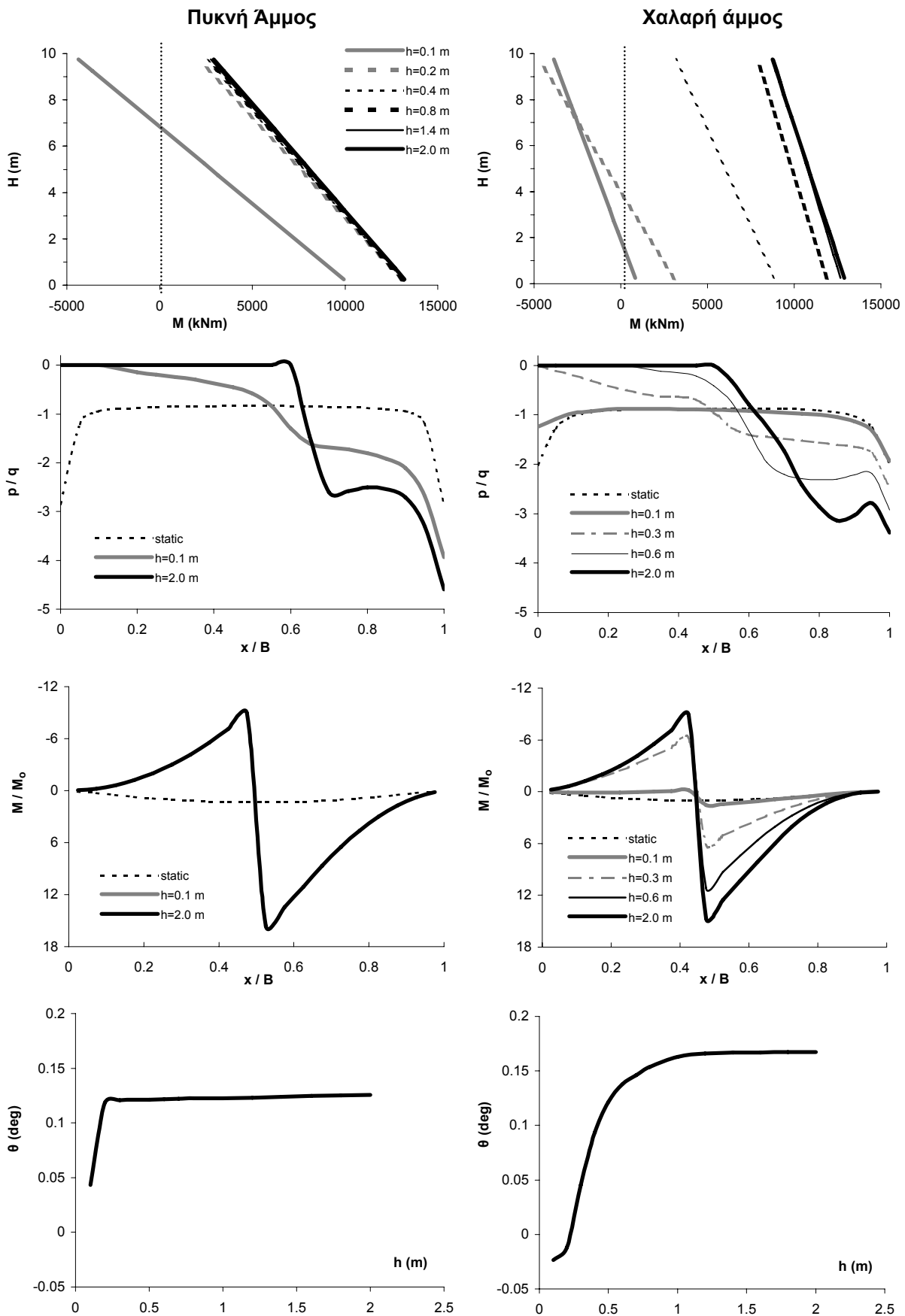
(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.





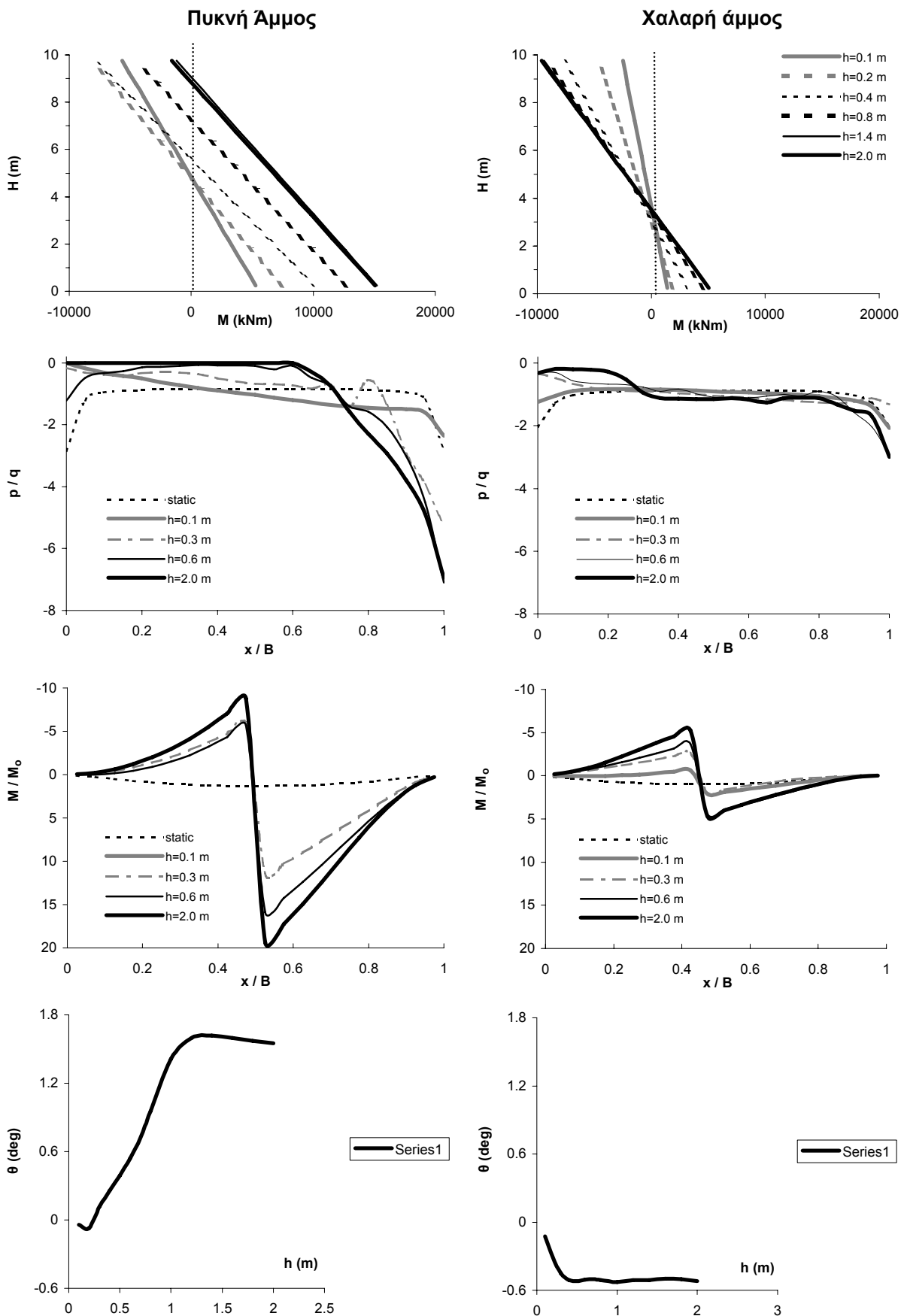
**Σχήμα 41.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2$  GN/m, μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10$  m,  $EI = 50$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5$  m.

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



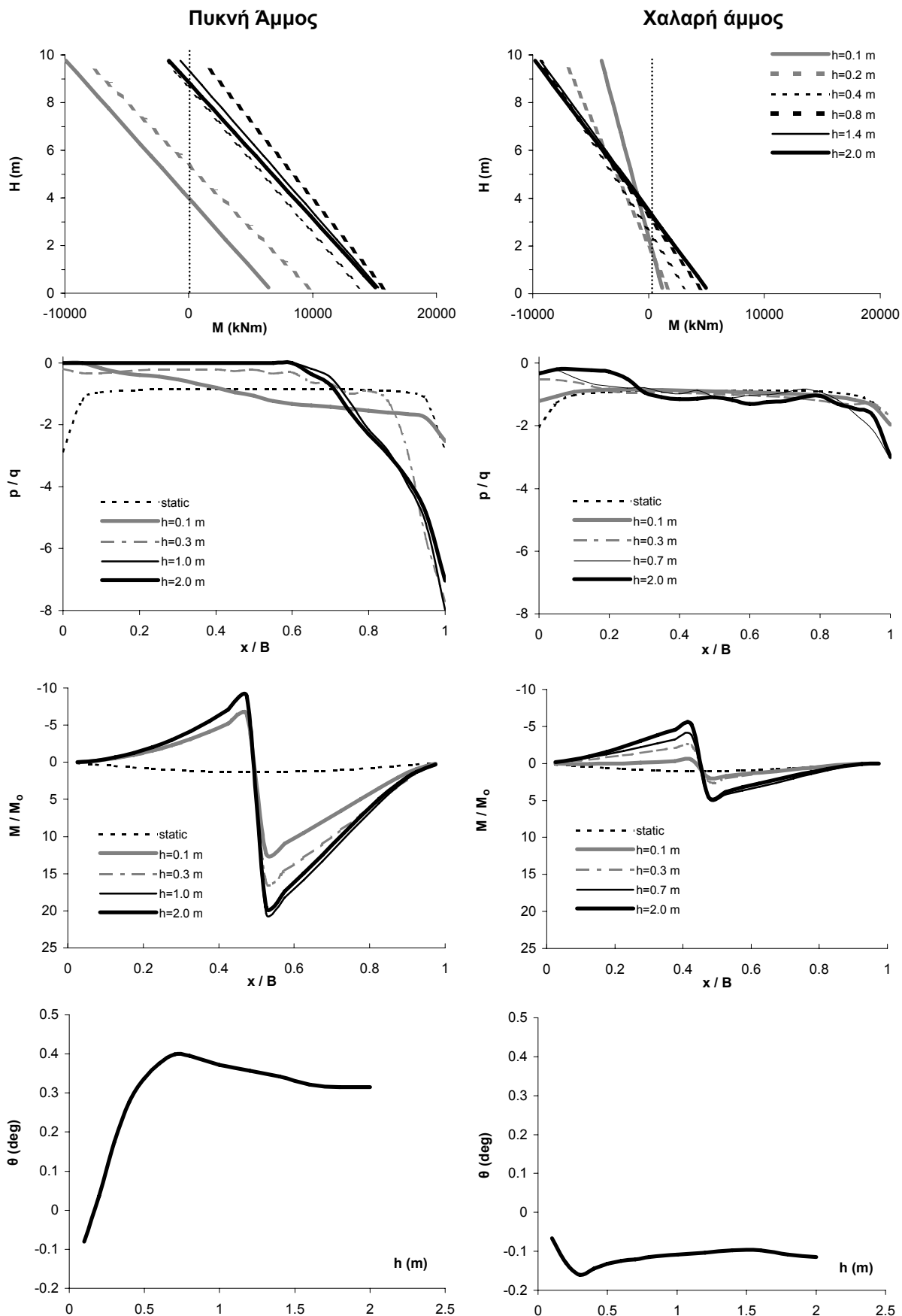
**Σχήμα 42.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



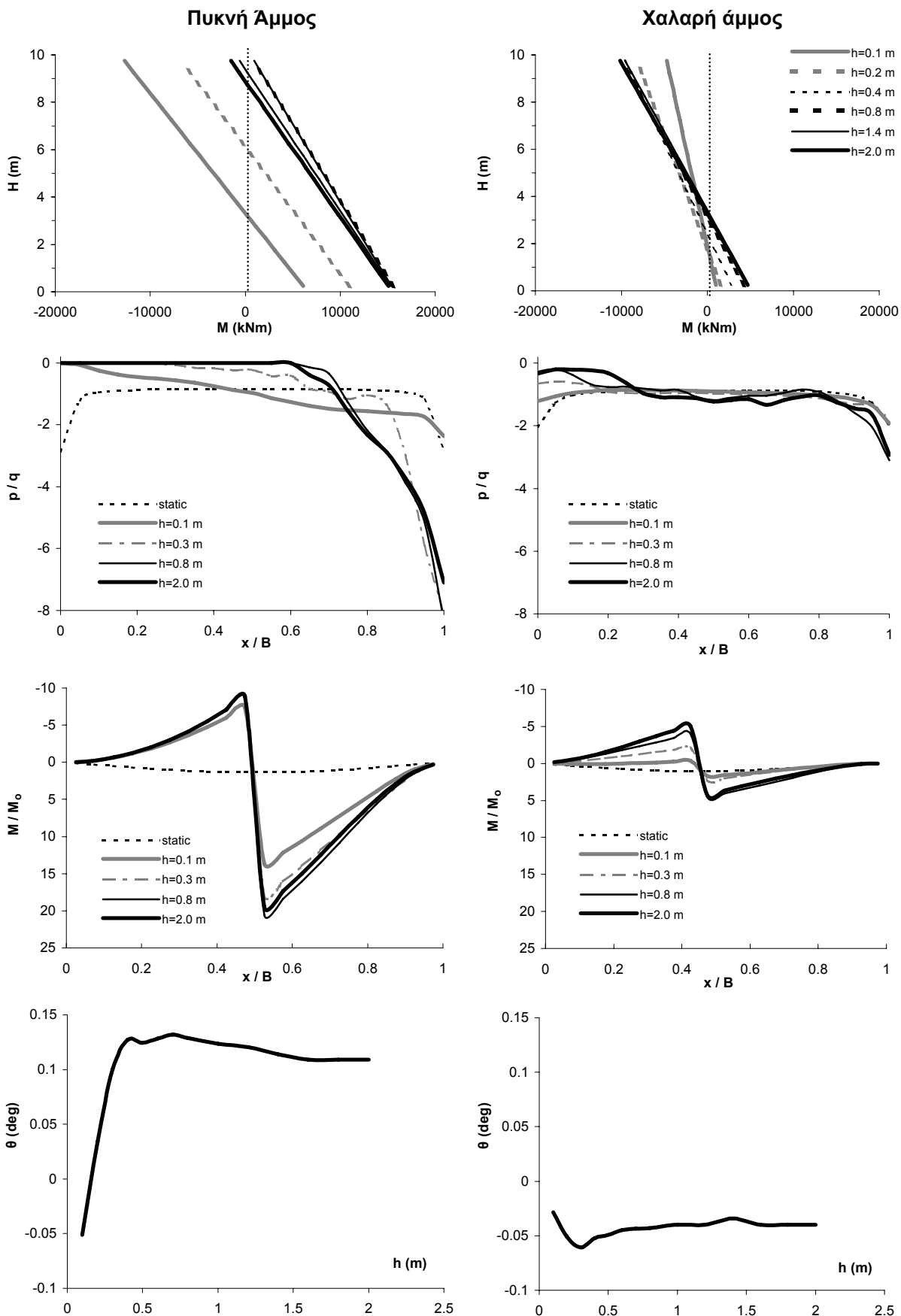
**Σχήμα 43.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



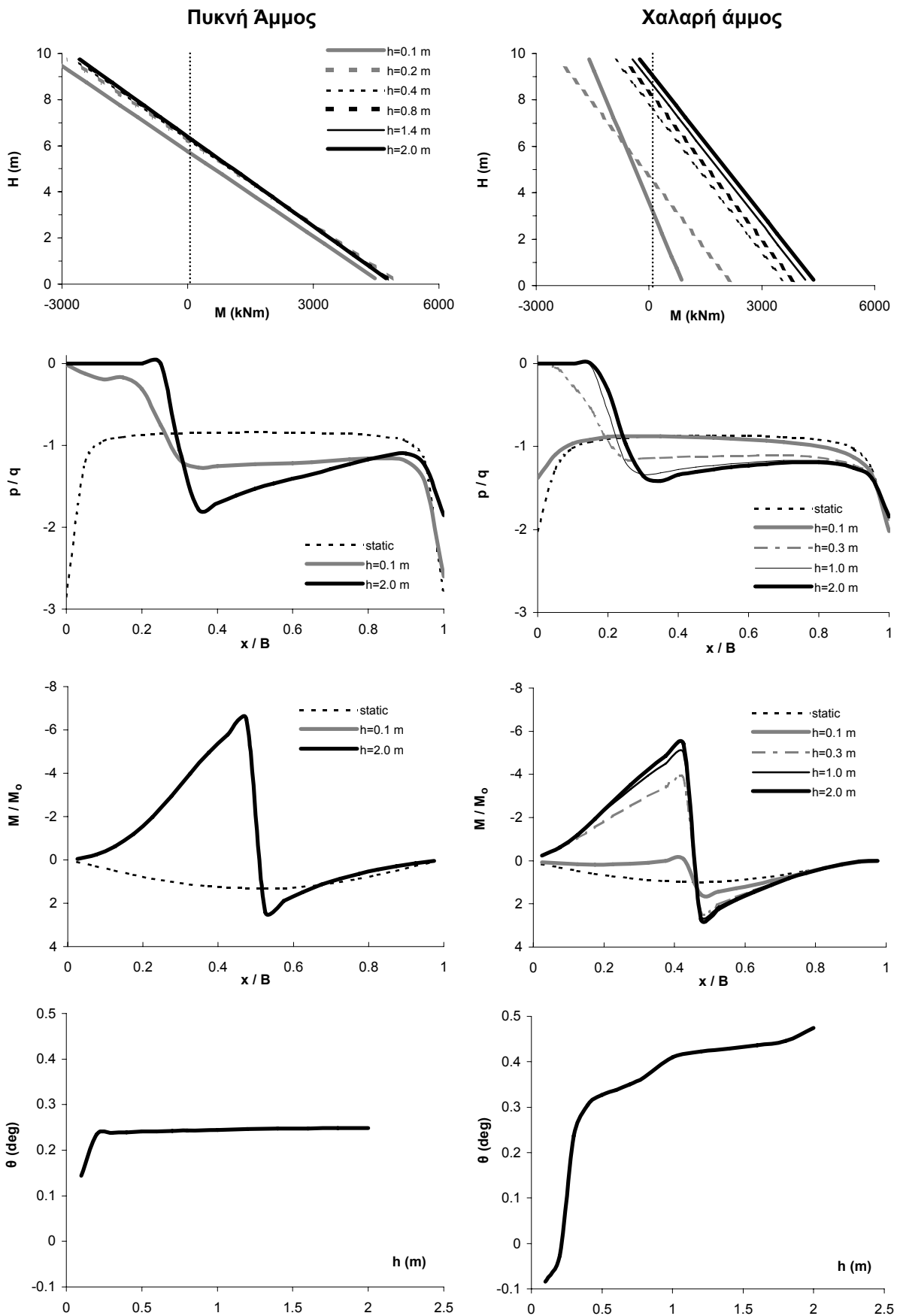
**Σχήμα 44.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



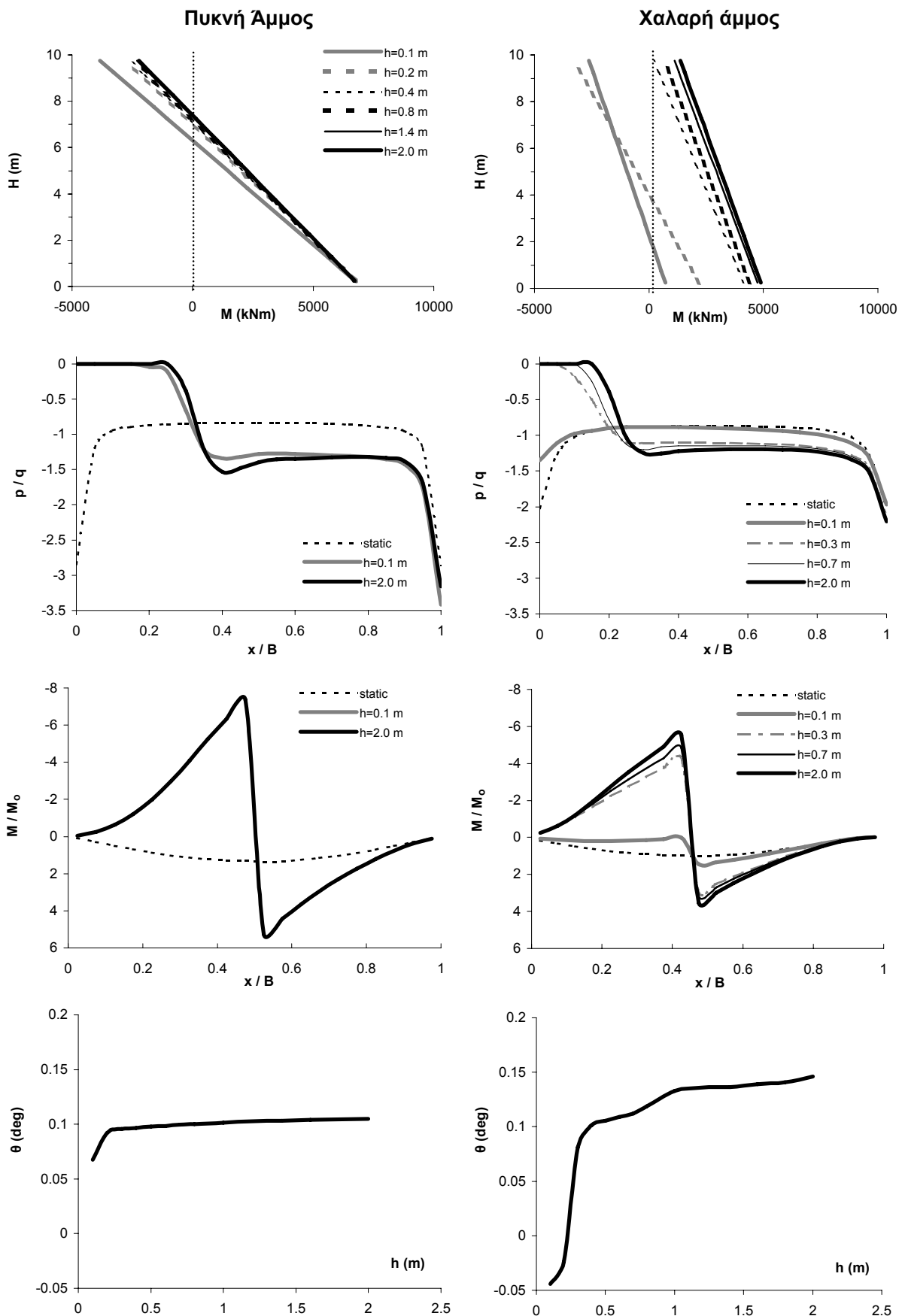
**Σχήμα 45.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



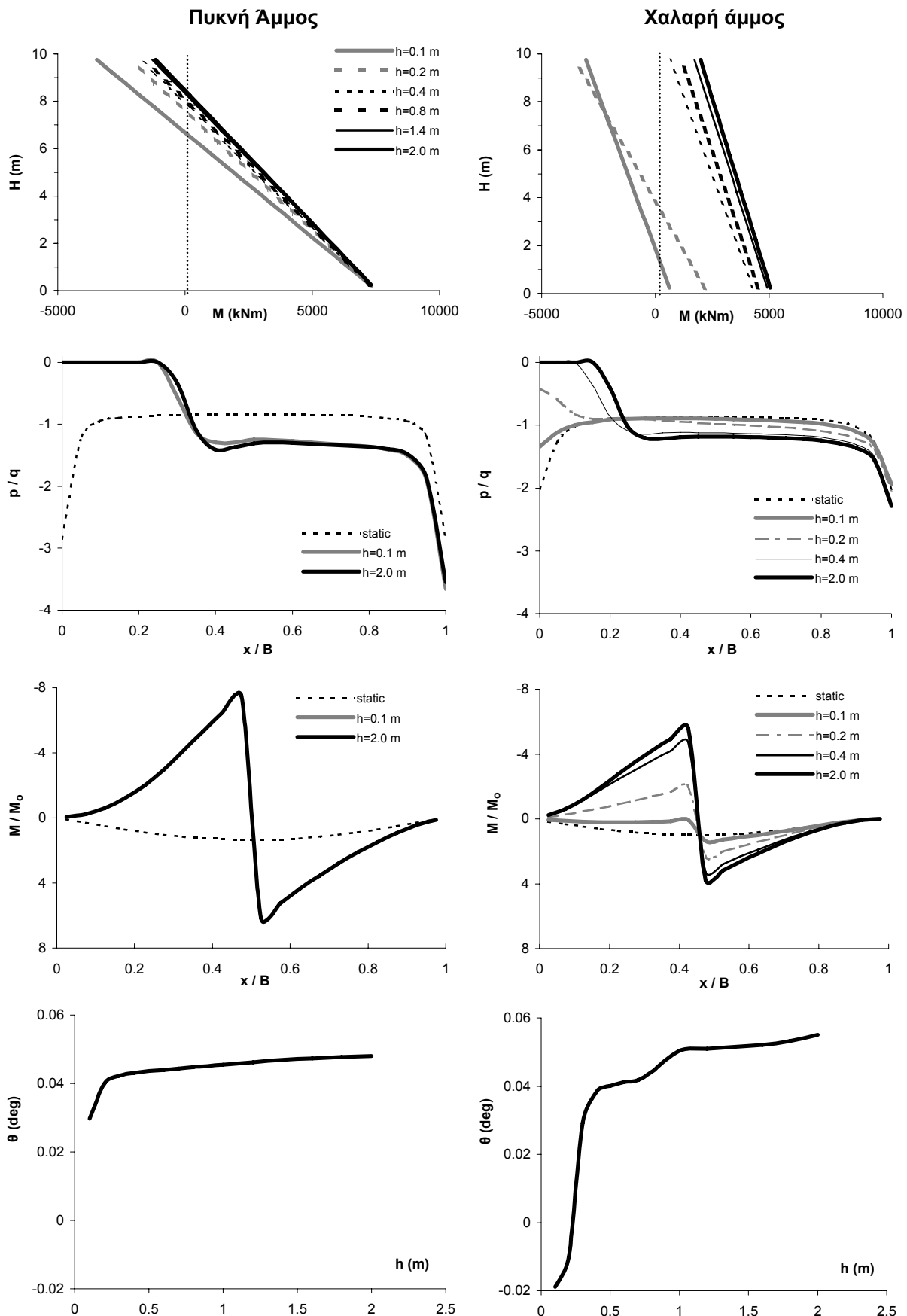
**Σχήμα 46.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10$  GN/m, μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10$  m,  $EI = 10$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1$  m.

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_o$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 47.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10$  GN/m, μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10$  m,  $EI = 50$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1$  m.

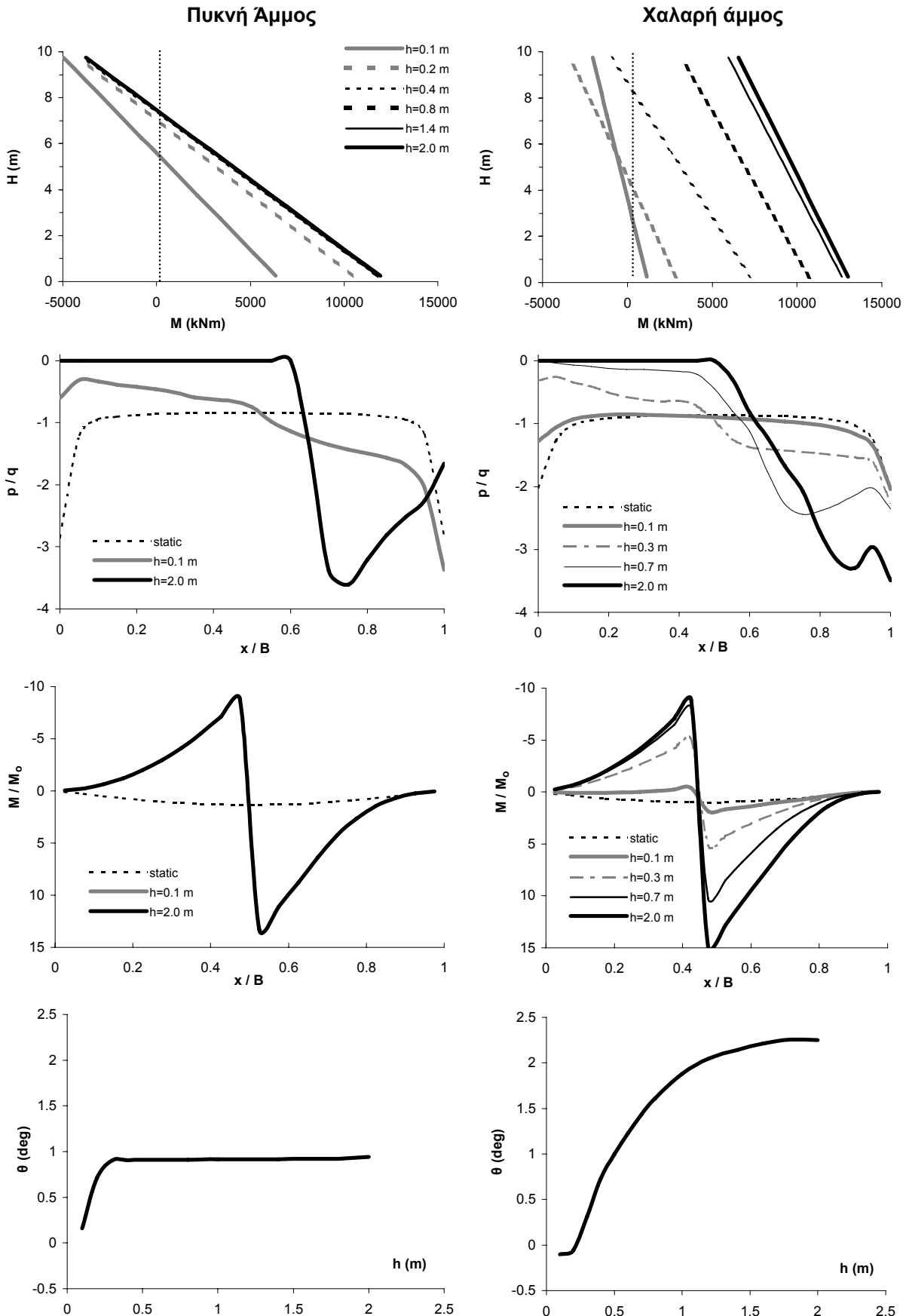
(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 48.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10$  GN/m, μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10$  m,  $EI = 150$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1$  m.

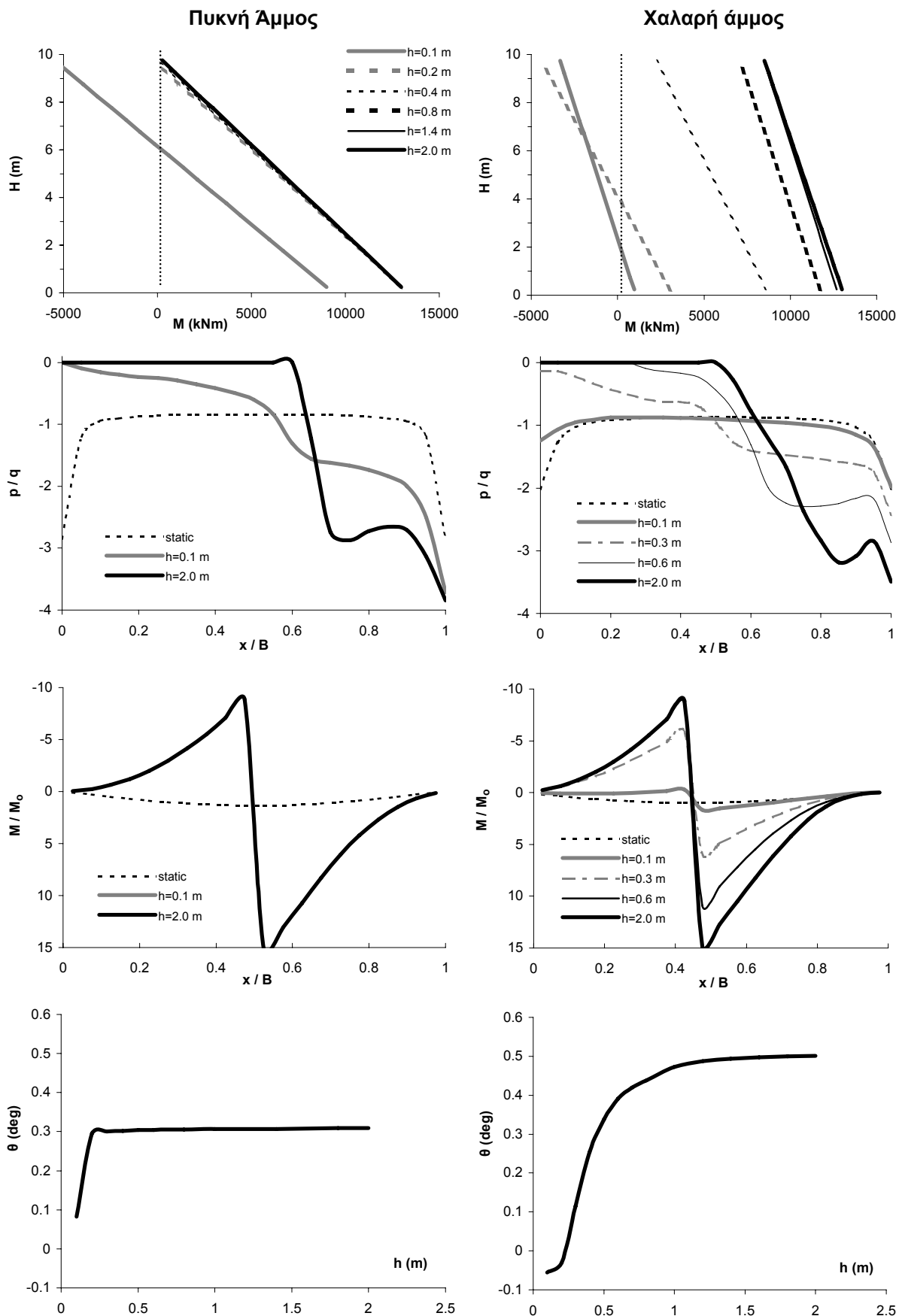
(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.





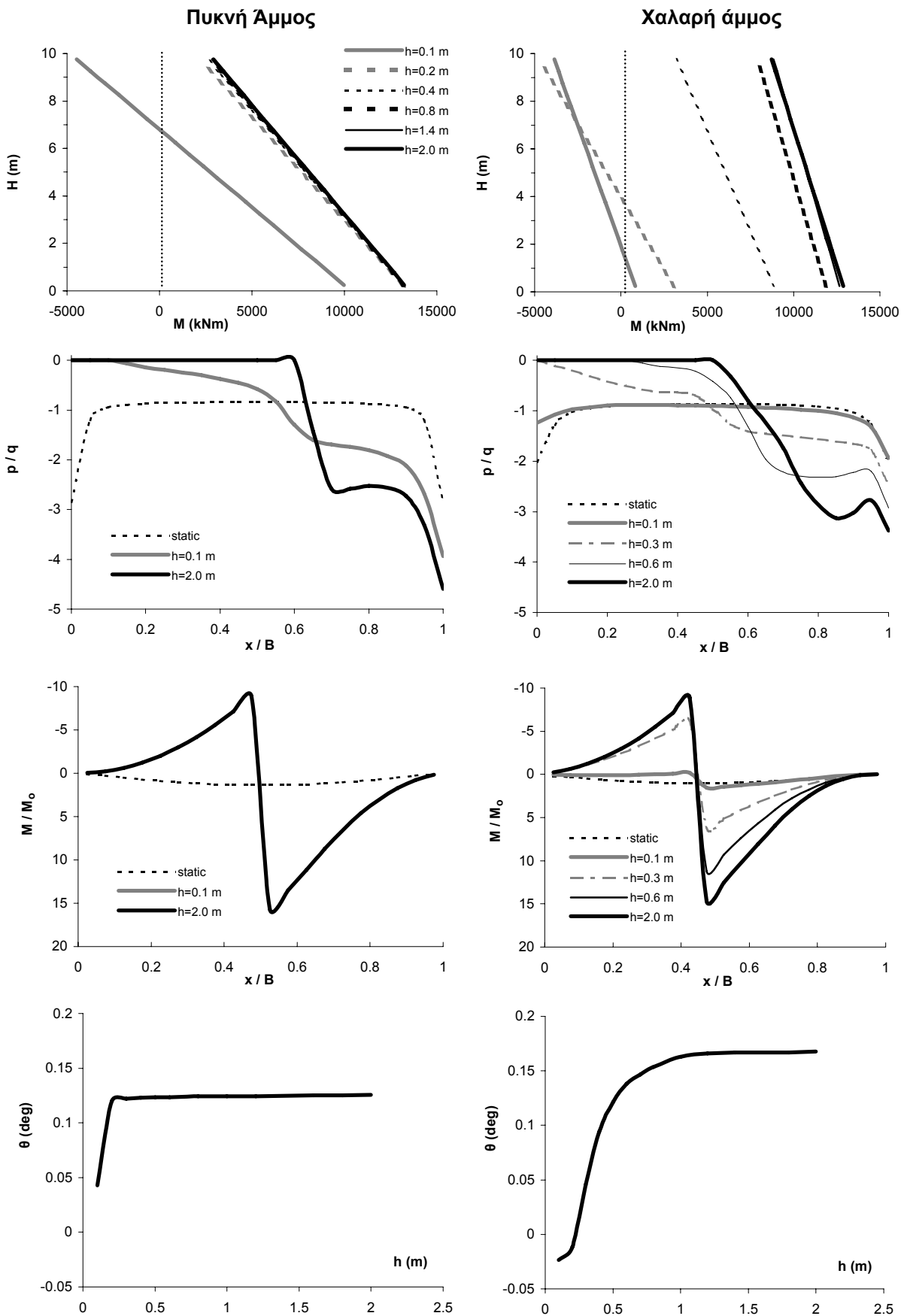
**Σχήμα 49.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



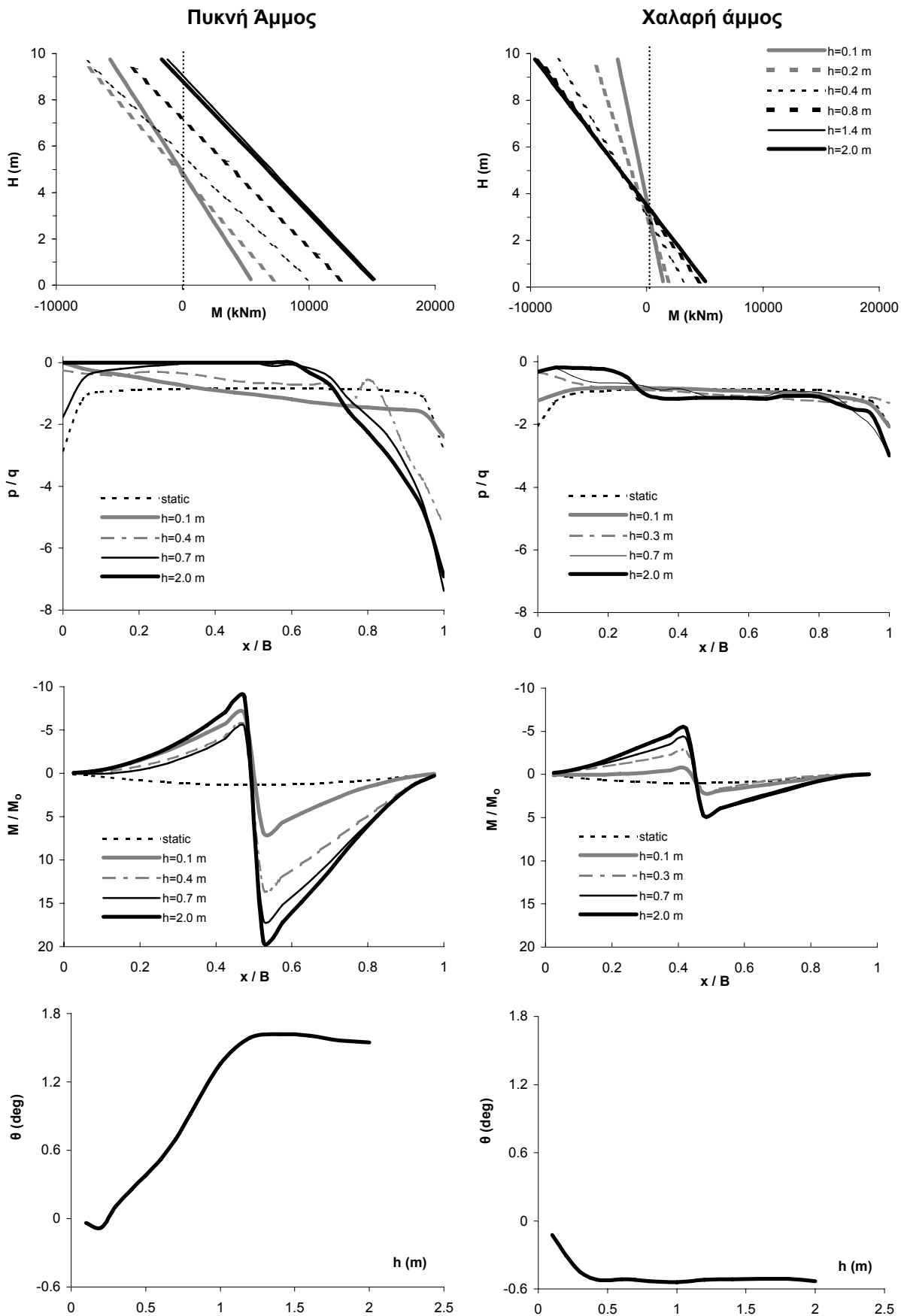
**Σχήμα 50.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



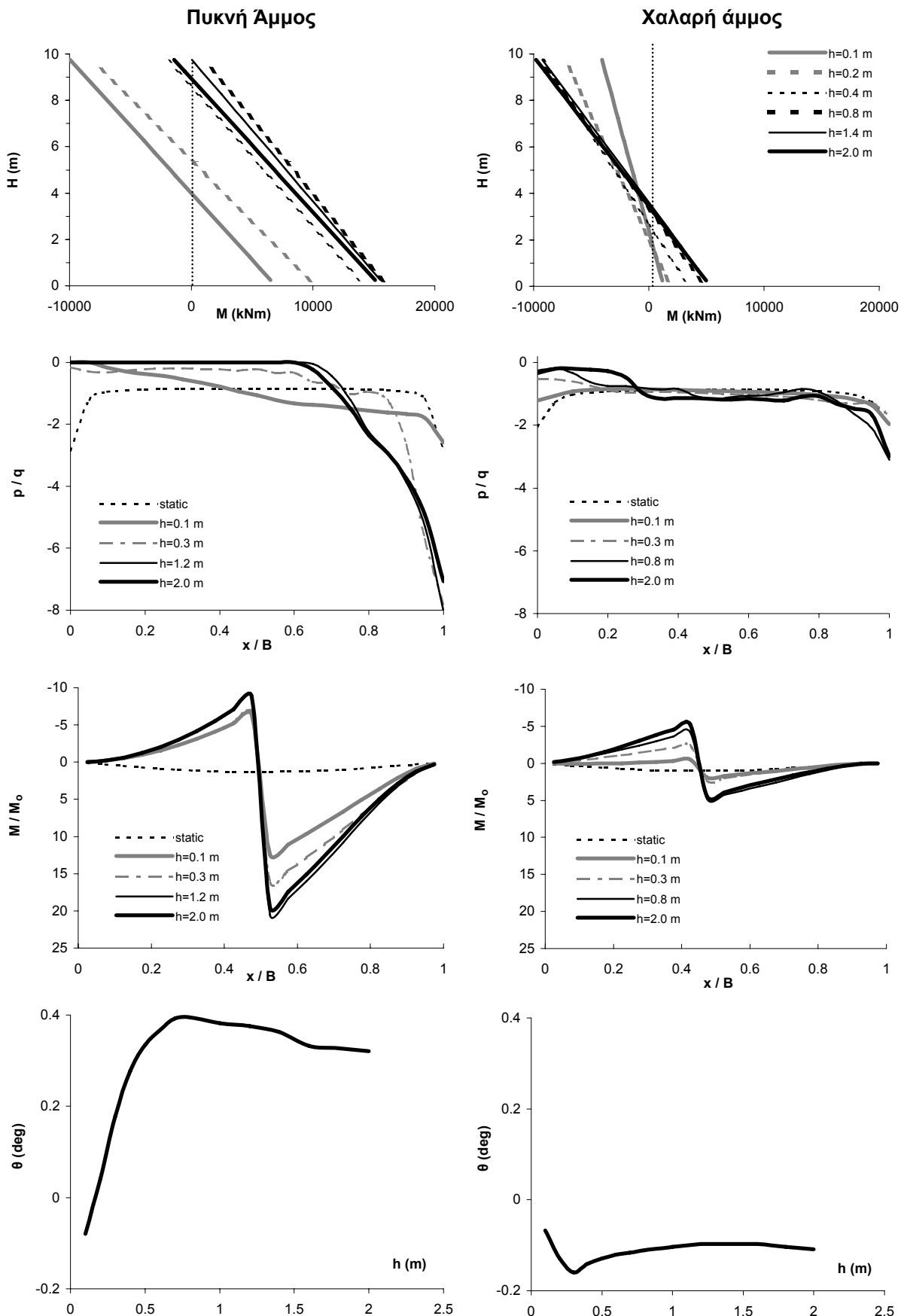
**Σχήμα 51.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



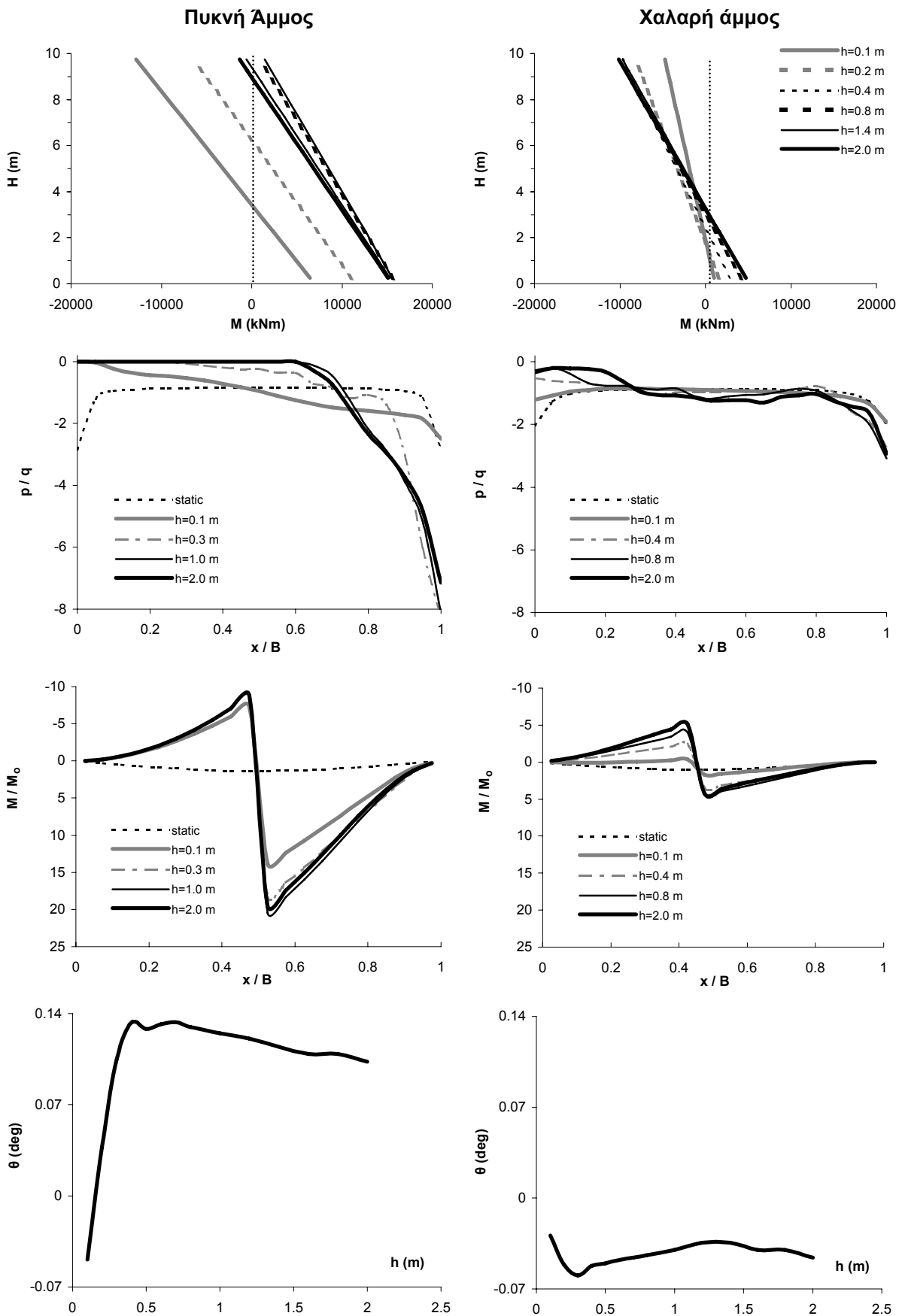
**Σχήμα 52.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



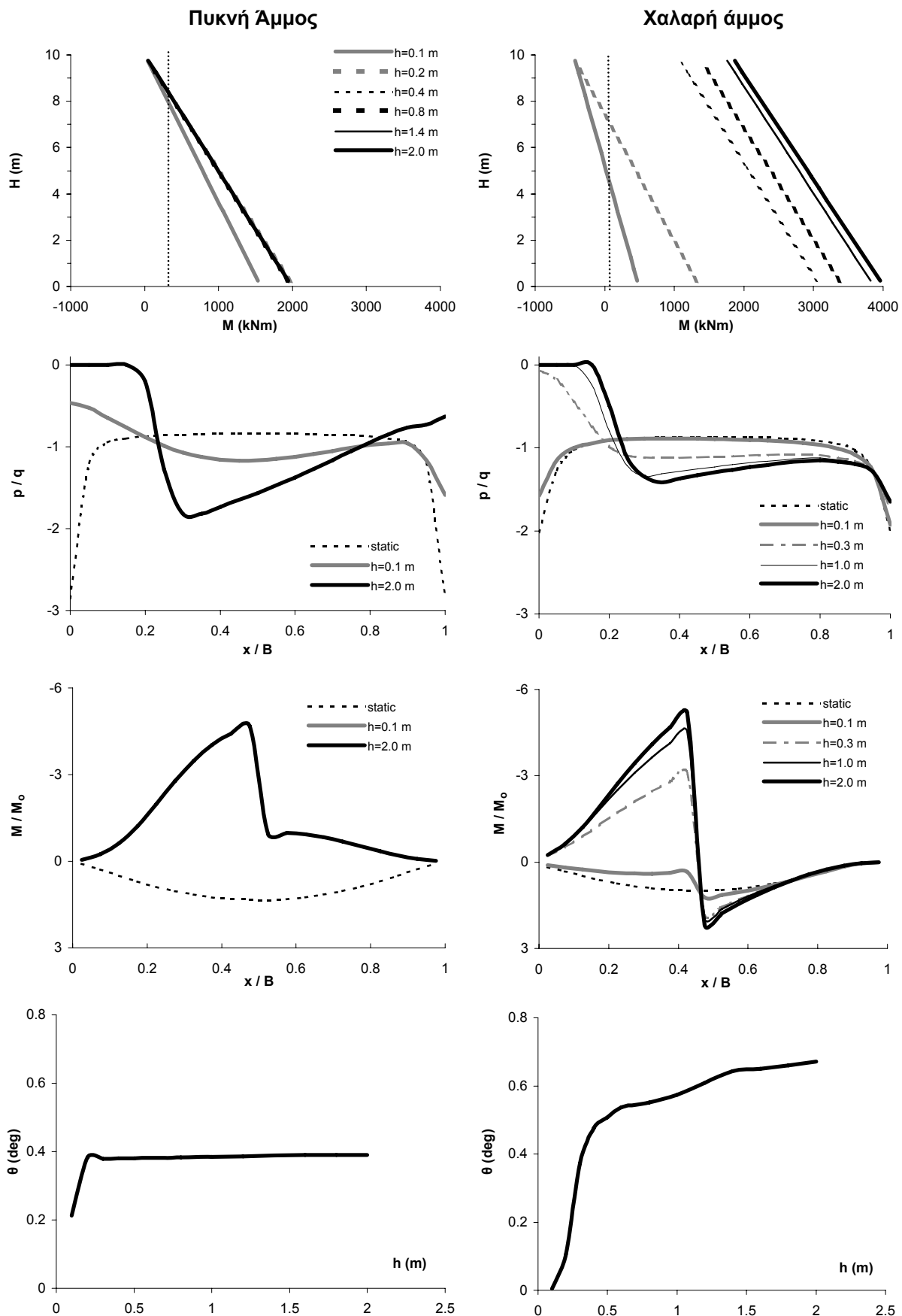
**Σχήμα 53.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικός συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_o$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



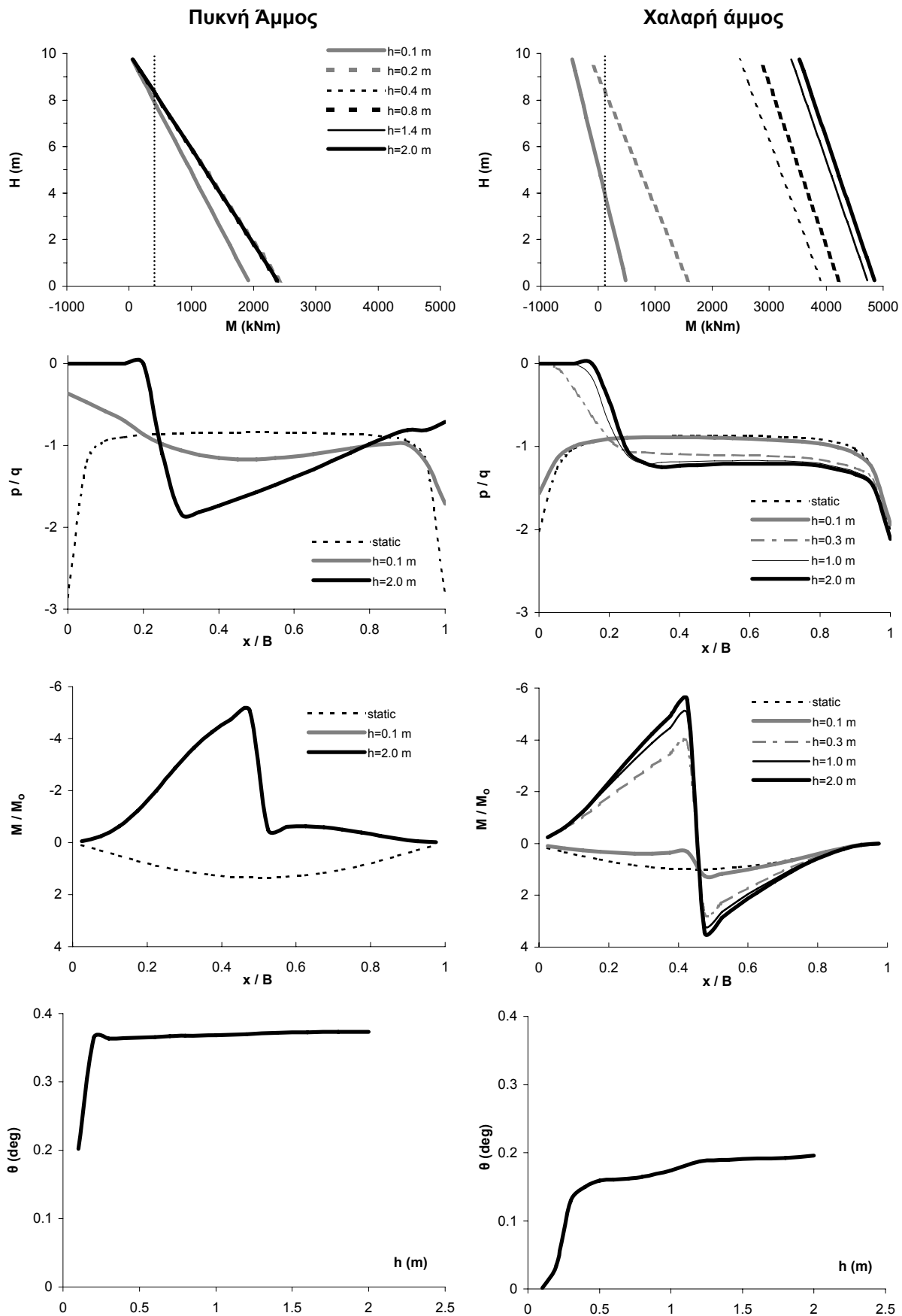
**Σχήμα 54.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 55.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάρσιωμα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

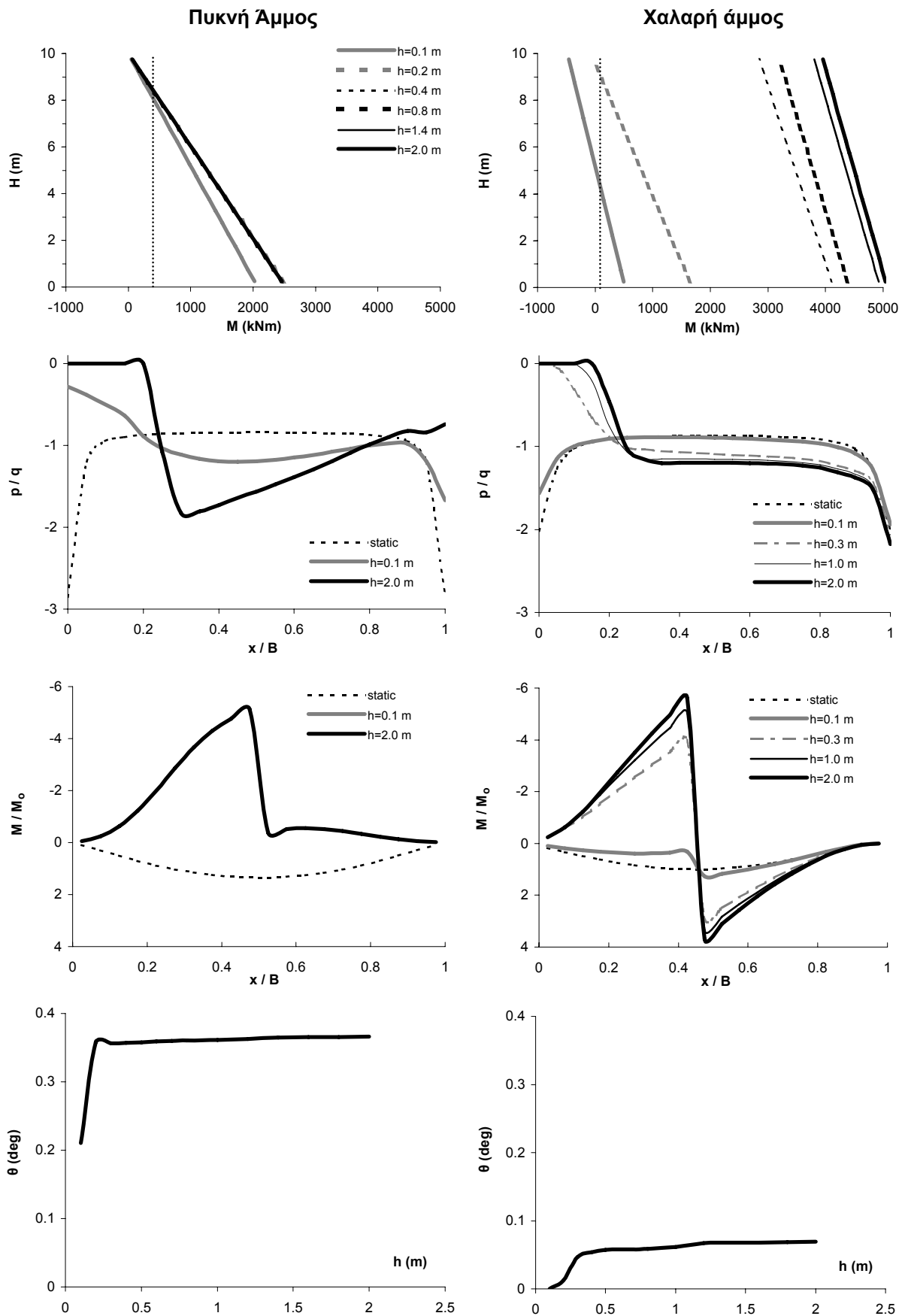
(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 56.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελιου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με σεισμικώς μονωμένο κατάρσιμα μέσω εφεδράνων  $K = 3$  MN/m, επί βάθρου  $H = 10$  m,  $EI = 50$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1$  m.

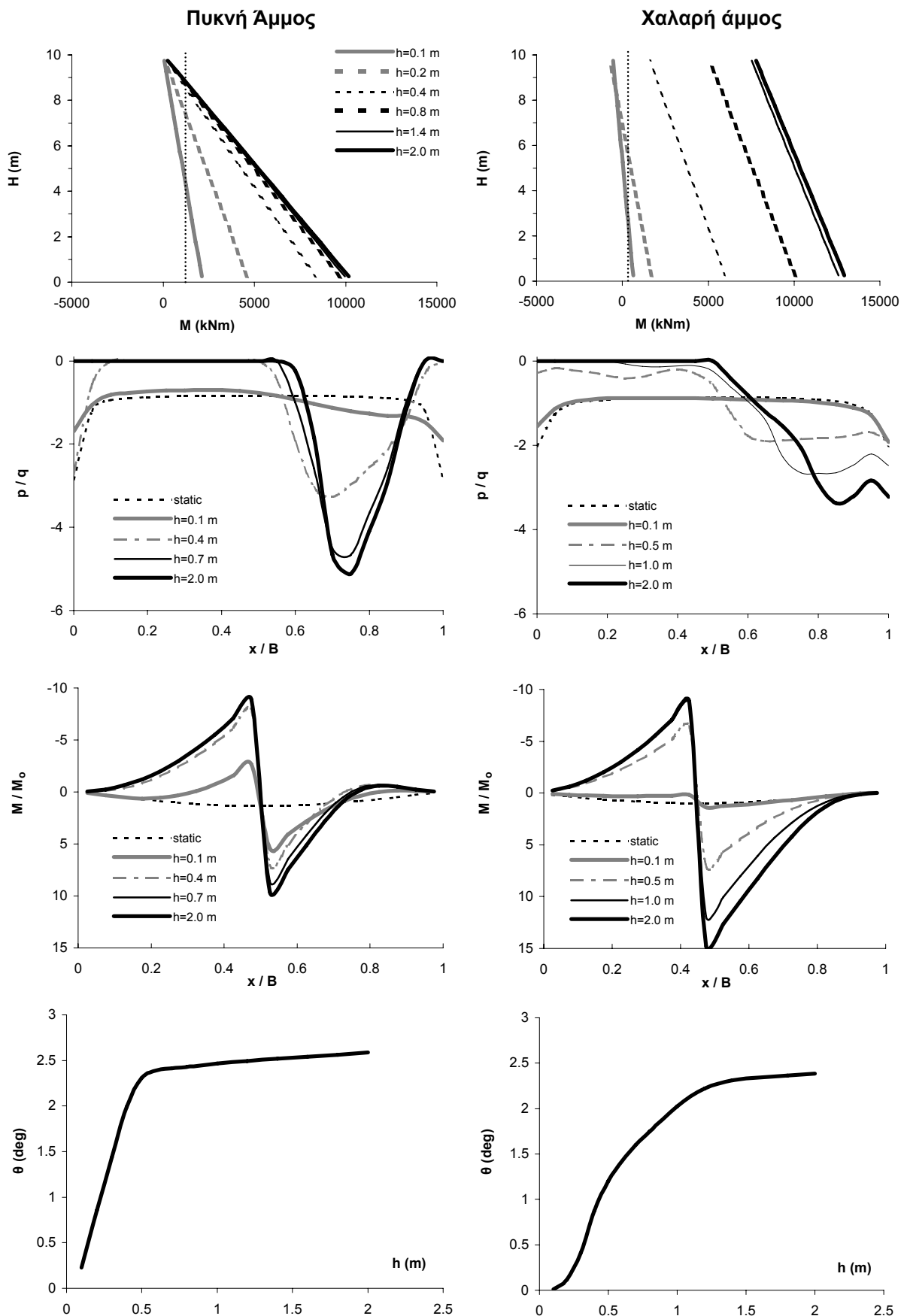
(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.





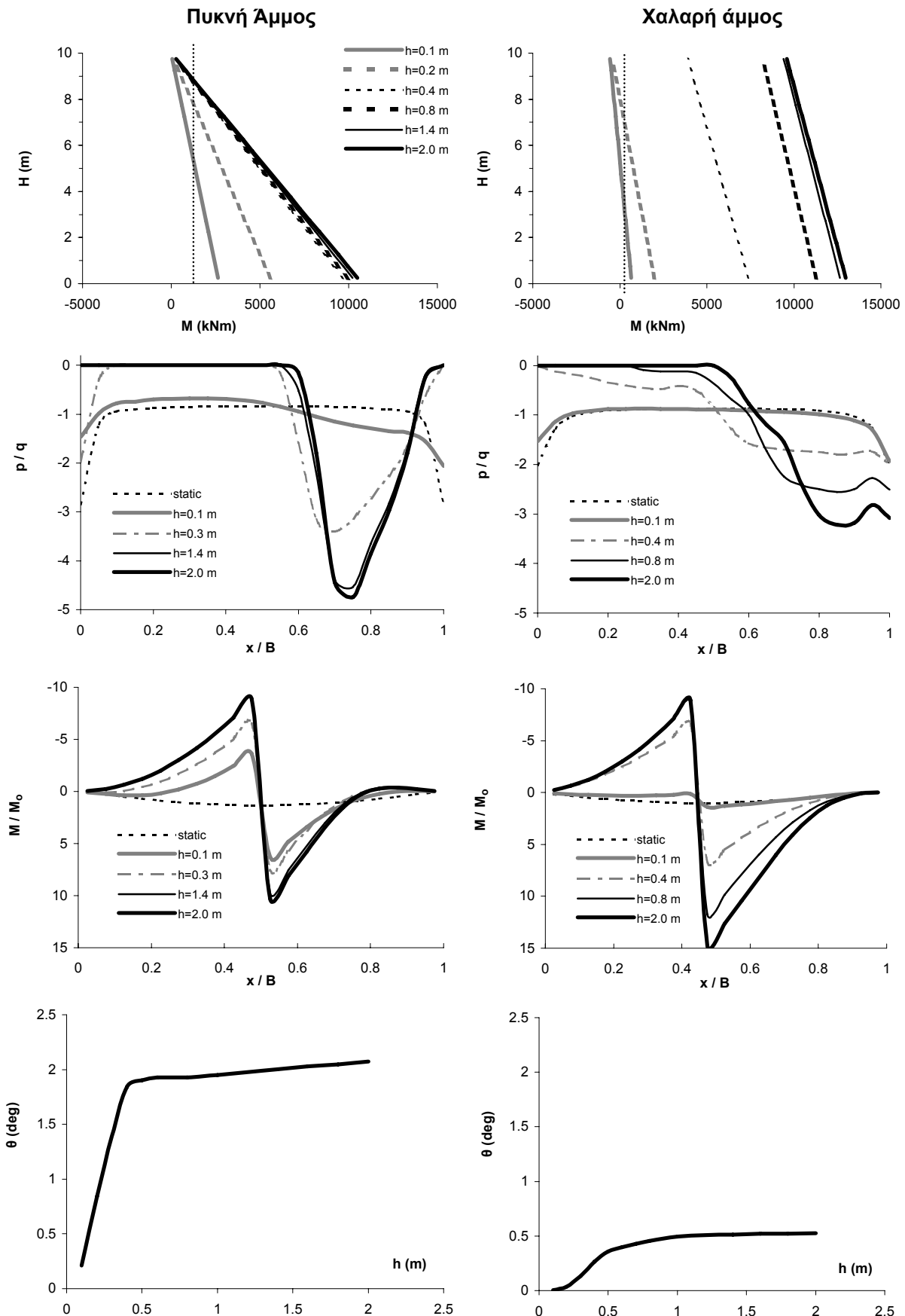
**Σχήμα 57.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελιου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 3$  MN/m, επί βάθρου  $H = 10$  m,  $EI = 150$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1$  m.

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



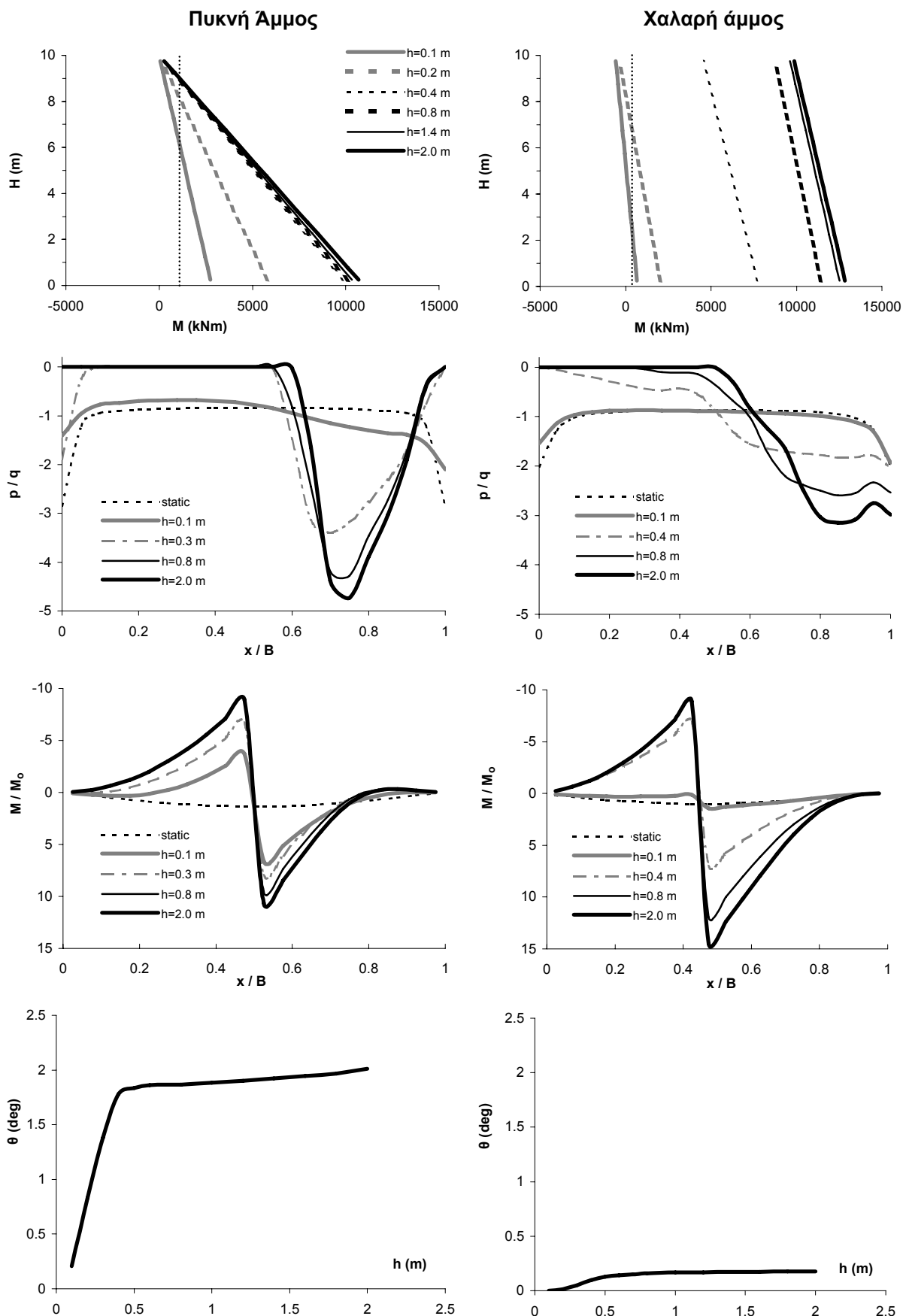
**Σχήμα 58.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατ'άνω μέρος μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_o$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



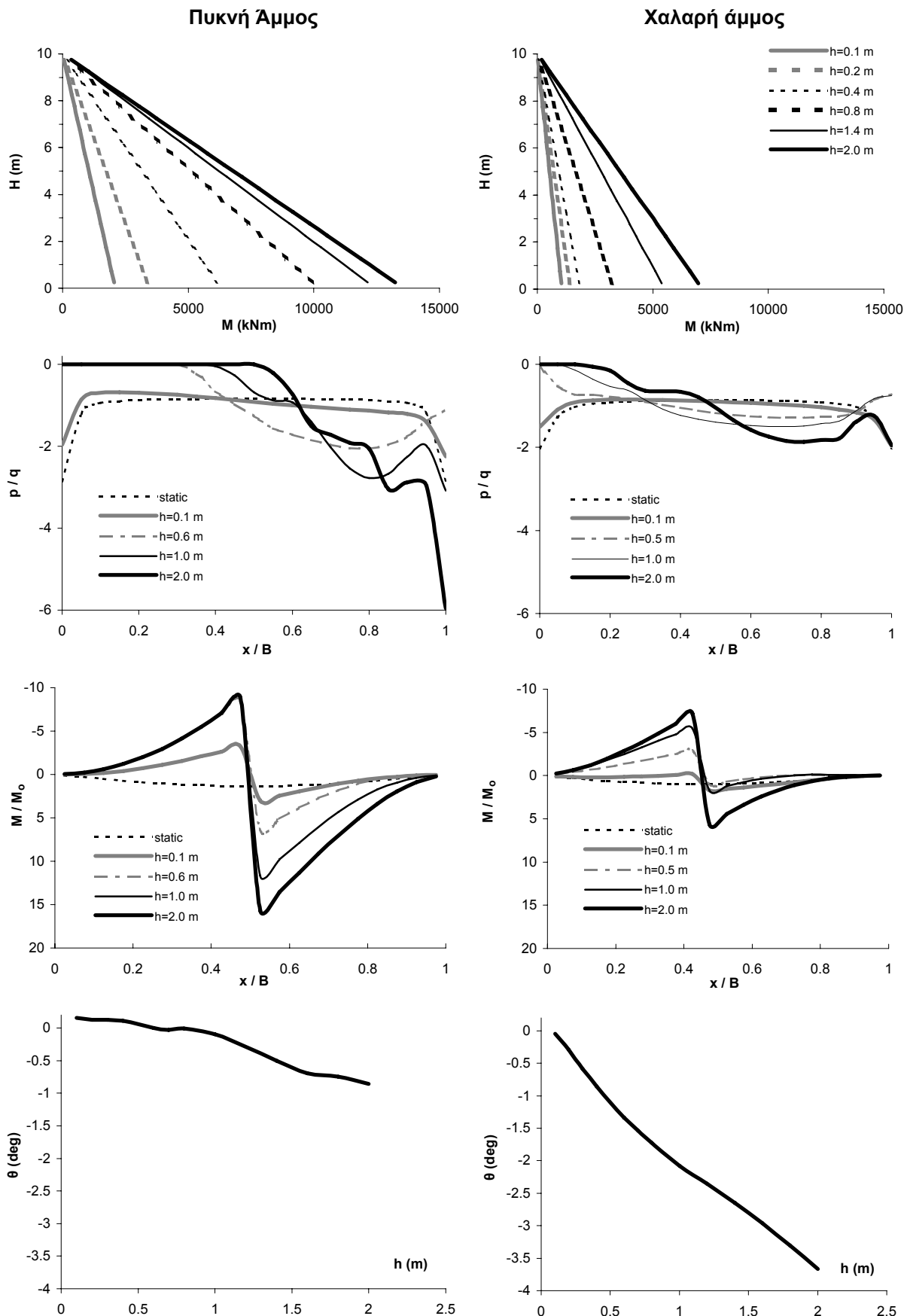
**Σχήμα 59.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάντρομα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



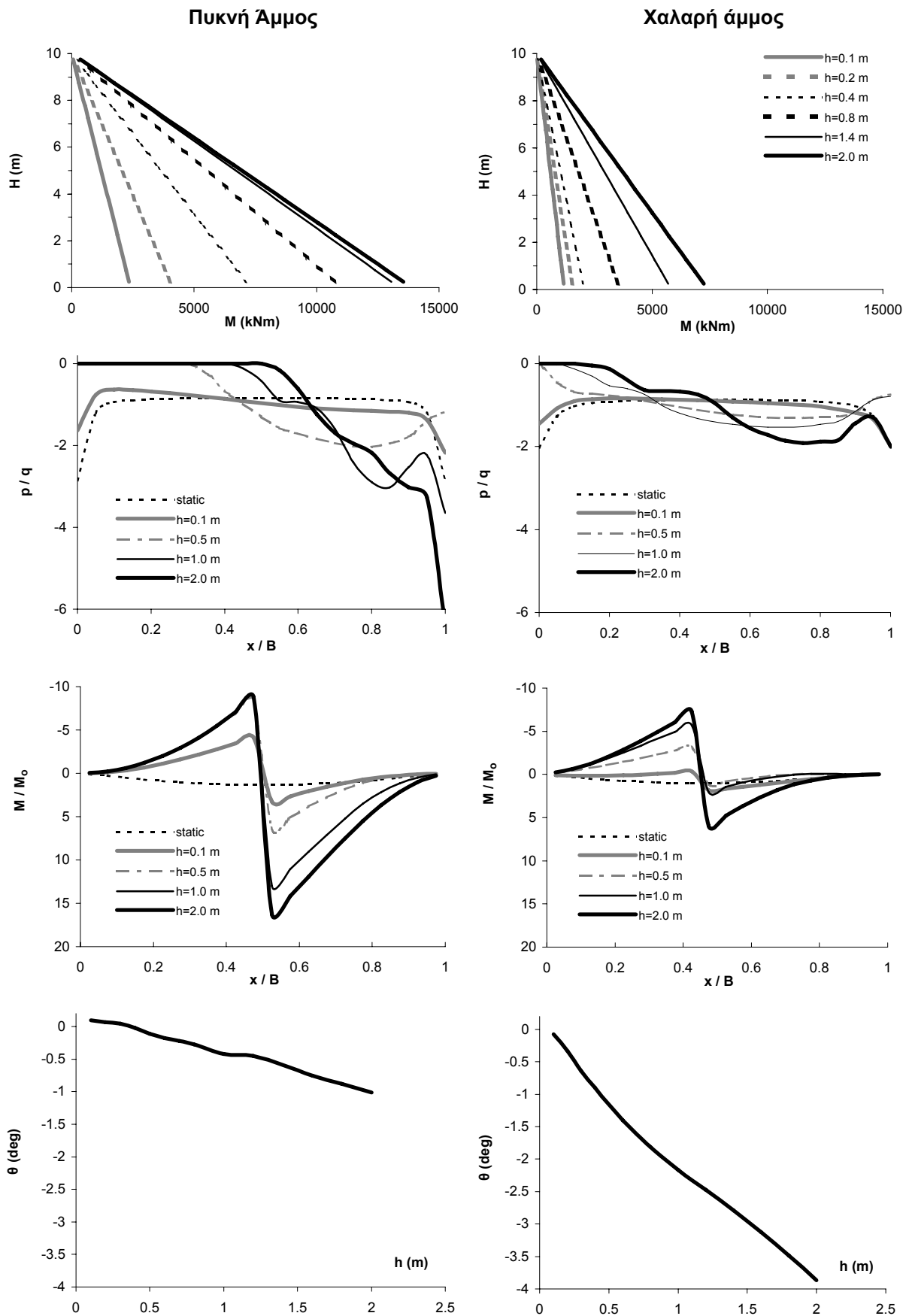
**Σχήμα 60.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατ'άνω μέρος μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



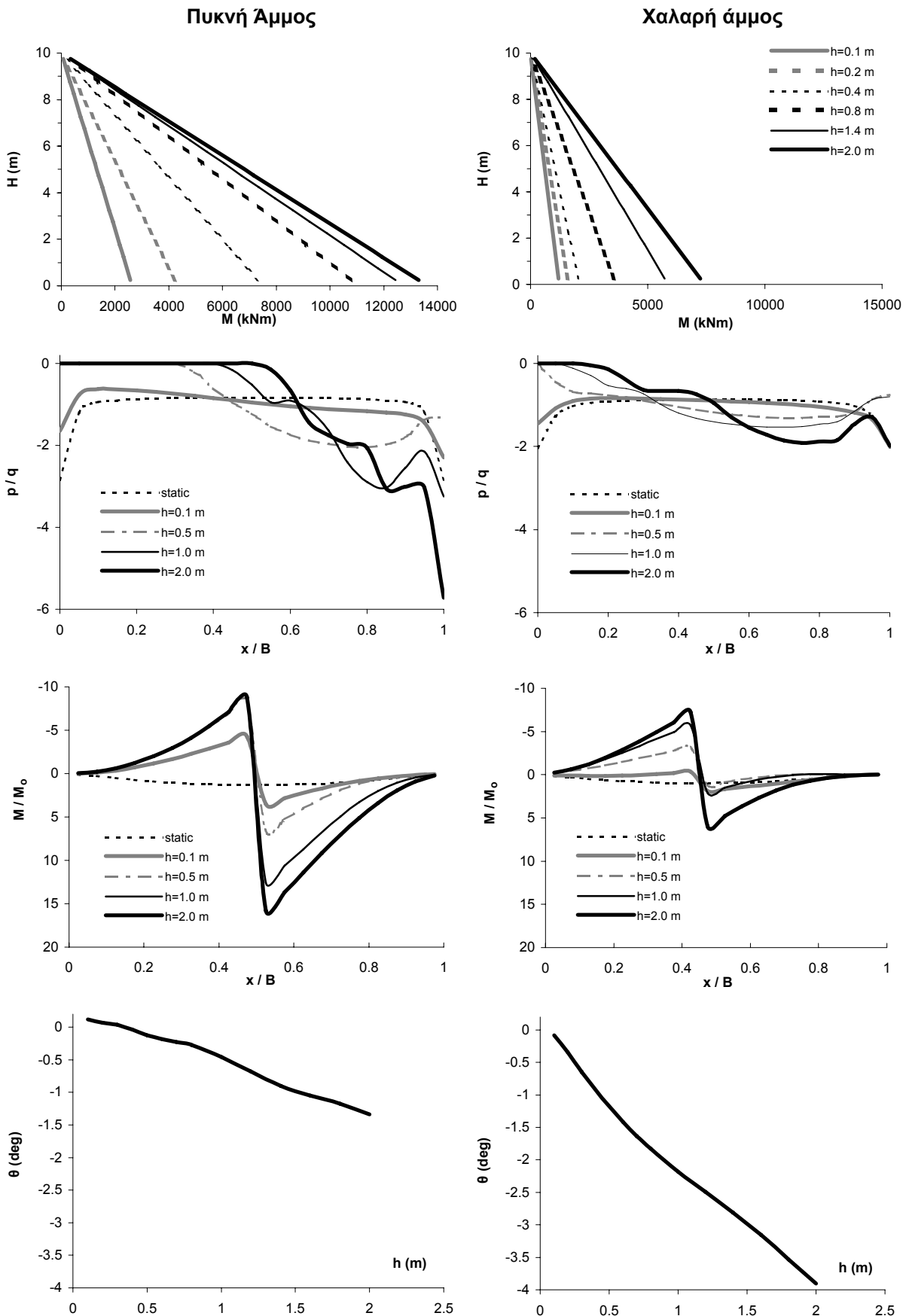
**Σχήμα 61.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάντρομα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



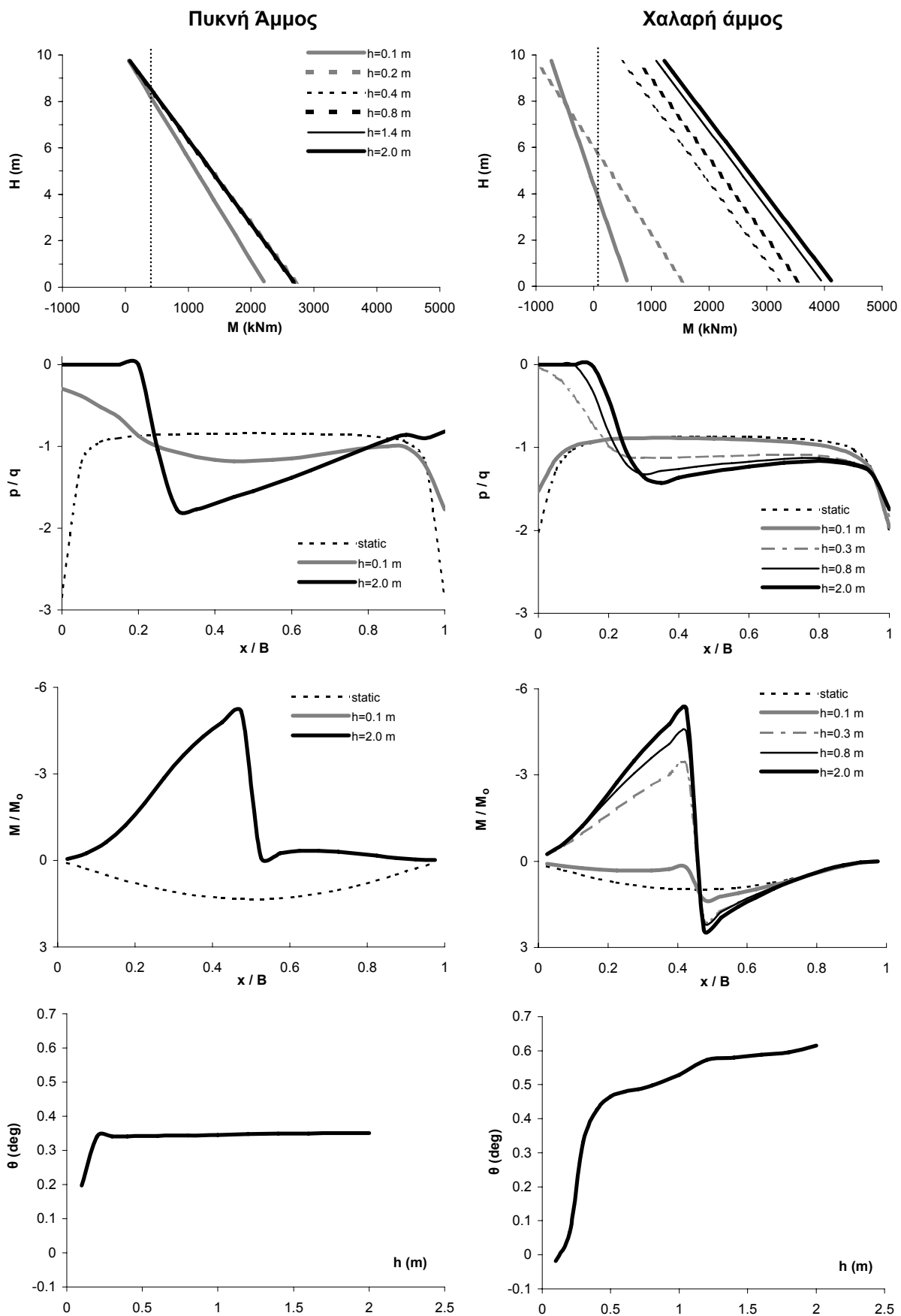
**Σχήμα 62.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με σεισμικώς μονωμένο κατάρσιμα μέσω εφεδράνων  $K = 3$  MN/m, επί βάθρου  $H = 10$  m,  $EI = 50$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9$  m.

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 63.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

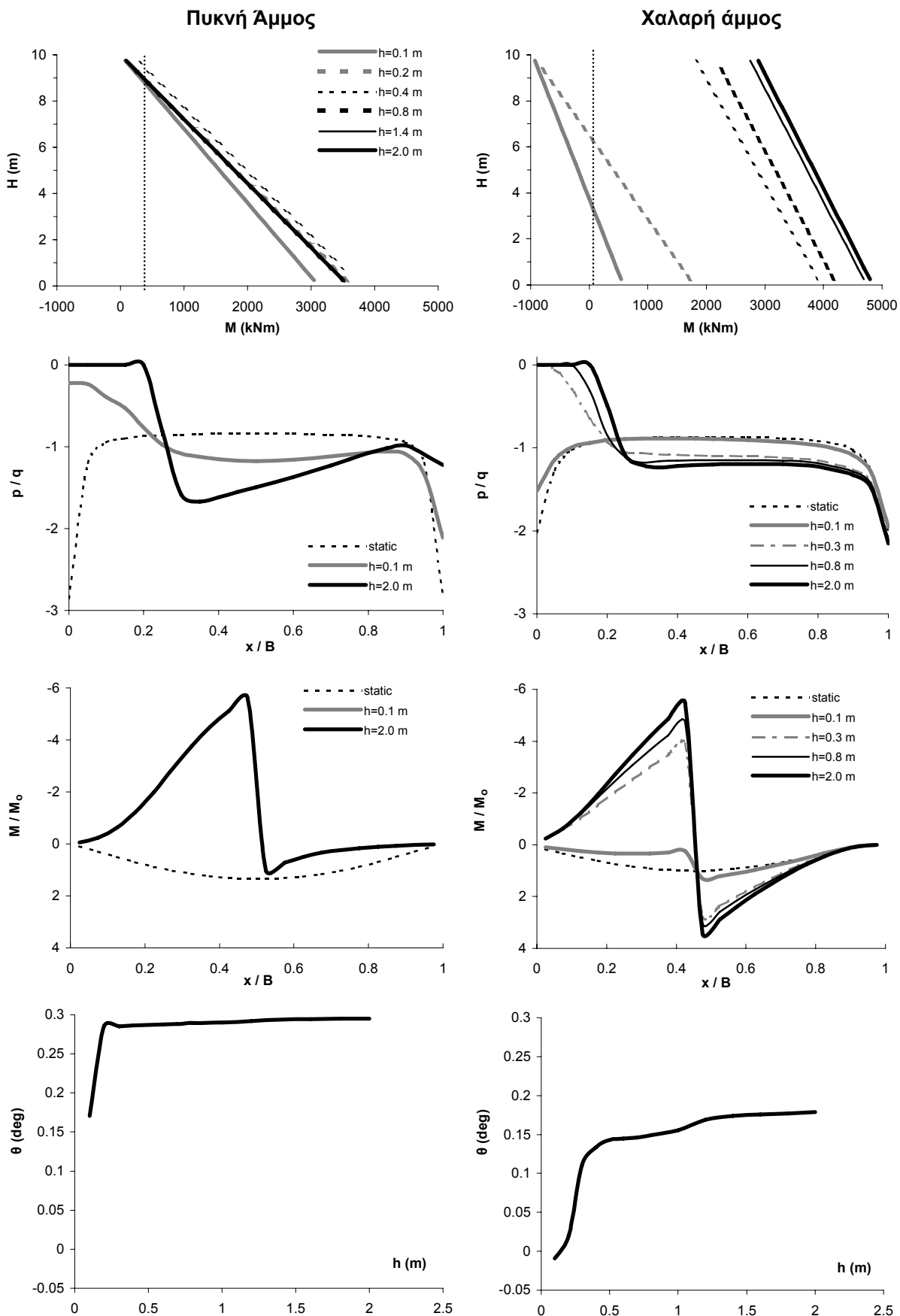
(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 64.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελιού-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με σεισμικώς μονωμένο κατάρσιμα μέσω εφεδράνων  $K = 6$  MN/m, επί βάθρου  $H = 10$  m,  $EI = 10$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1$  m.

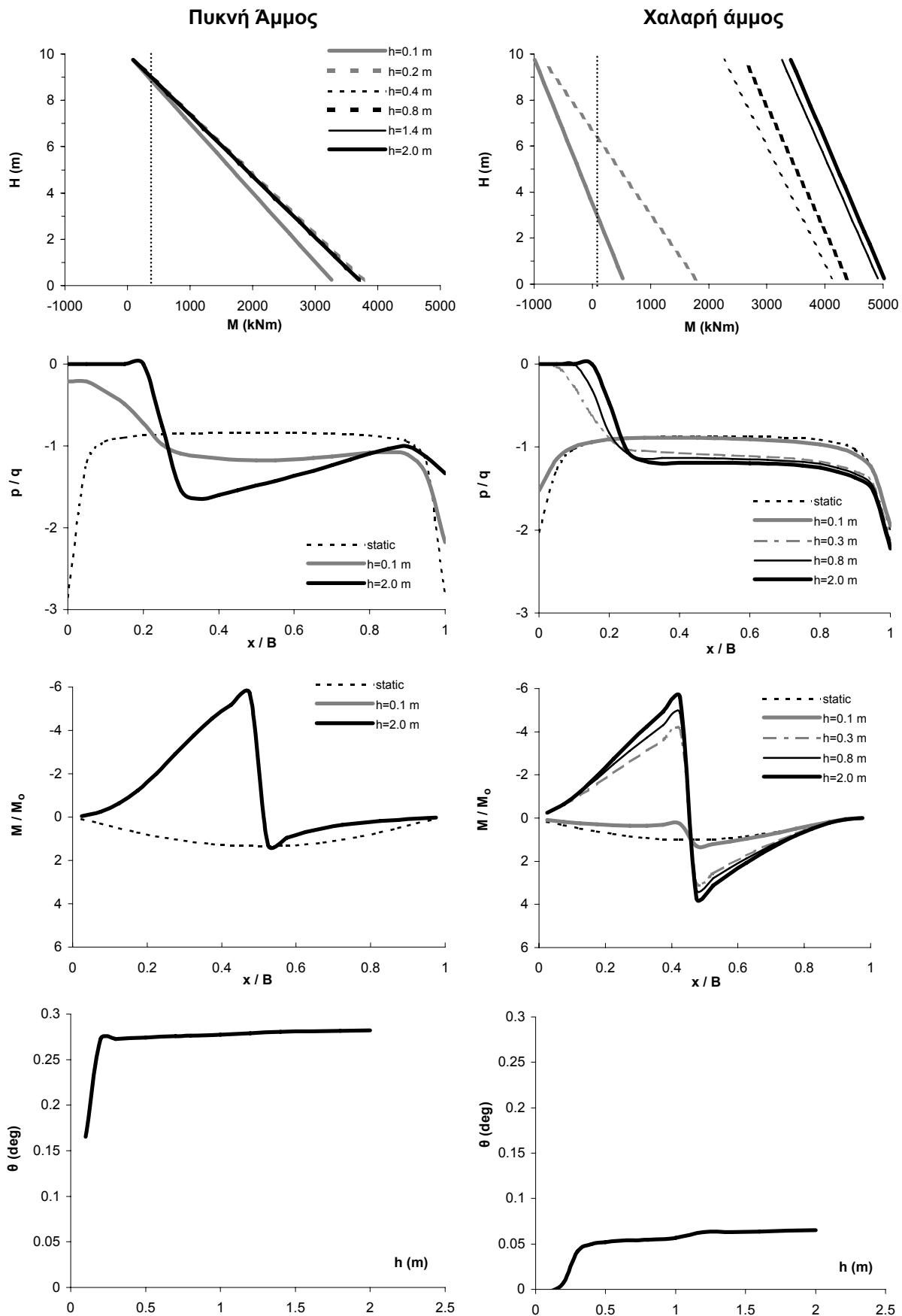
(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.





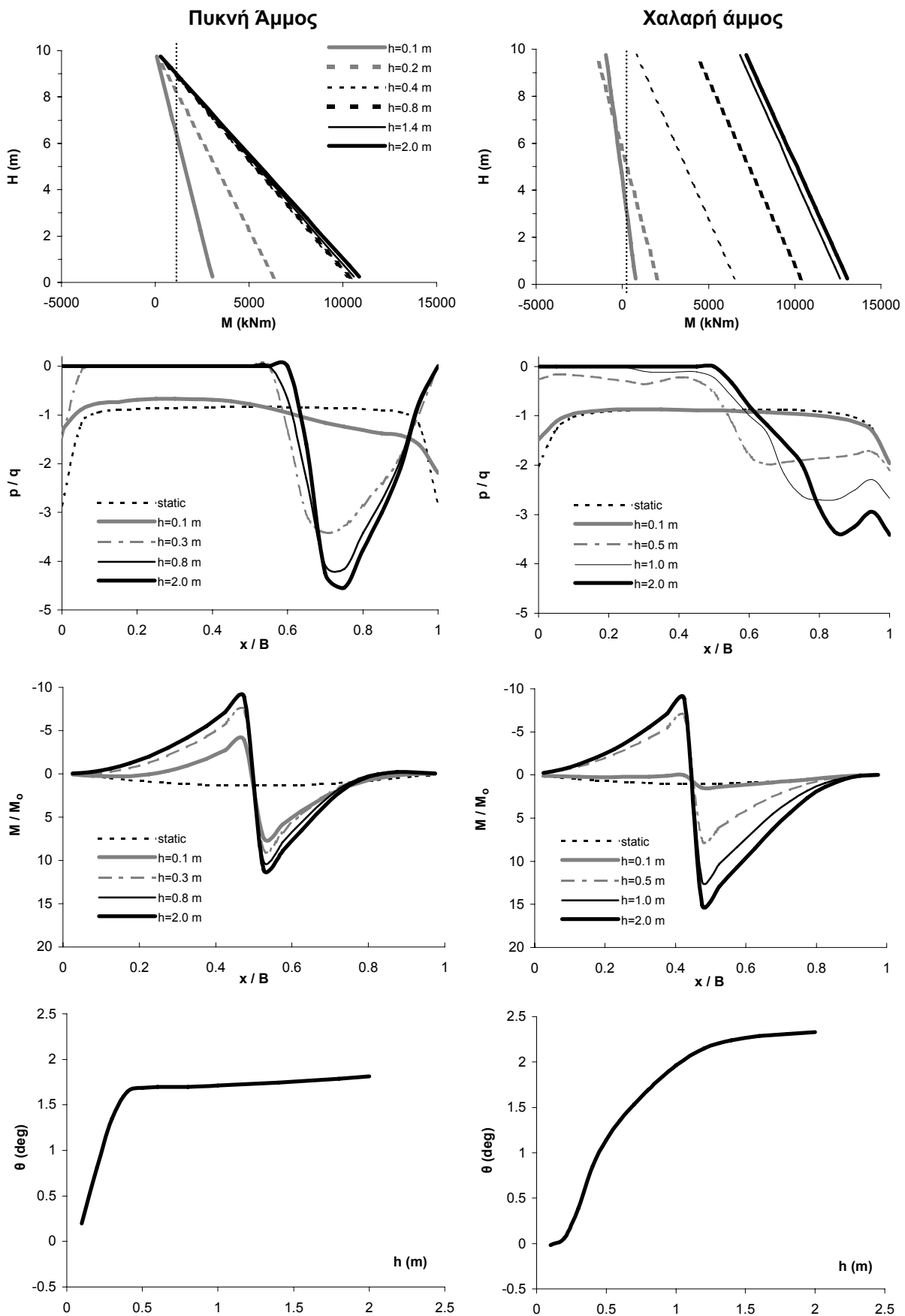
**Σχήμα 65.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατ'άνω άκρο μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



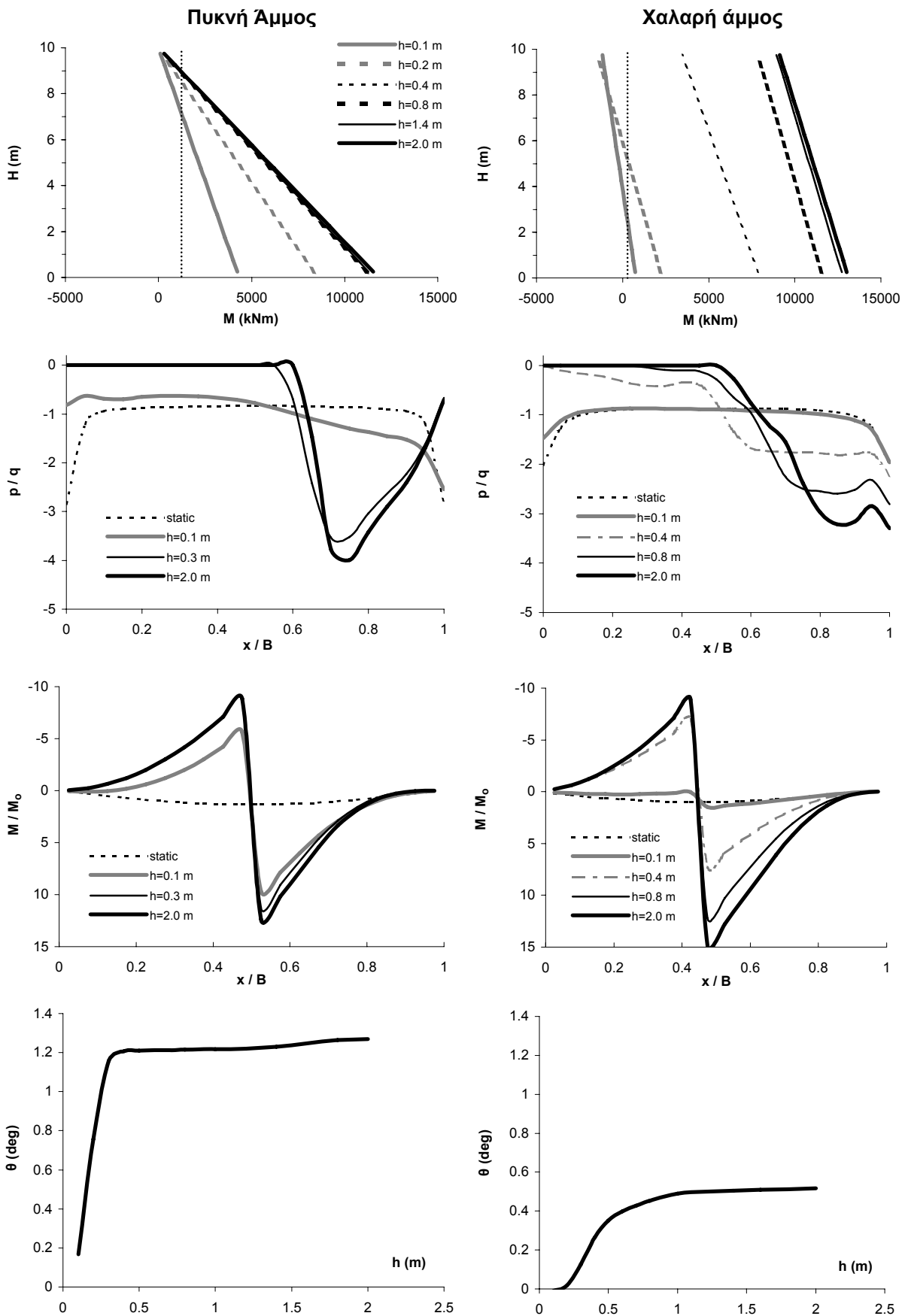
**Σχήμα 66.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa, με σεισμικώς μονωμένο κατ'άνω μέρος μέσω εφεδράνων  $K = 6$  MN/m, επί βάθρου  $H = 10$  m,  $EI = 150$  GNm<sup>2</sup>, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m. Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 1$  m.

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  κατ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



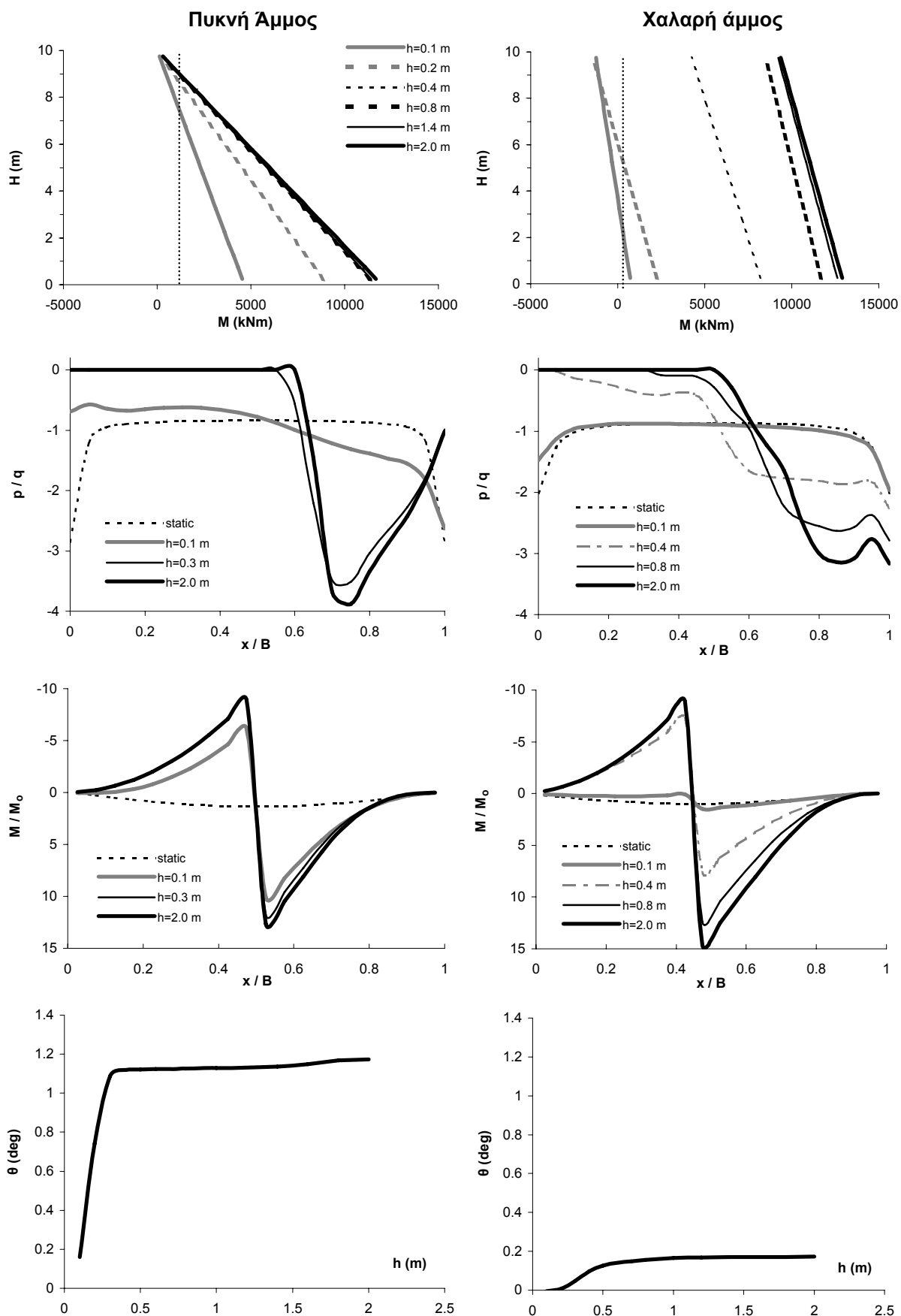
**Σχήμα 67.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



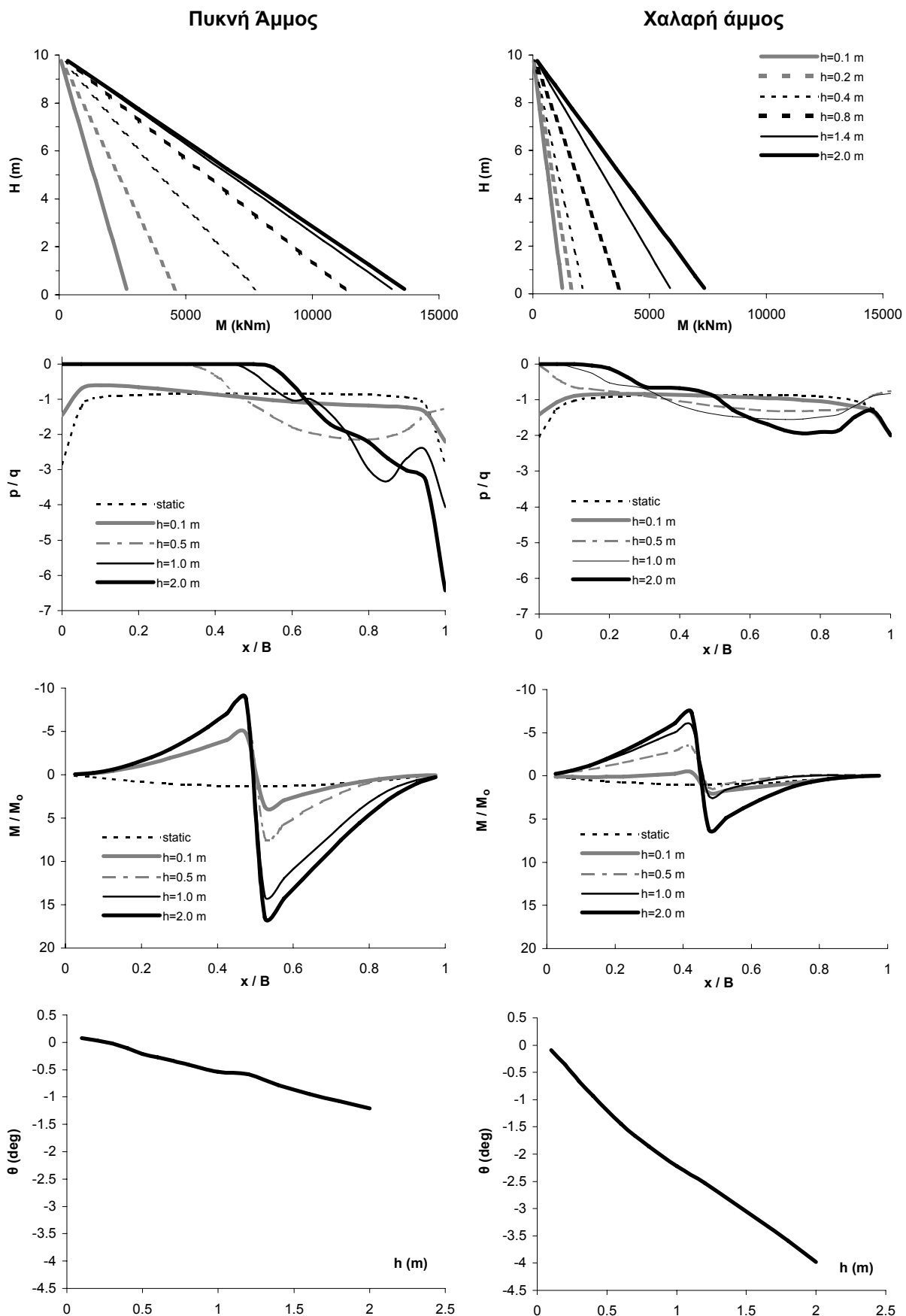
**Σχήμα 68.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελιού-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(**α**) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (**β**) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (**γ**) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (**δ**) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



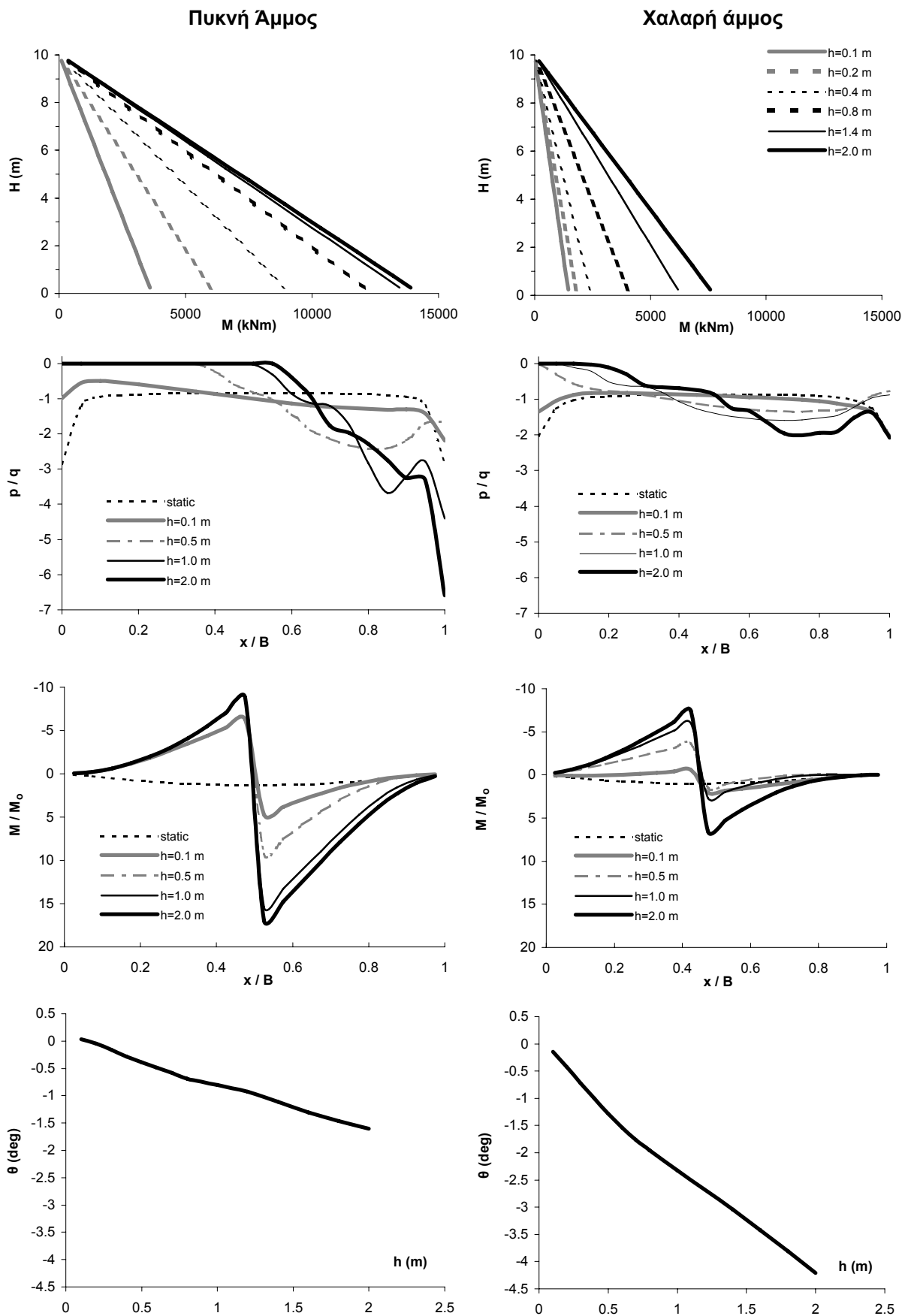
**Σχήμα 69.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατ'άνω μέρος μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 5 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



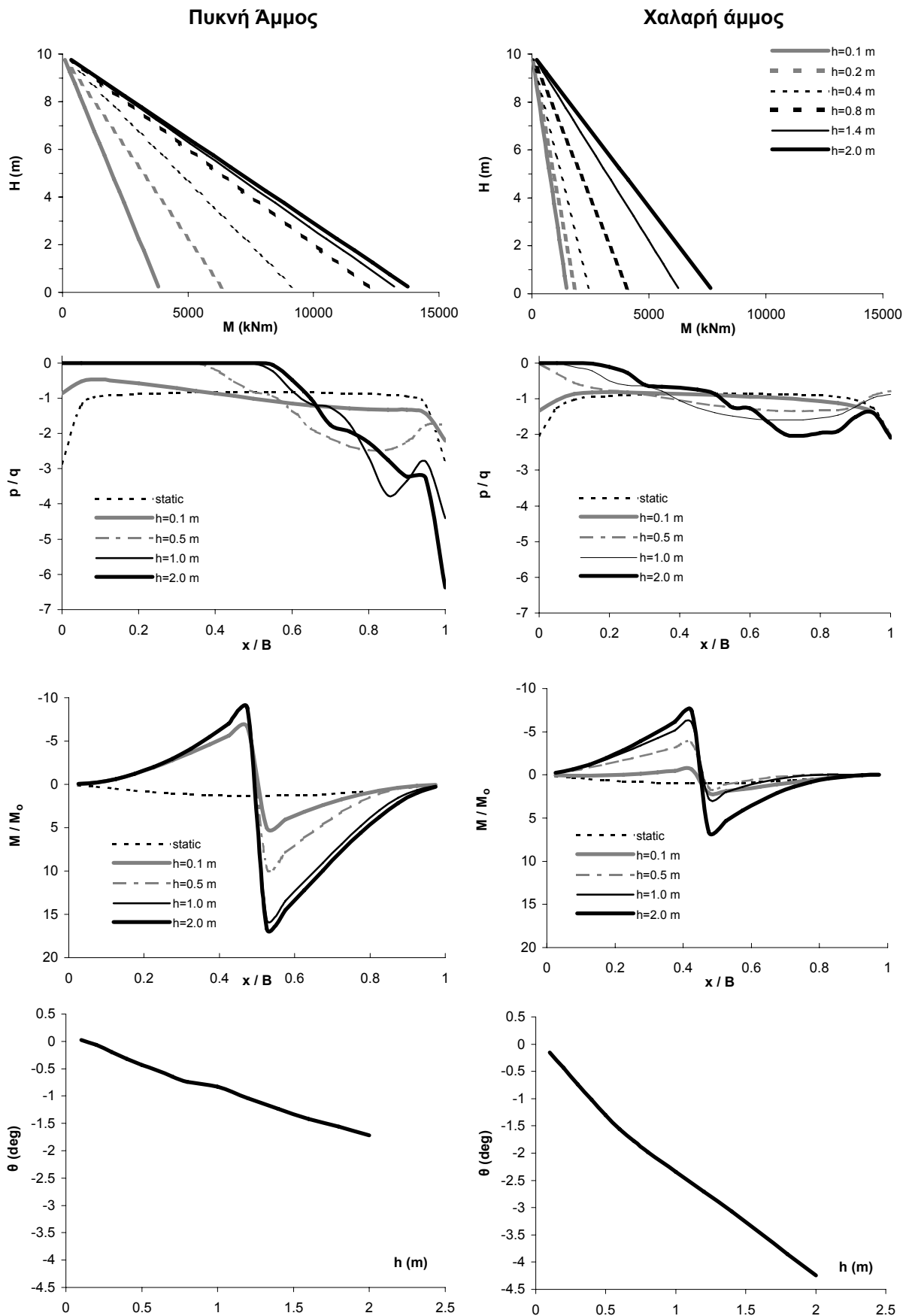
**Σχήμα 70.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 71.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατόστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

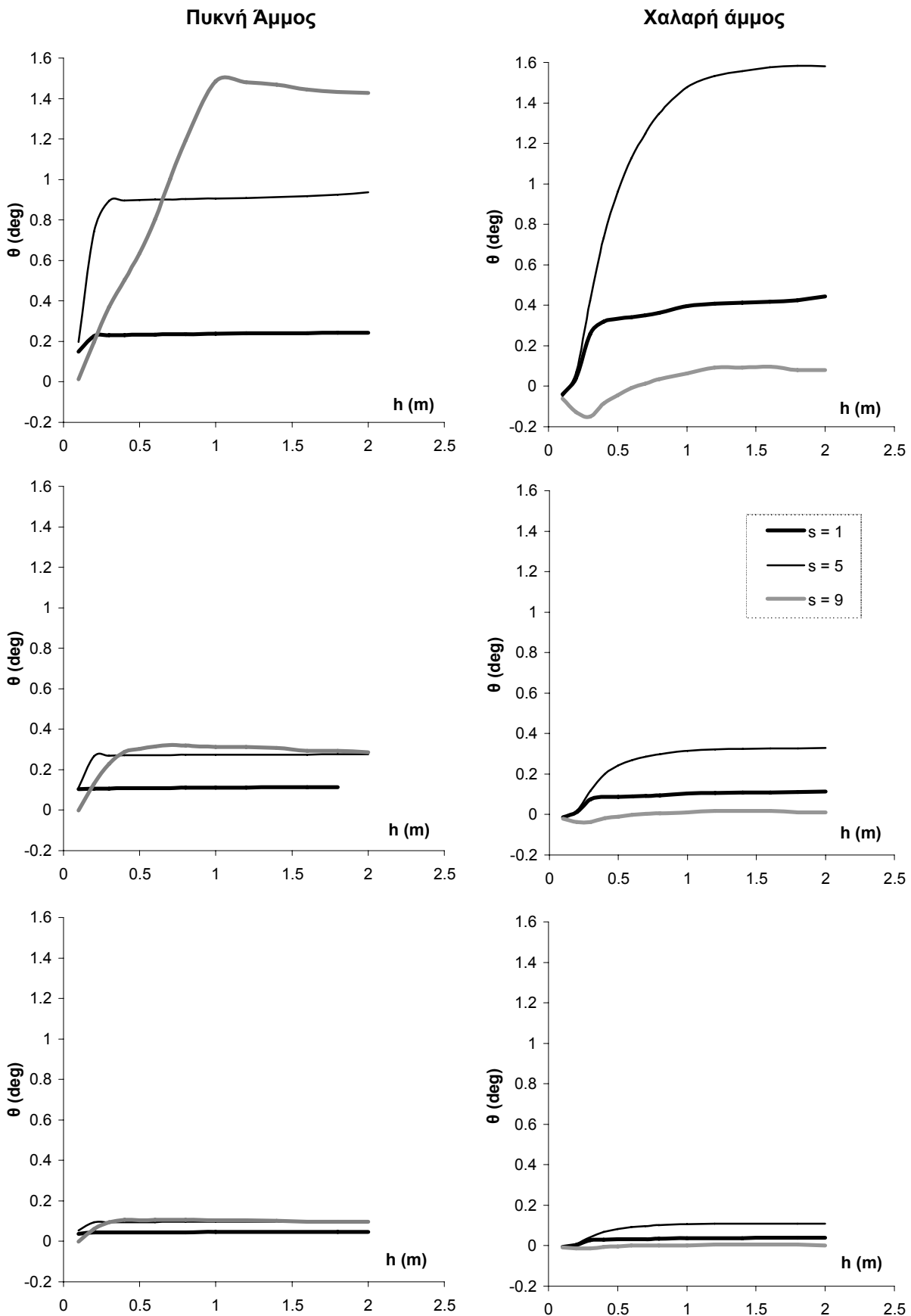
(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.



**Σχήμα 72.** Αποτελέσματα διδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-θεμελίου-ανωδομής. Γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατ'άνω μέρος μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ ,  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ . Εκδήλωση διάρρηξης σε απόσταση  $s = 9 \text{ m}$ .

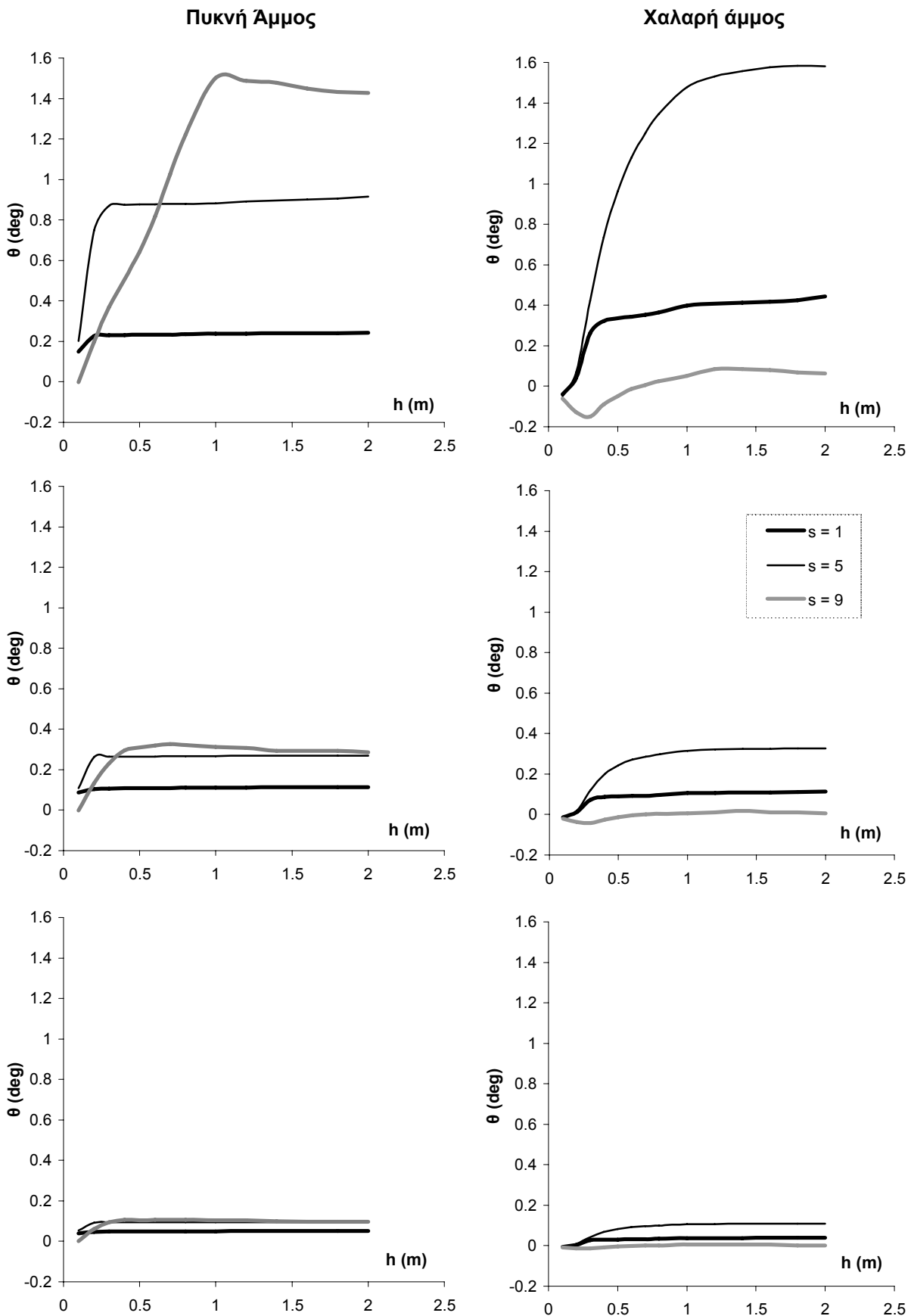
(α) Καμπτικές ροπές  $M$  καθ' ύψος του βάθρου, (β) Κανονικοποιημένες τάσεις εδράσεως  $p/q$ , (γ) Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M/M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, και (δ) Στροφή  $\theta$  του θεμελίου.





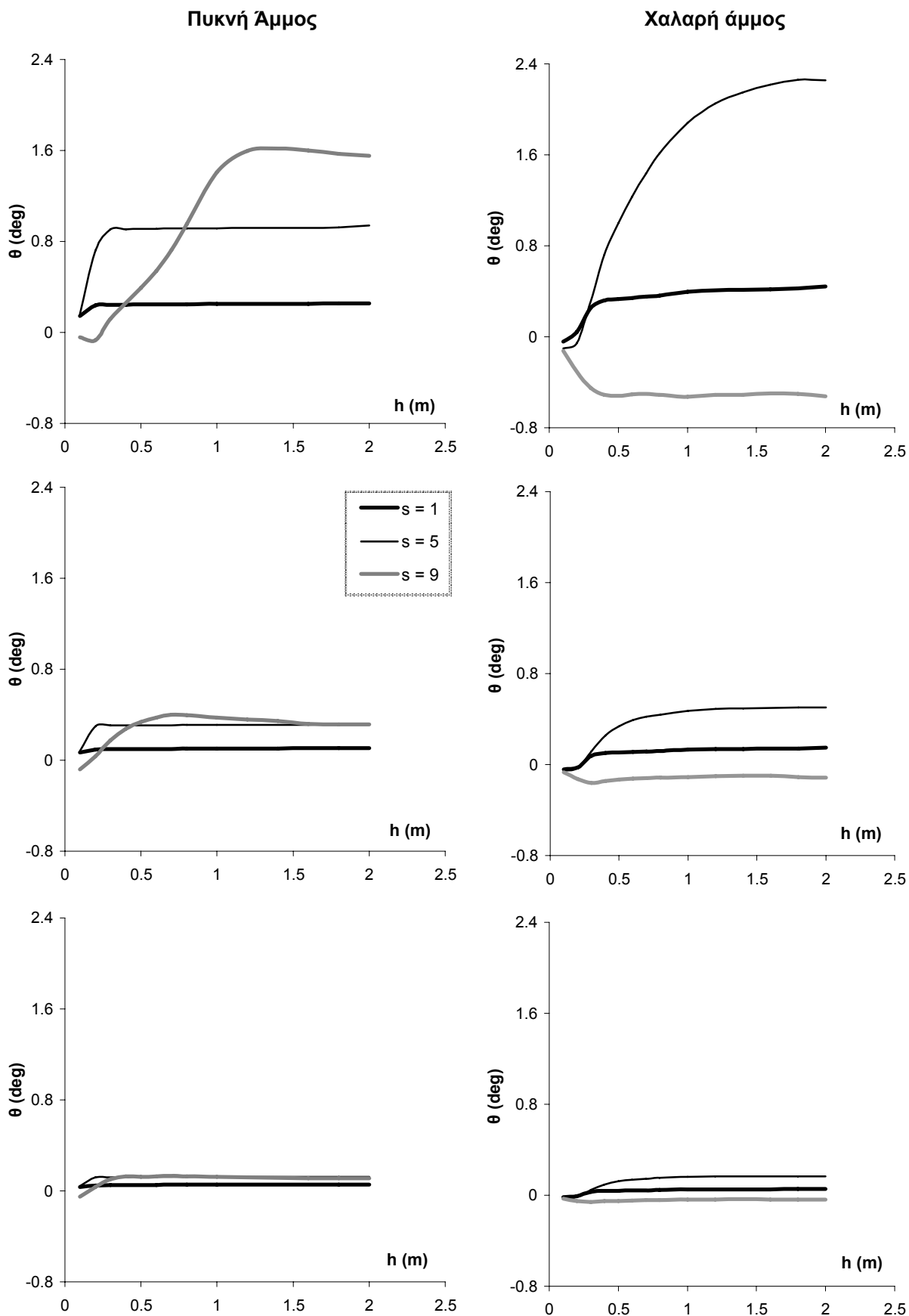
**Σχήμα 73.** Συγκεντρωτικά διαγράμματα αναπτυσσόμενης **στροφής  $\theta$**  θεμελιολωρίδας εξαιτίας επιβαλλόμενης **τεκτονικής μετακίνησης  $h$** , σε γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$  με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ .

(**α**) Για  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , (**β**)  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και (**γ**)  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .



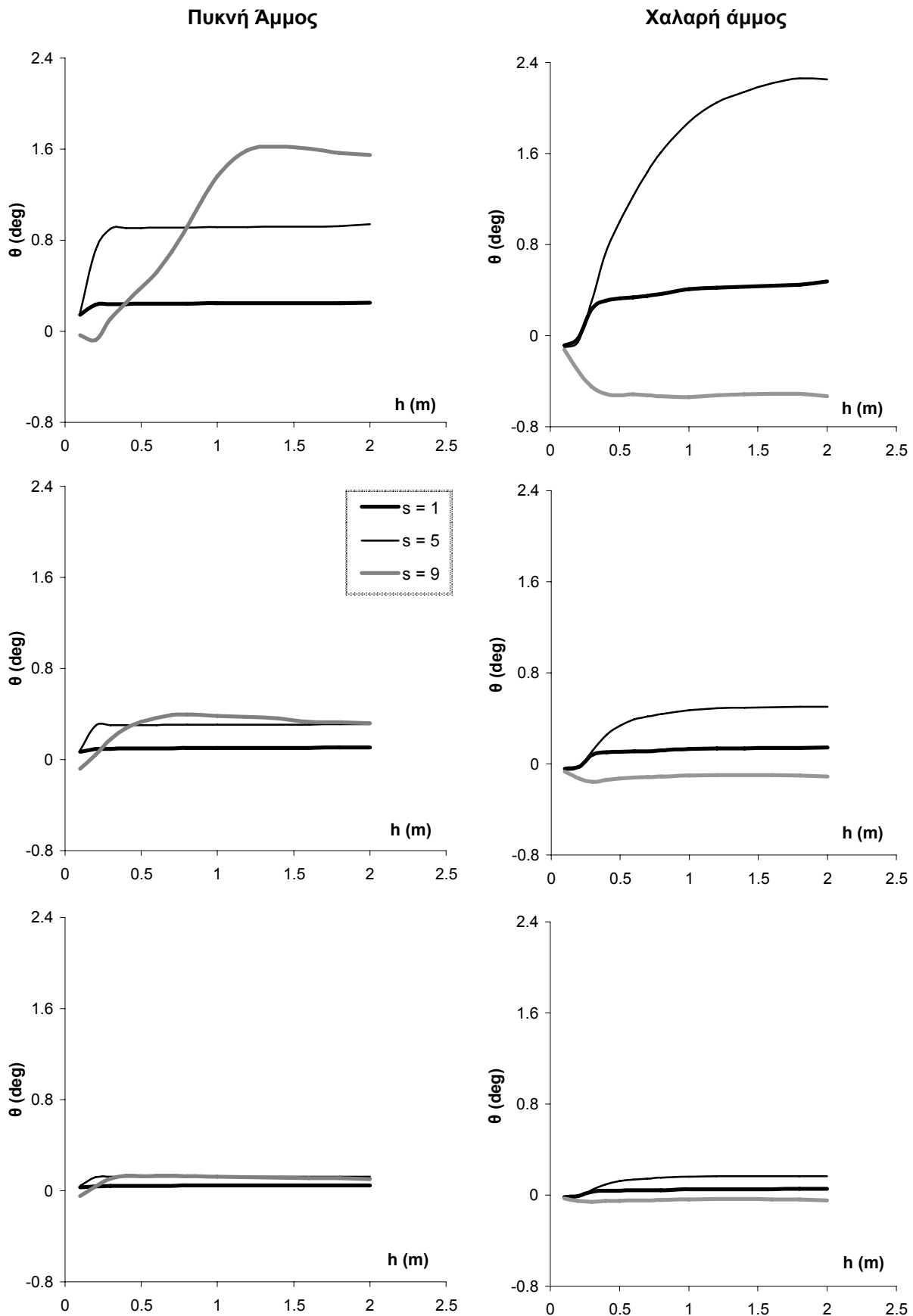
**Σχήμα 74.** Συγκεντρωτικά διαγράμματα αναπτυσσόμενης **στροφής  $\theta$**  θεμελιολωρίδας εξαιτίας επιβαλλόμενης **τεκτονικής μετακίνησης  $h$** , σε γέφυρα φορτίου  $q = 40$  kPa με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10$  GN/m, μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 6$  m, εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10$  m.

( **$\alpha$** ) Για  $EI = 10$  GNm<sup>2</sup>, ( **$\beta$** )  $EI = 50$  GNm<sup>2</sup>, και ( **$\gamma$** )  $EI = 150$  GNm<sup>2</sup>.



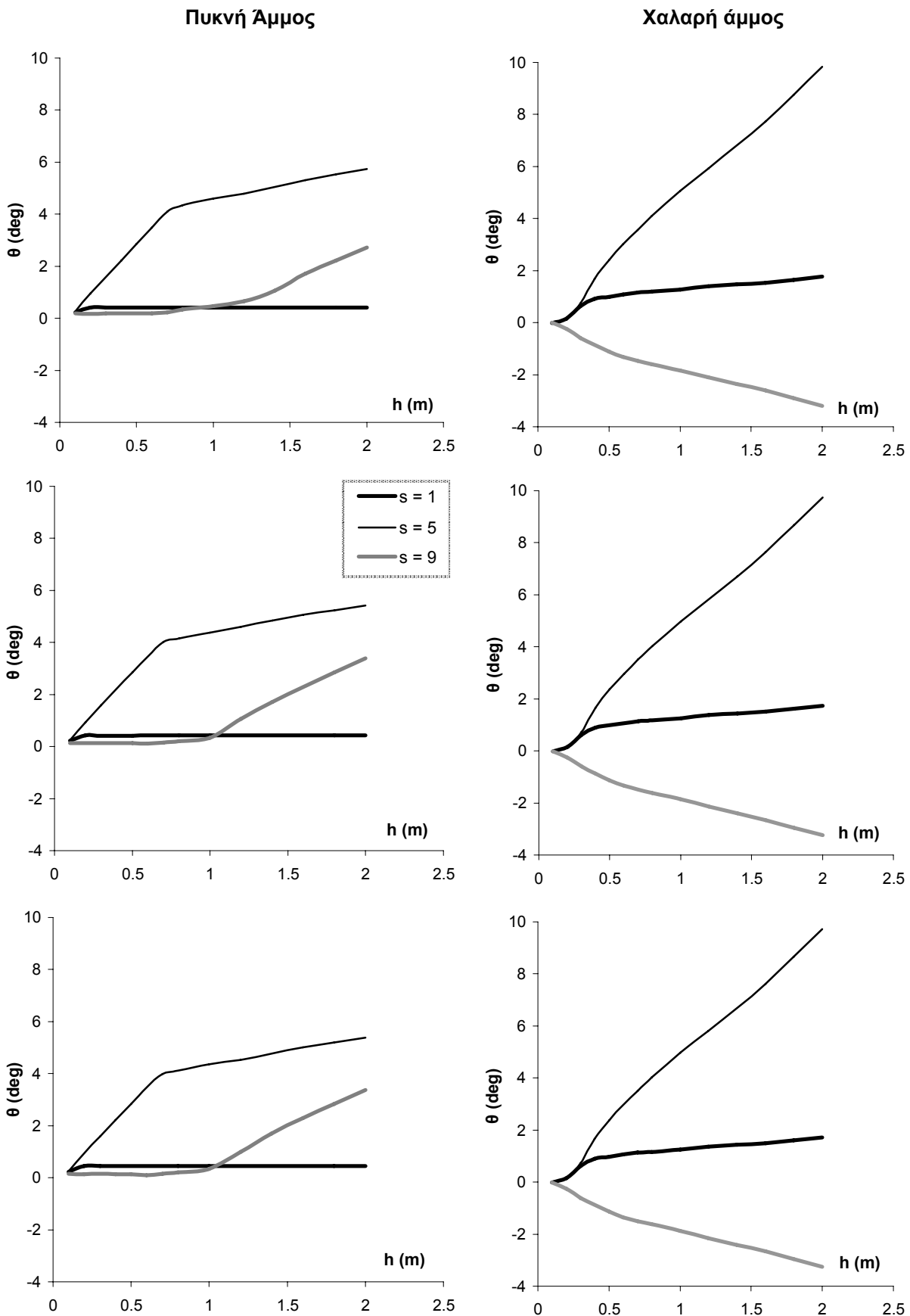
**Σχήμα 75.** Συγκεντρωτικά διαγράμματα αναπτυσσόμενης **στροφής  $\theta$**  θεμελιολωρίδας εξαιτίας επιβαλλόμενης **τεκτονικής μετακίνησης  $h$** , σε γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$  με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ .

( $\alpha$ ) Για  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , ( $\beta$ )  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και ( $\gamma$ )  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .



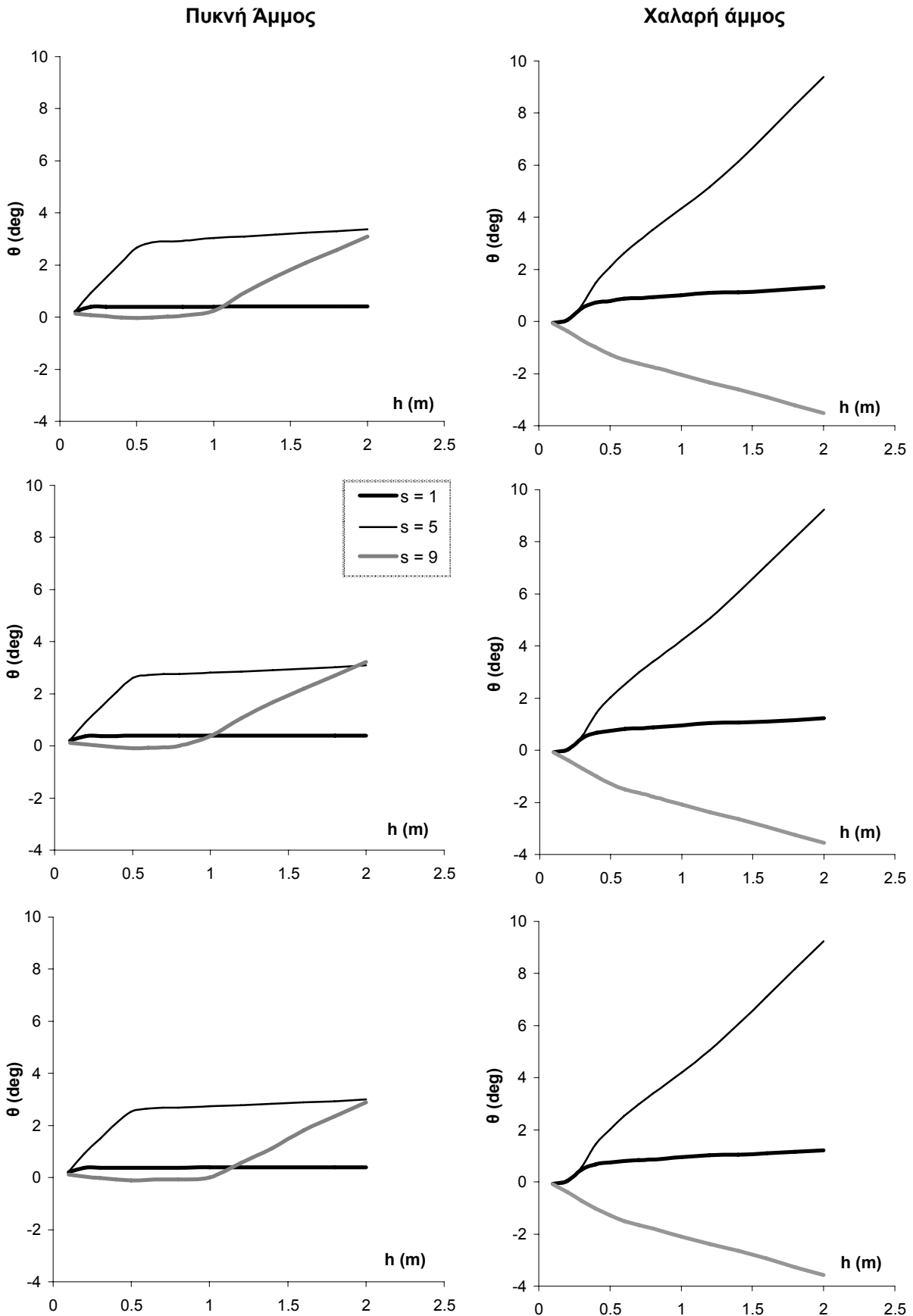
**Σχήμα 76.** Συγκεντρωτικά διαγράμματα αναπτυσσόμενης **στροφής  $\theta$**  θεμελιολωρίδας εξαιτίας επιβαλλόμενης **τεκτονικής μετακίνησης  $h$** , σε γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$  με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ .

( $\alpha$ ) Για  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , ( $\beta$ )  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και ( $\gamma$ )  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .



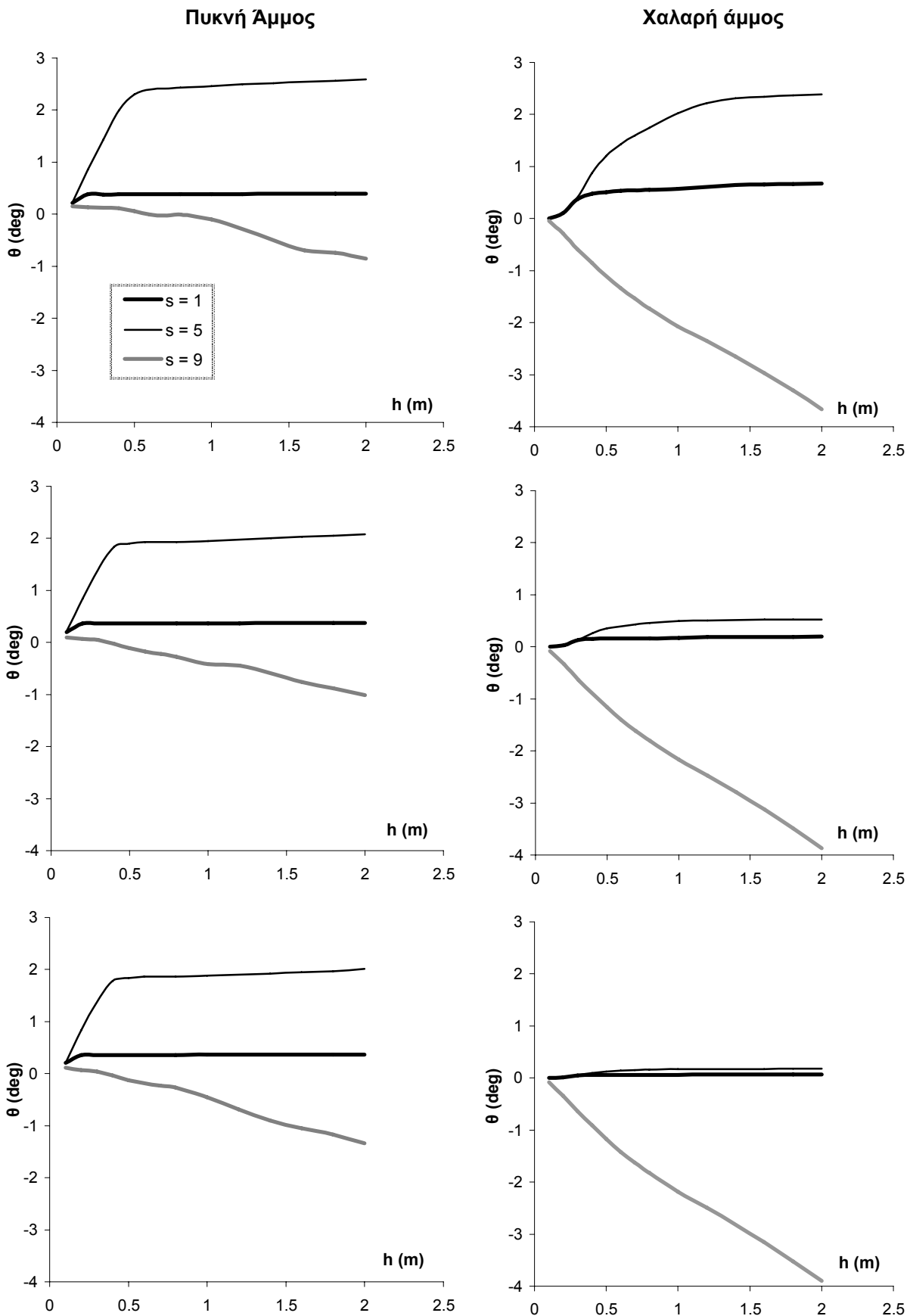
**Σχήμα 77.** Συγκεντρωτικά διαγράμματα αναπτυσσόμενης **στροφής  $\theta$**  θεμελιολωρίδας εξαιτίας επιβαλλόμενης **τεκτονικής μετακίνησης  $h$** , σε γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ .

(**α**) Για  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , (**β**)  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και (**γ**)  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .



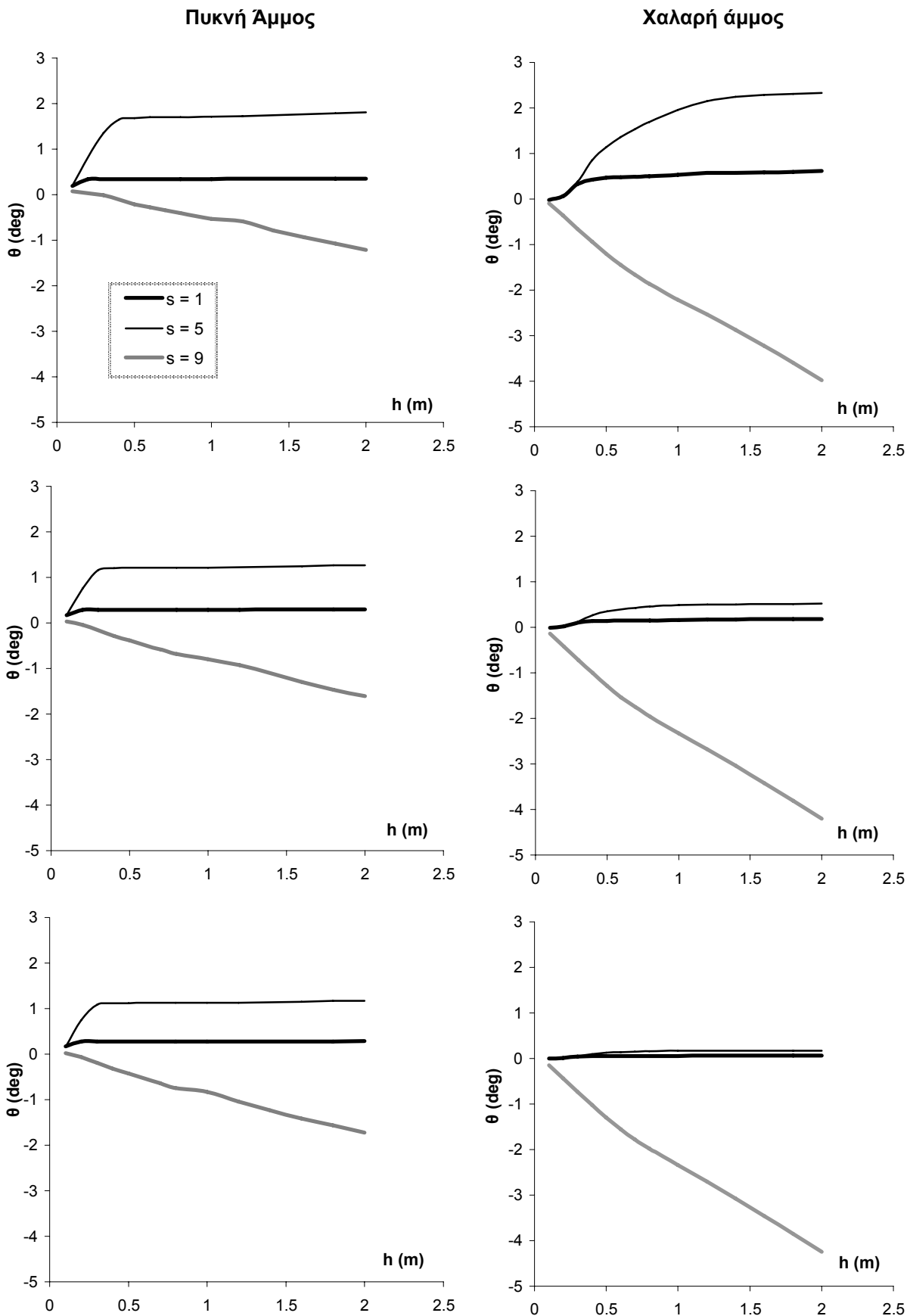
**Σχήμα 78.** Συγκεντρωτικά διαγράμματα αναπτυσσόμενης **στροφής  $\theta$**  θεμελιολωρίδας εξαιτίας επιβαλλόμενης **τεκτονικής μετακίνησης  $h$** , σε γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  **$K = 6 \text{ MN/m}$** , επί βάθρου  $H = 6 \text{ m}$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ .

(**α**) Για  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , (**β**)  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και (**γ**)  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .



**Σχήμα 79.** Συγκεντρωτικά διαγράμματα αναπτυσσόμενης **στροφής  $\theta$**  θεμελιολωρίδας εξαιτίας επιβαλλόμενης **τεκτονικής μετακίνησης  $h$** , σε γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ .

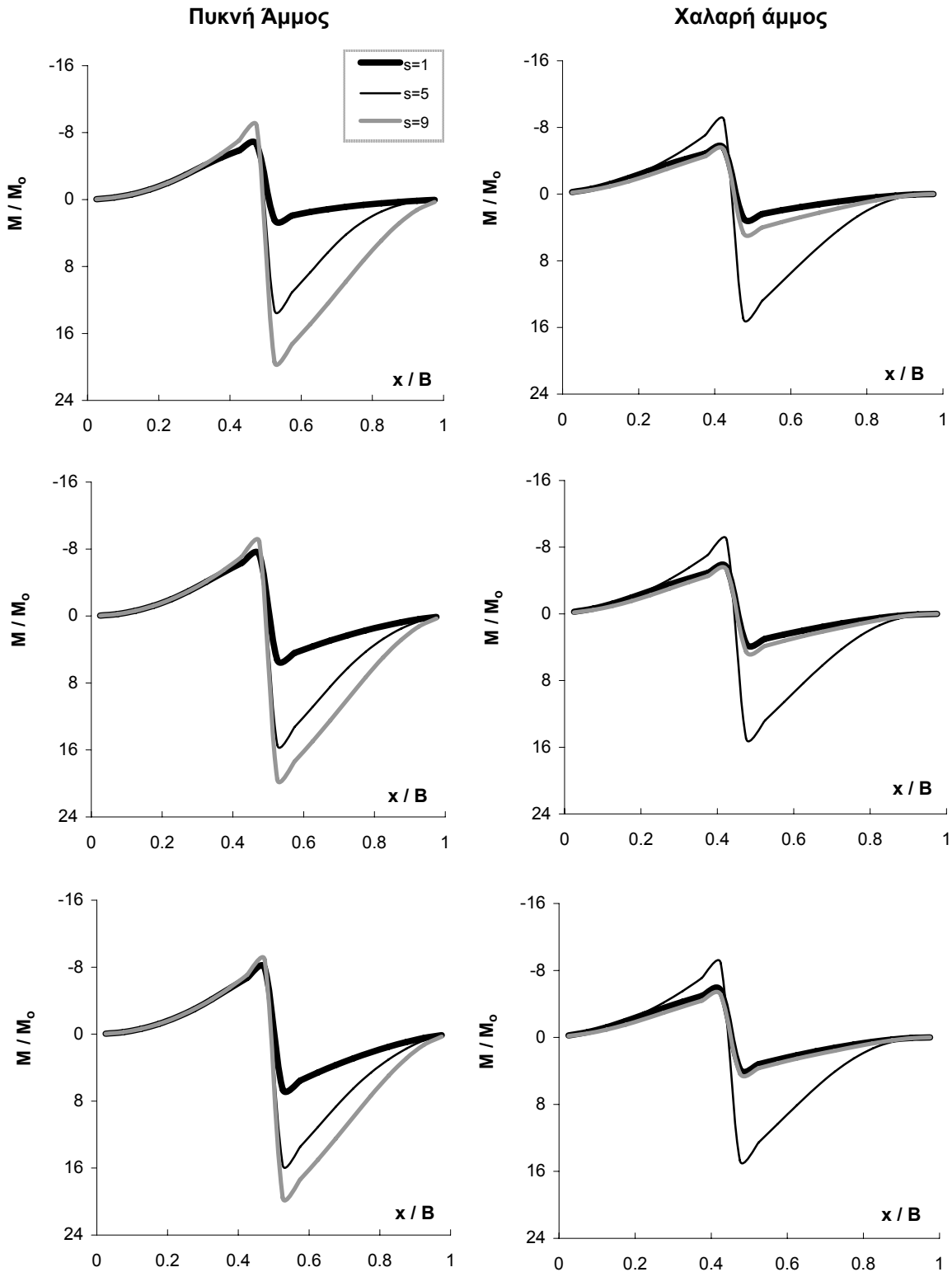
(**α**) Για  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , (**β**)  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και (**γ**)  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .



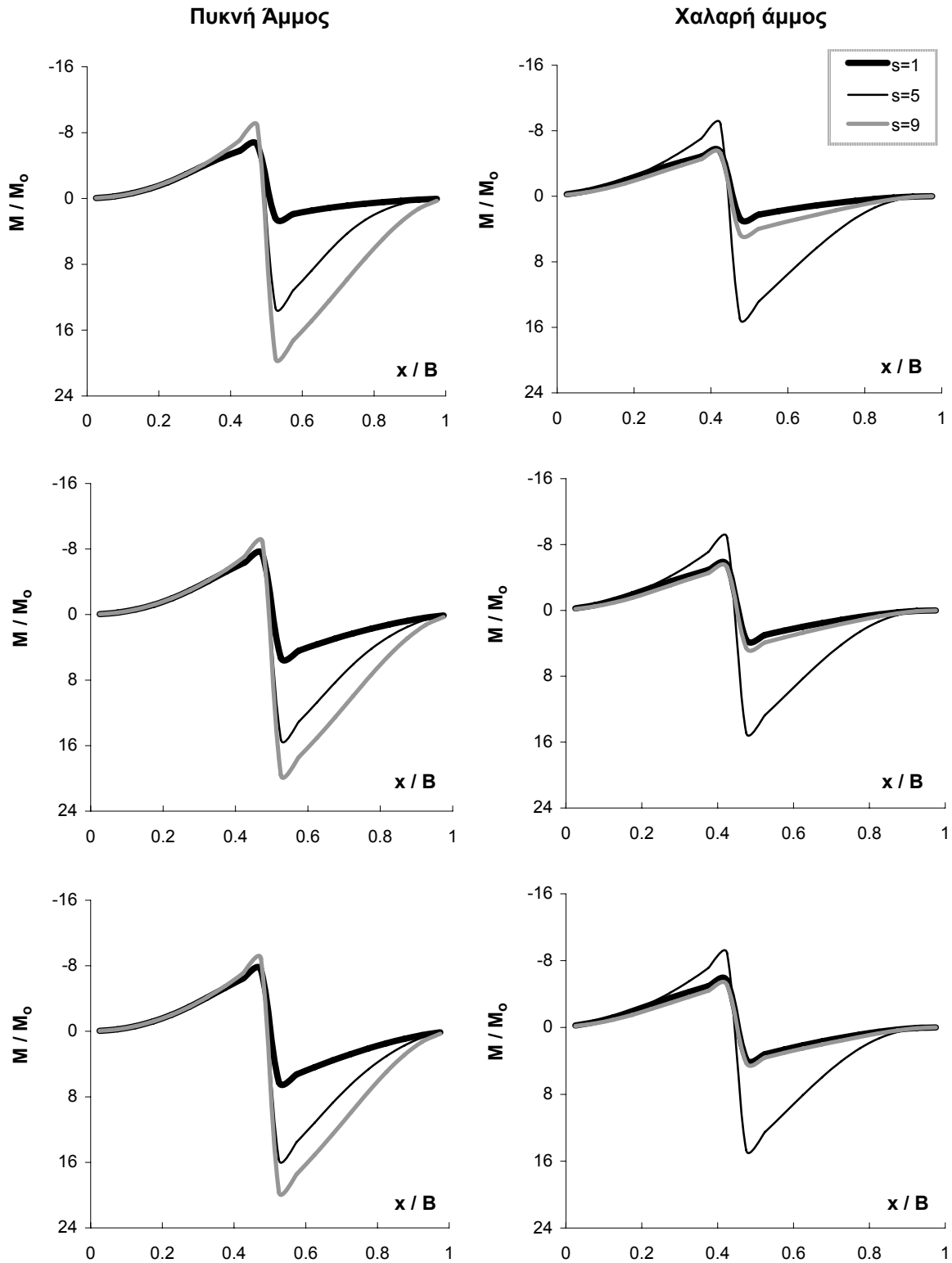
**Σχήμα 80.** Συγκεντρωτικά διαγράμματα αναπτυσσόμενης **στροφής  $\theta$**  θεμελιολωρίδας εξαιτίας επιβαλλόμενης **τεκτονικής μετακίνησης  $h$** , σε γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ , εδραζόμενο επί θεμελιολωρίδας  $B = 10 \text{ m}$ .

(**α**) Για  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , (**β**)  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και (**γ**)  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .

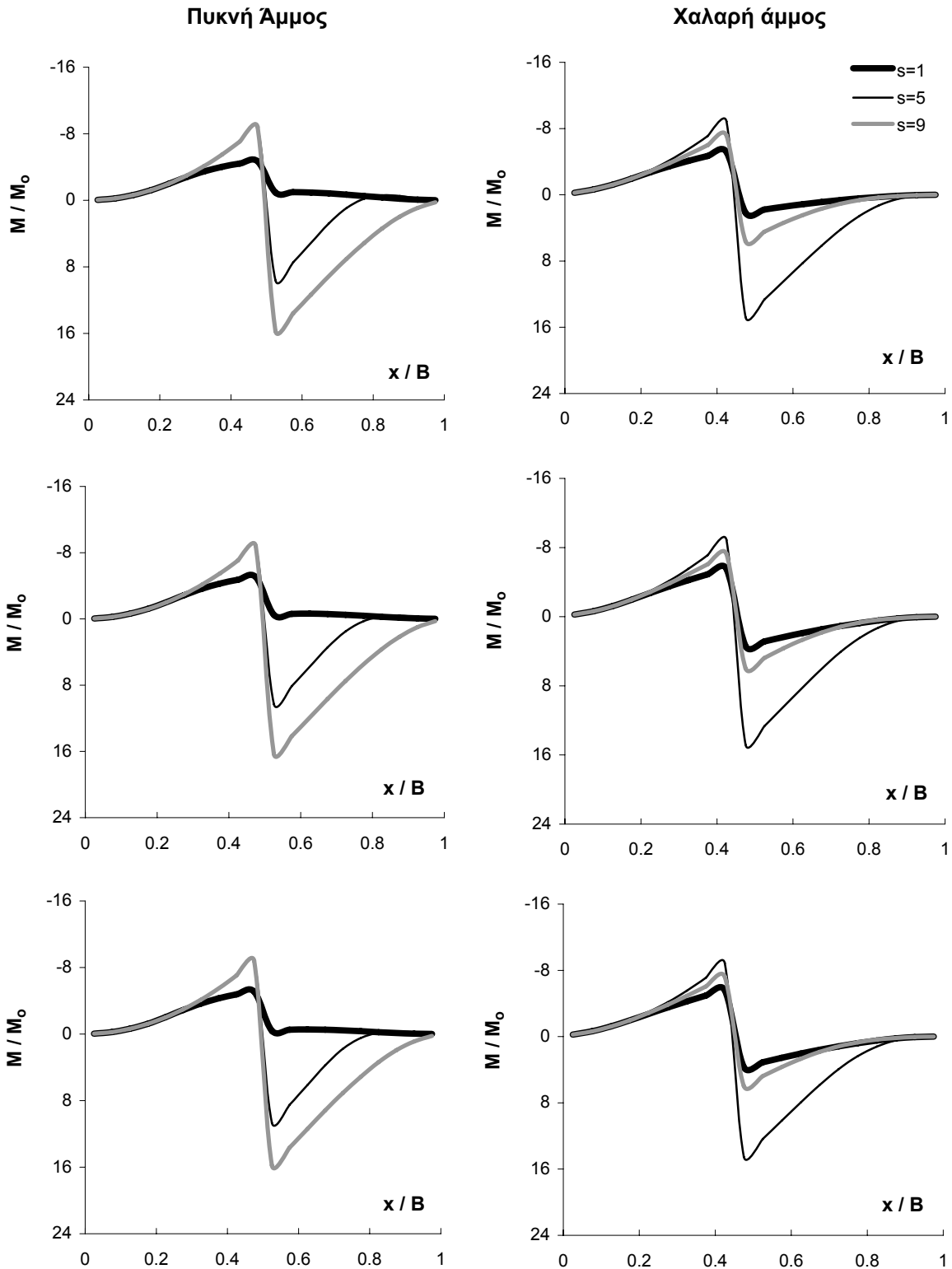




**Σχήμα 81.** Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M / M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, για γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάσταση αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ . Επιβαλλόμενη τεκτονική μετακίνηση  $h = 2 \text{ m}$ .  
**(α)**  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , **(β)**  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και **(γ)**  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .



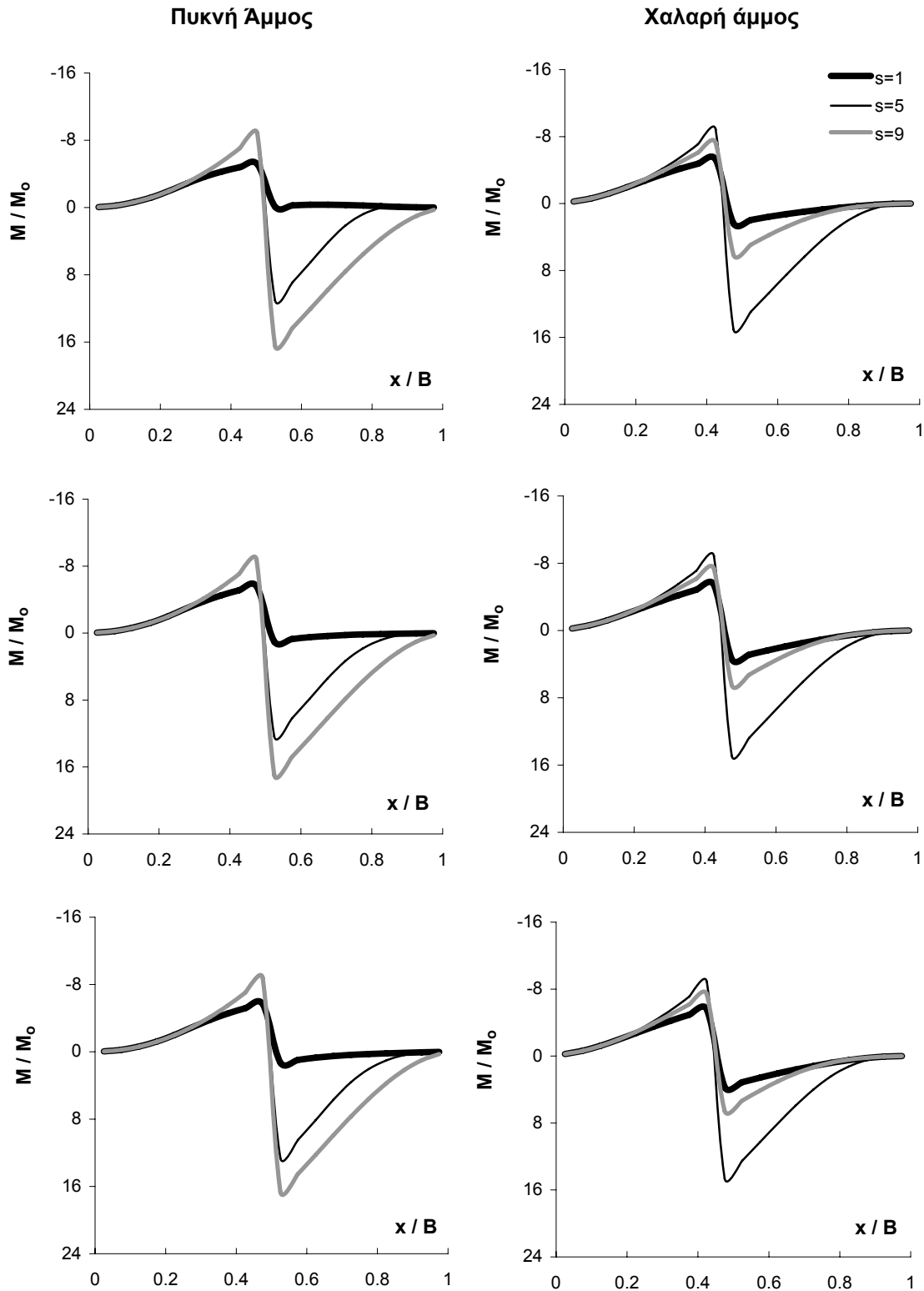
**Σχήμα 82.** Καμπτικές ροπές στην θεμελιοωρίδα  $M / M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, για γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ . Επιβαλλόμενη τεκτονική μετακίνηση  $h = 2 \text{ m}$ .  
**(α)**  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , **(β)**  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και **(γ)**  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .



Σχήμα

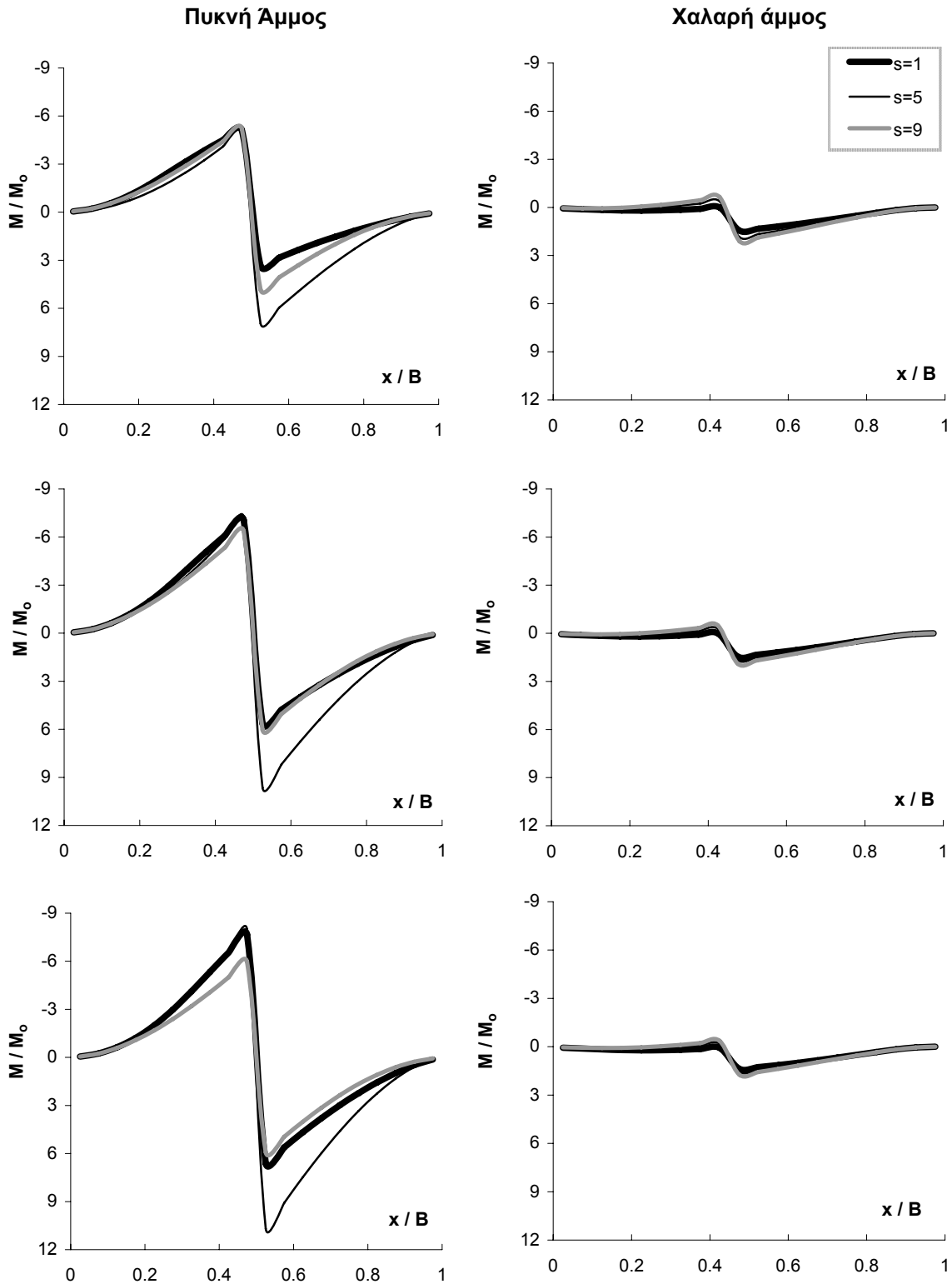
83. Καμπτικές ροπές στην θεμελιοωρίδα  $M / M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, για γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$  με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ . Επιβαλλόμενη τεκτονική μετακίνηση  $h = 2 \text{ m}$ .

(α)  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , (β)  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και (γ)  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .

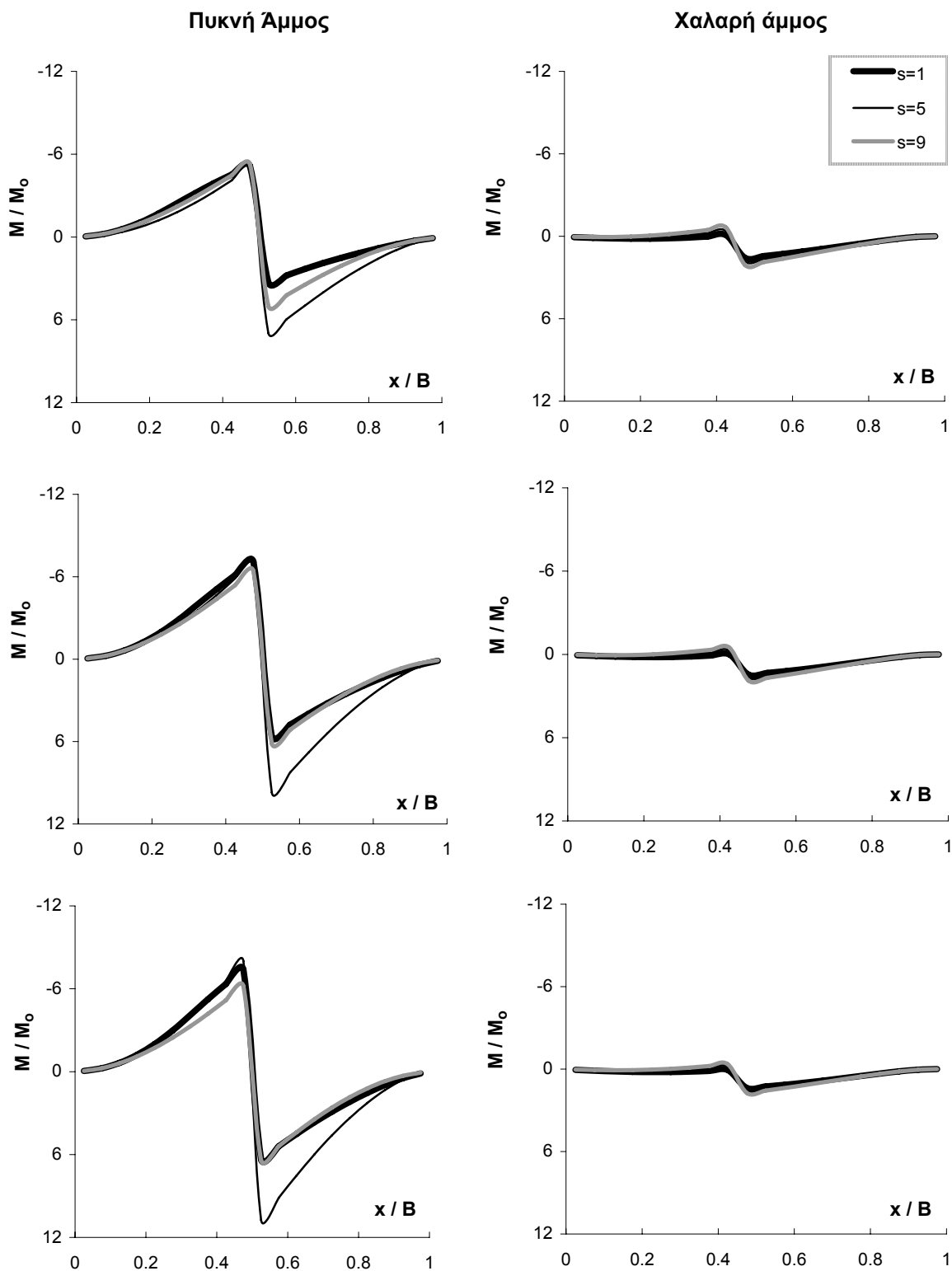


**Σχήμα 84.** Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M / M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, για γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$  με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ . Επιβαλλόμενη τεκτονική μετακίνηση  $h = 2 \text{ m}$ .

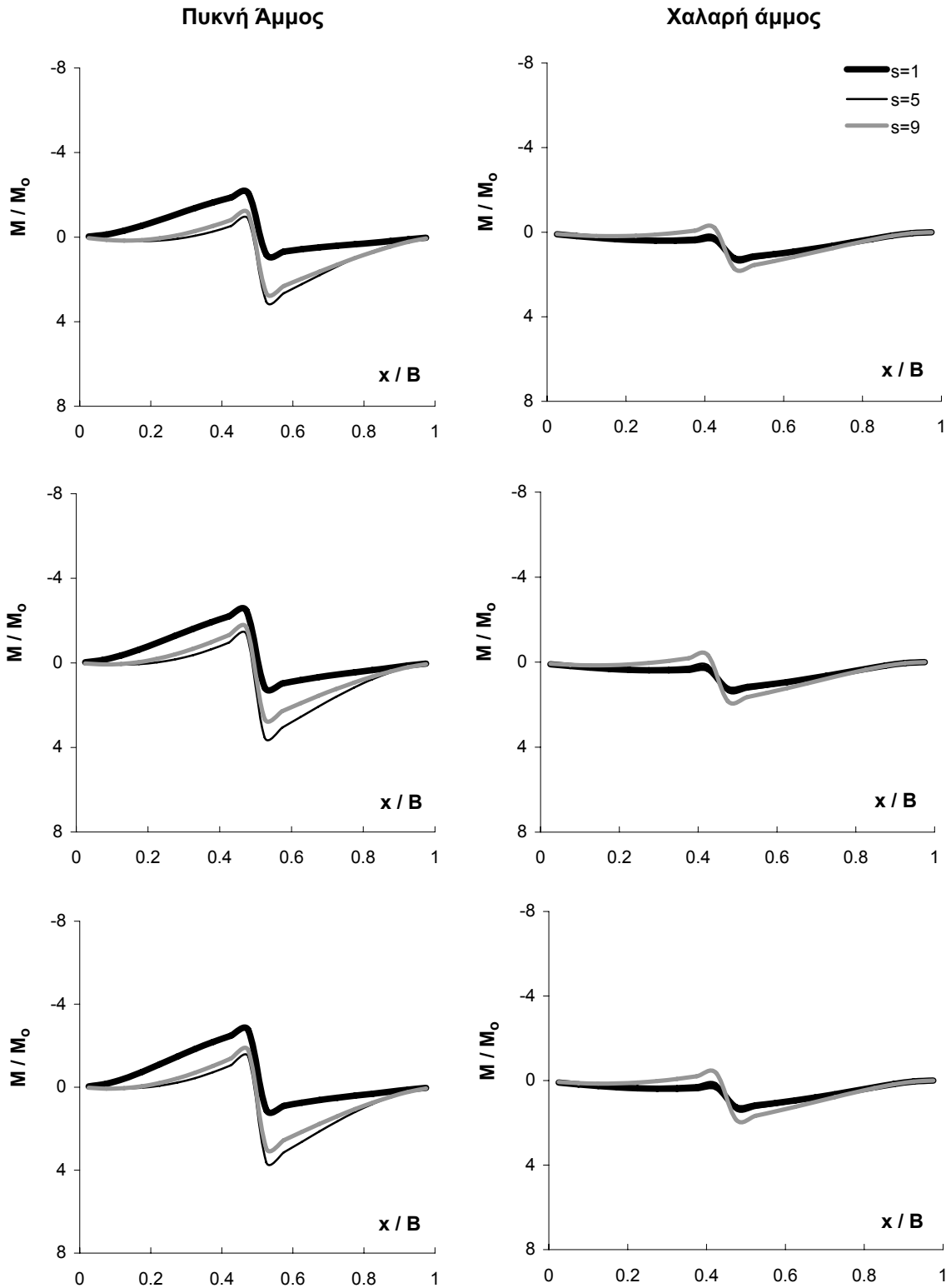
( $\alpha$ )  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , ( $\beta$ )  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και ( $\gamma$ )  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .



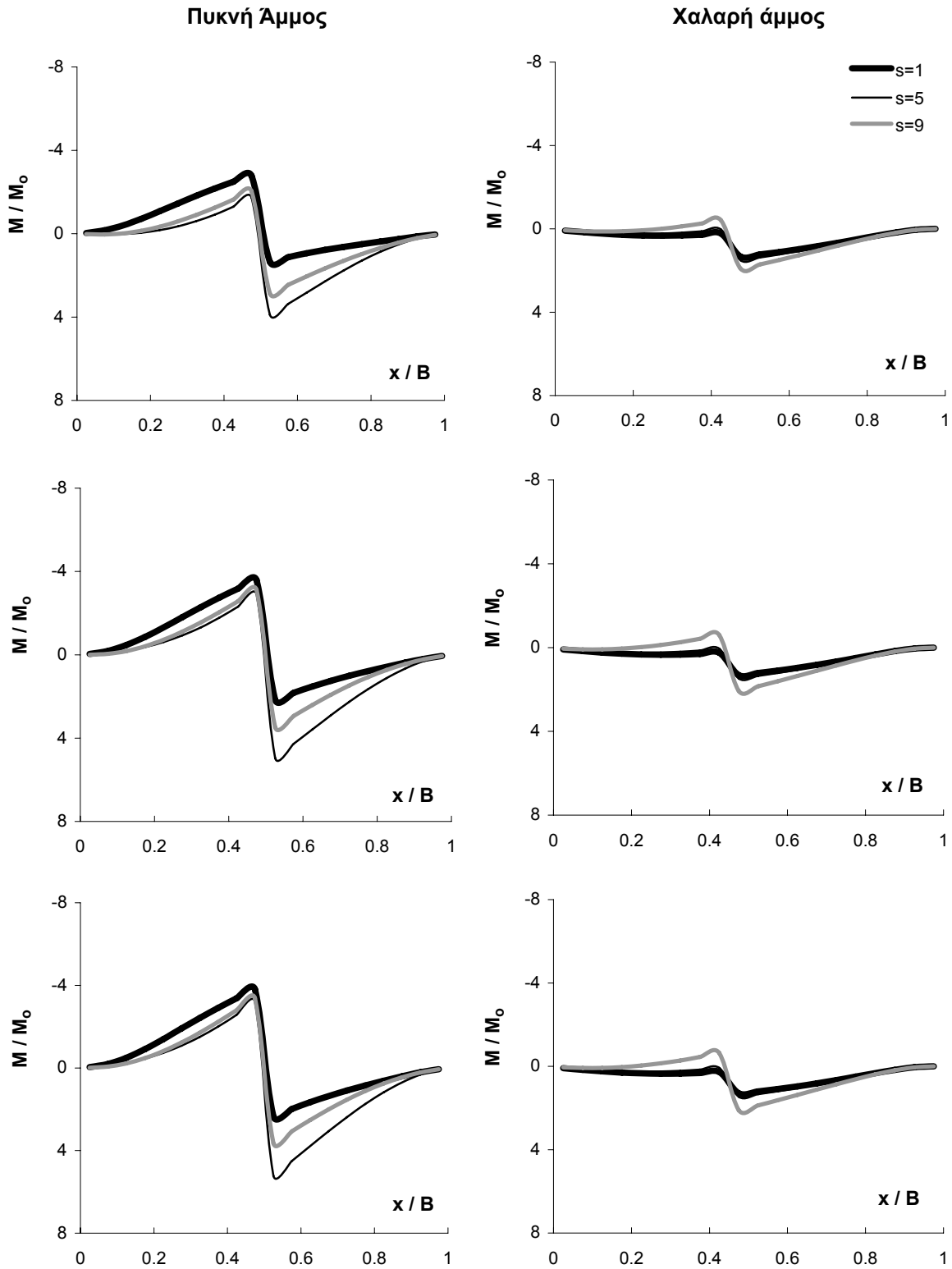
**Σχήμα 85.** Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M / M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, για γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάστρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 2 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ . Επιβαλλόμενη τεκτονική μετακίνηση  $h = 0.1 \text{ m}$ .  
**(α)**  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , **(β)**  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και **(γ)**  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .



**Σχήμα 86.** Καμπτικές ροπές στην θεμελιοωρίδα  $M / M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, για γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$ , με κατάρωμα αξονικής δυστένειας  $K = 10 \text{ GN/m}$ , μονολιθικώς συνδεδεμένο επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ . Επιβαλλόμενη τεκτονική μετακίνηση  $h = 0.1 \text{ m}$ .  
**(α)**  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , **(β)**  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και **(γ)**  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .



**Σχήμα 87.** Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M / M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, για γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$  με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 3 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ . Επιβαλλόμενη τεκτονική μετακίνηση  $h = 0.1 \text{ m}$ .  
**(α)**  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , **(β)**  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και **(γ)**  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .

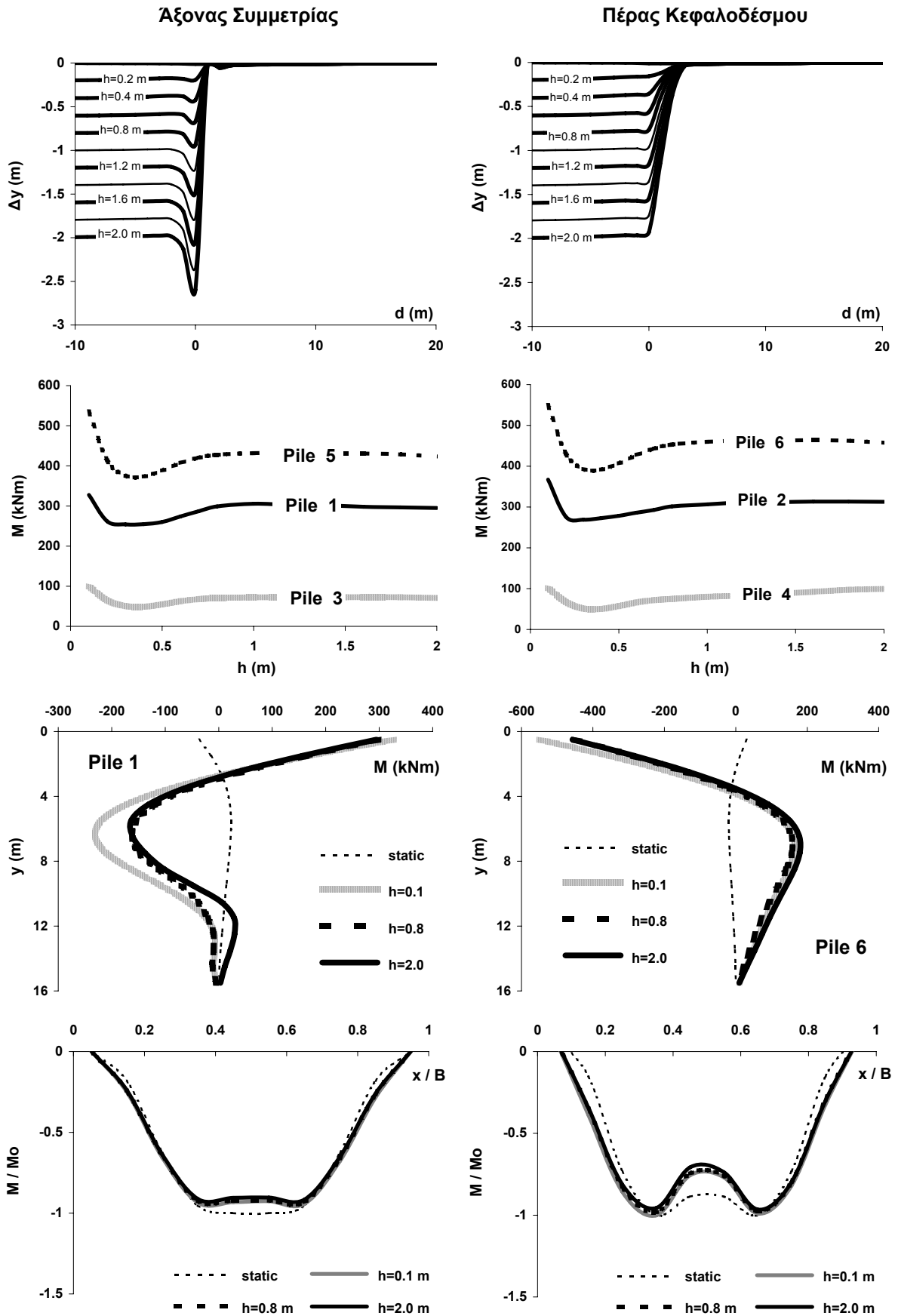


Σχήμα

88. Καμπτικές ροπές στην θεμελιολωρίδα  $M / M_0$  κανονικοποιημένες ως προς την μέγιστη στατική, για γέφυρα φορτίου  $q = 40 \text{ kPa}$  με σεισμικώς μονωμένο κατάστρωμα μέσω εφεδράνων  $K = 6 \text{ MN/m}$ , επί βάθρου  $H = 10 \text{ m}$ . Επιβαλλόμενη τεκτονική μετακίνηση  $h = 0.1 \text{ m}$ .

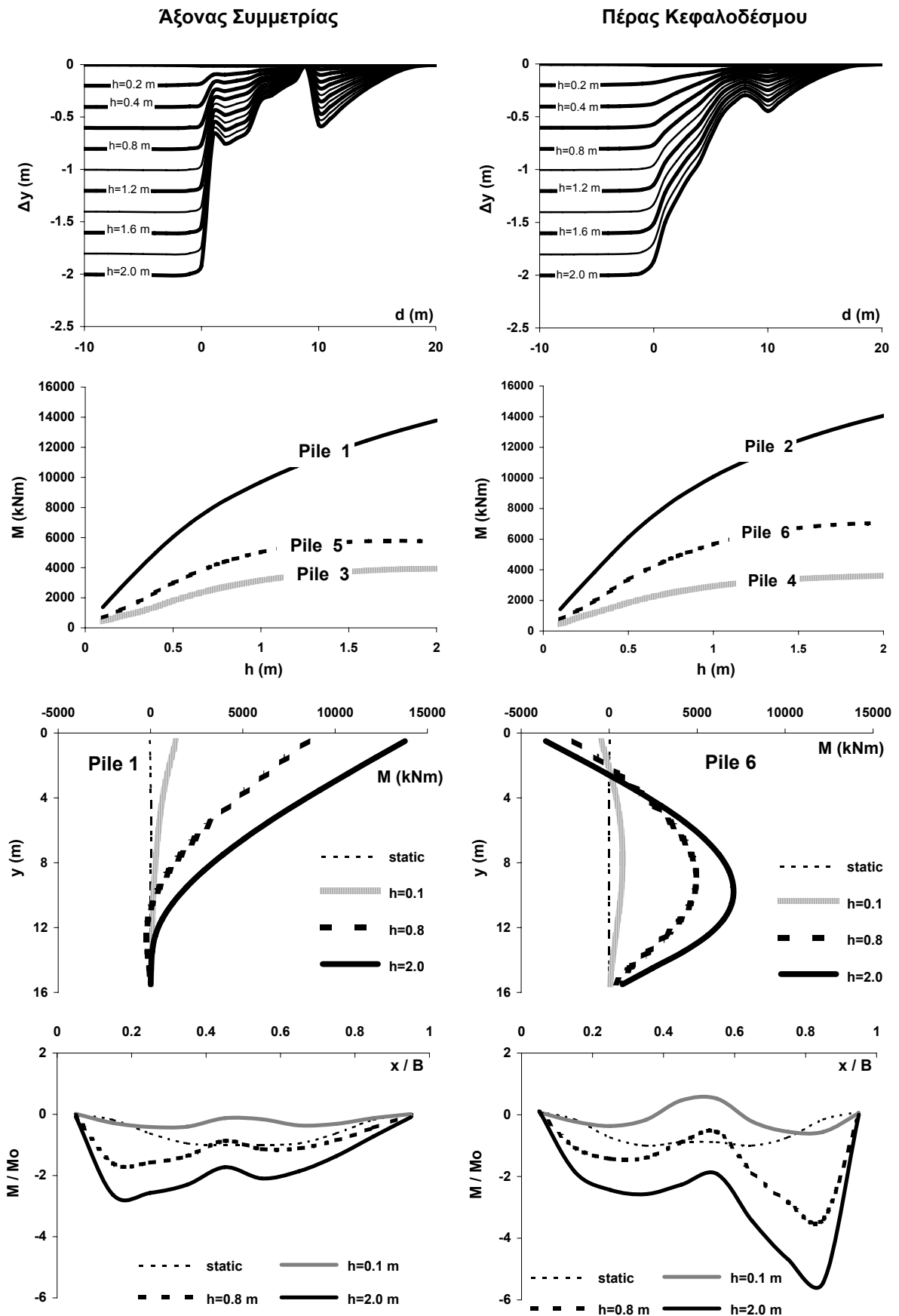
(α)  $EI = 10 \text{ GNm}^2$ , (β)  $EI = 50 \text{ GNm}^2$ , και (γ)  $EI = 150 \text{ GNm}^2$ .





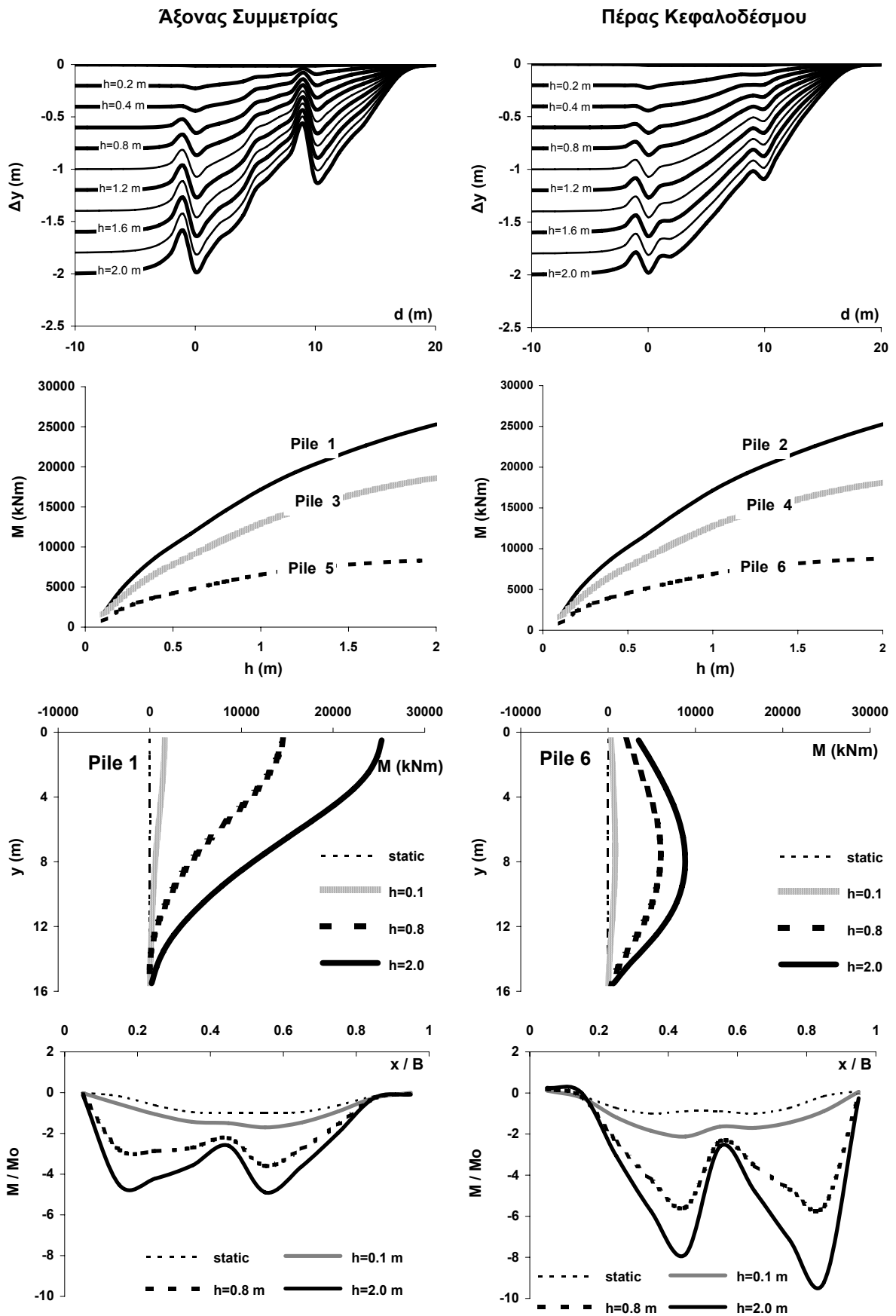
**Σχήμα 86.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 1m$ , επί πυκνής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



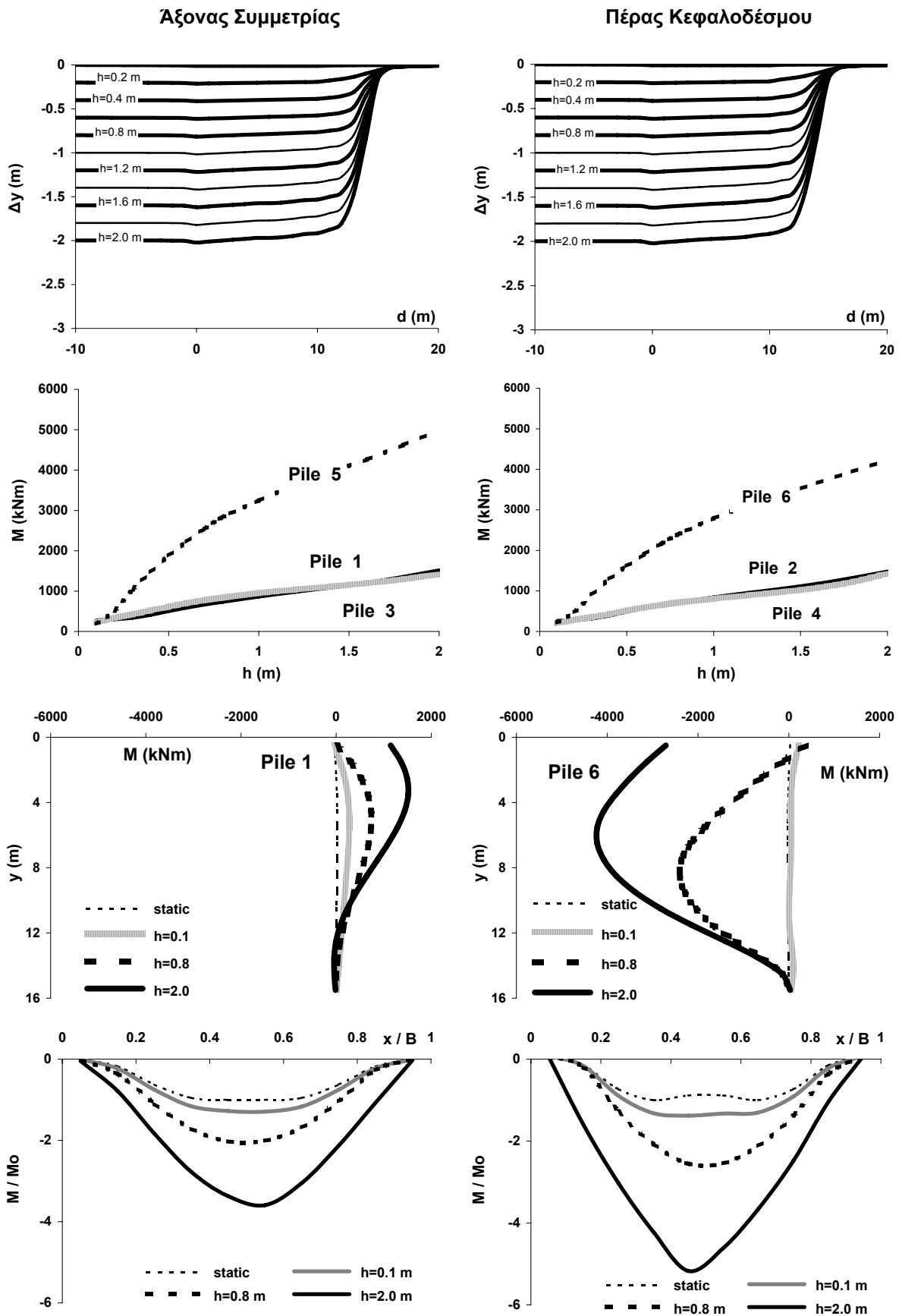
**Σχήμα 87.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 5m$ , επί πυκνής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.

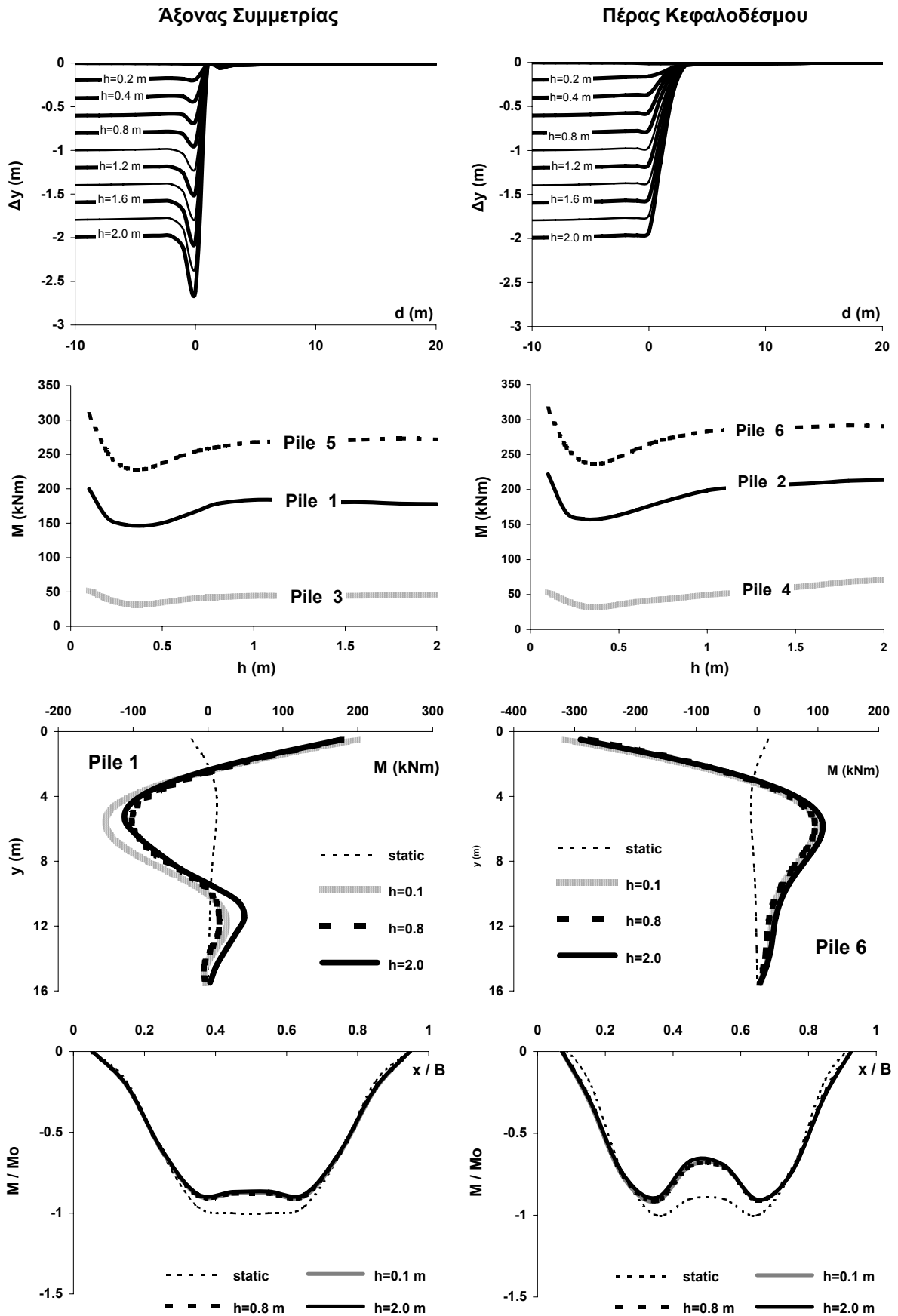


**Σχήμα 88.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 9m$ , επί πυκνής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.

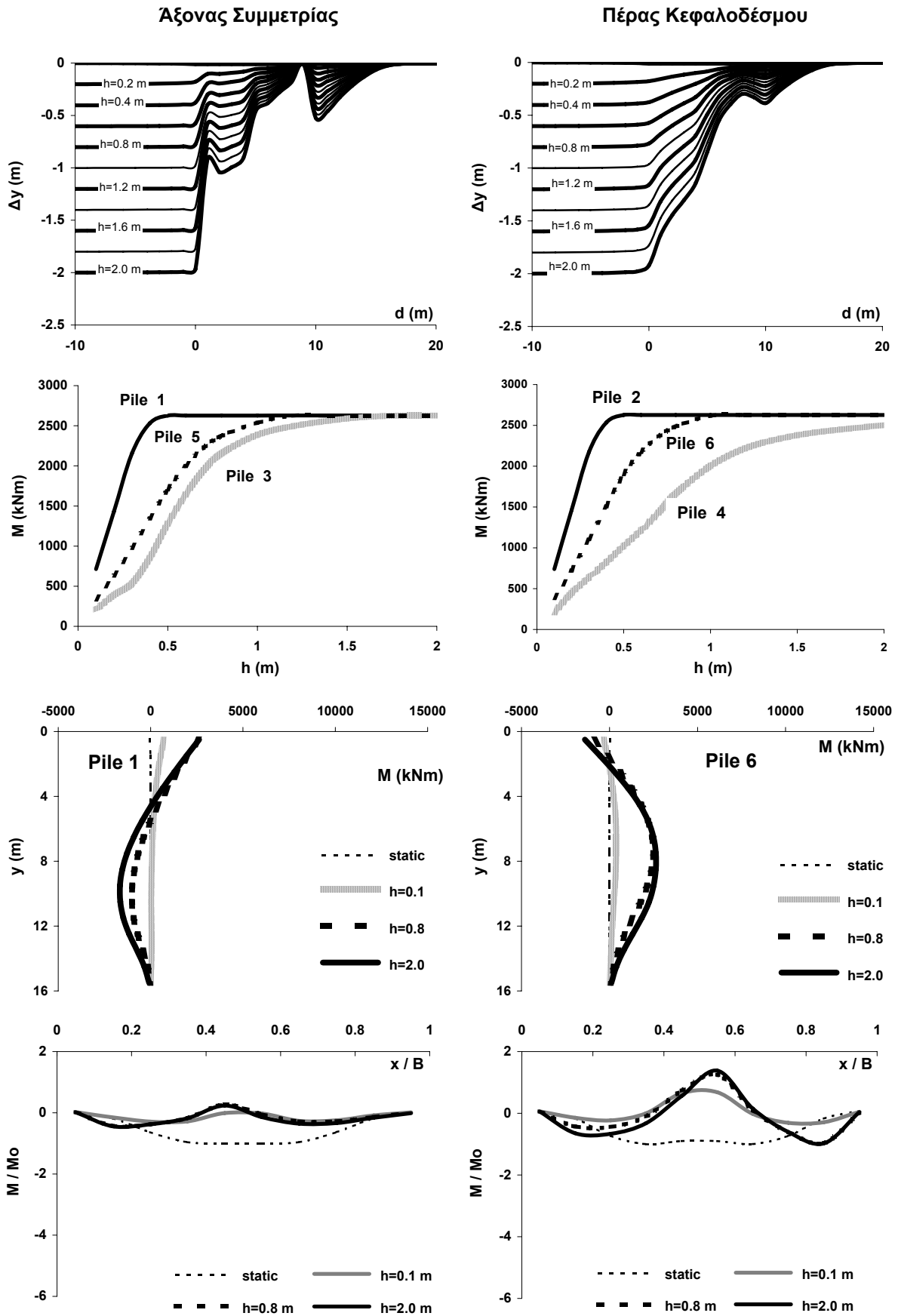


**Σχήμα 89.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 13m$ , επί πυκνής άμμου πάχους  $H = 20m$  :  
**(α)** Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, **(β)** Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, **(γ)** Κατανομή ροπών στους πασσάλους **1** και **6**, και **(δ)** Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



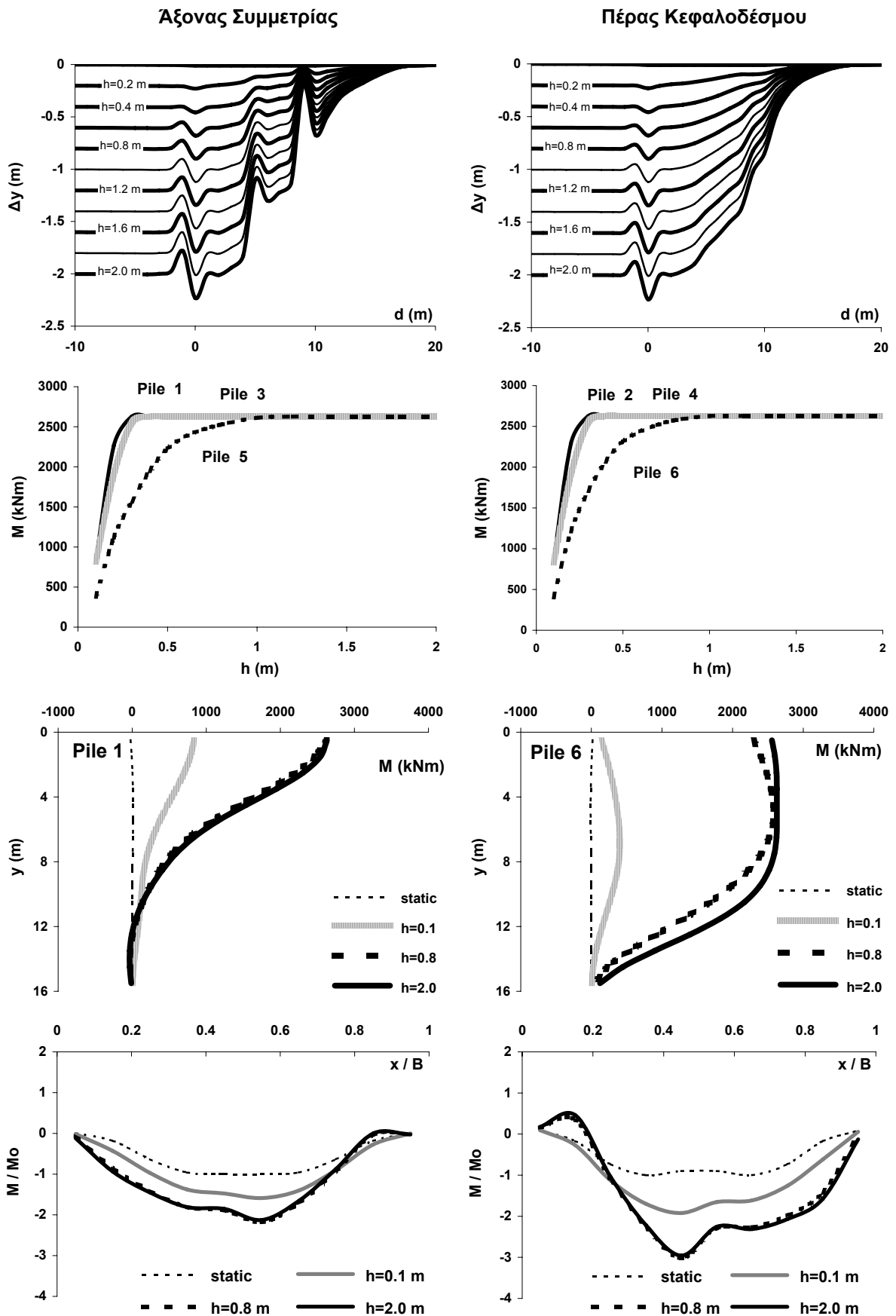
**Σχήμα 90.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-μή γραμμικής πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 1m$ , επί πυκνής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



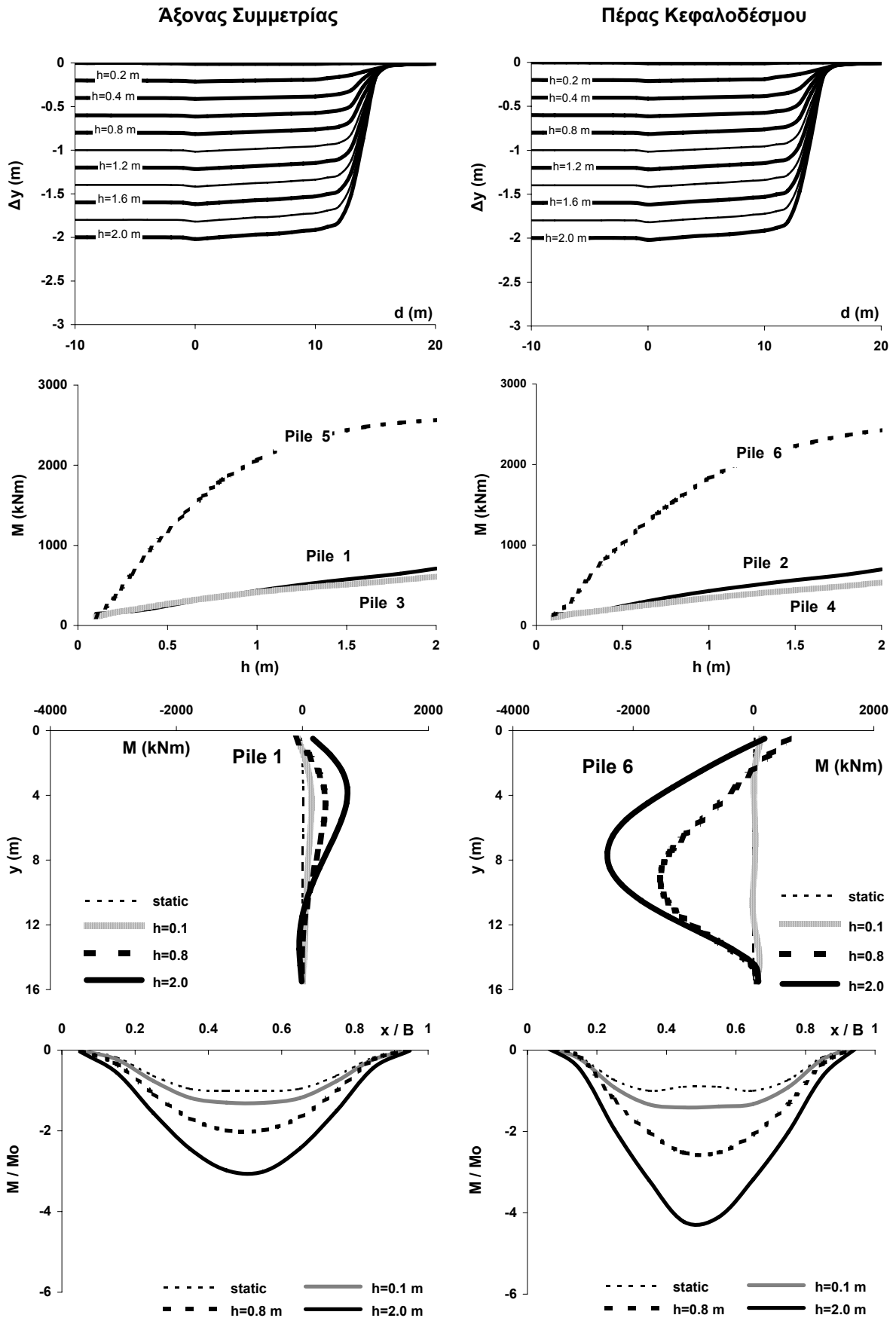
**Σχήμα 5.488** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-μή γραμμικής πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 5m$ , επί πυκνής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους **1** και **6**, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



**Σχήμα 91.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-μή γραμμικής πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 9m$ , επί πυκνής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

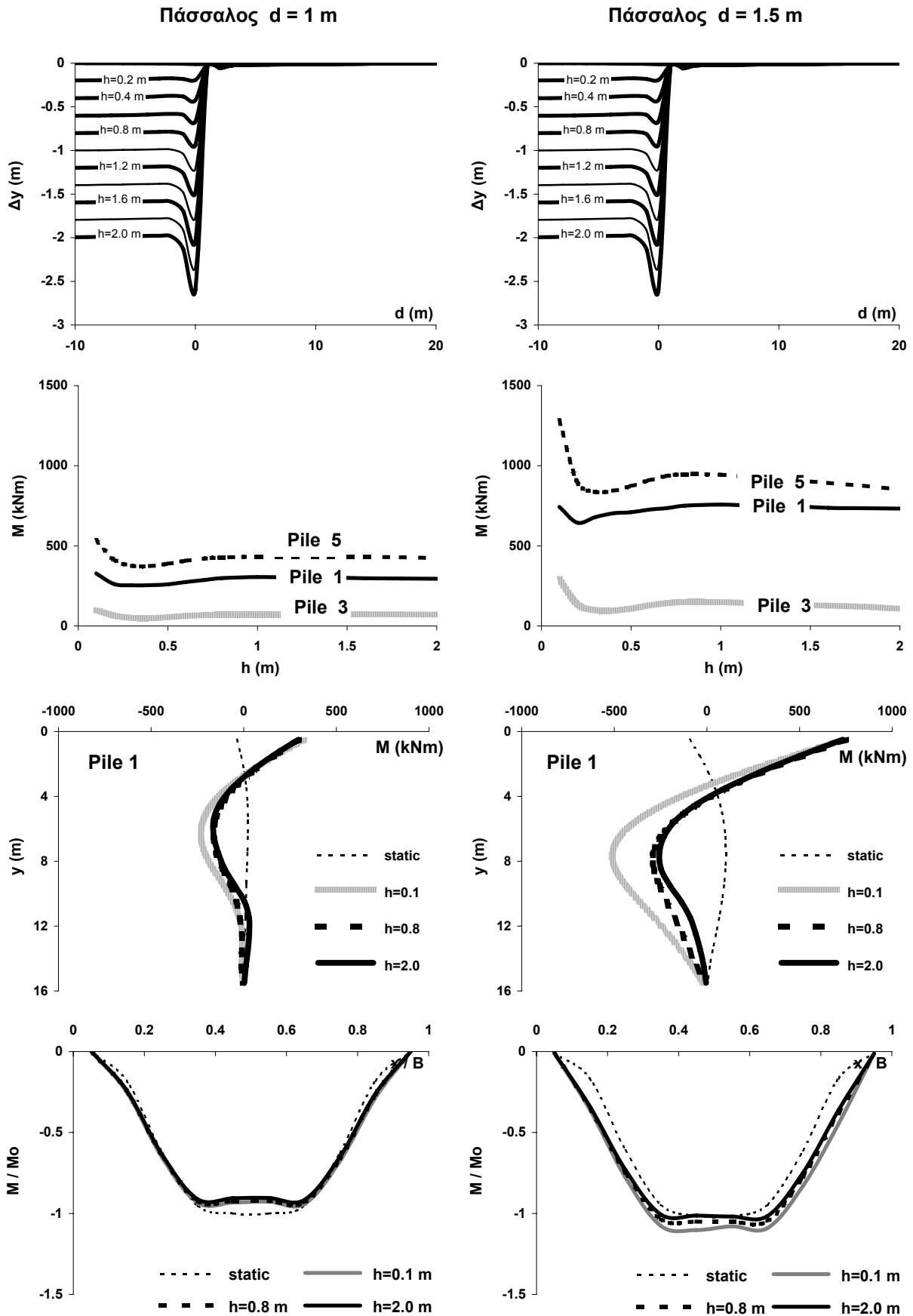
(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους **1** και **6**, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



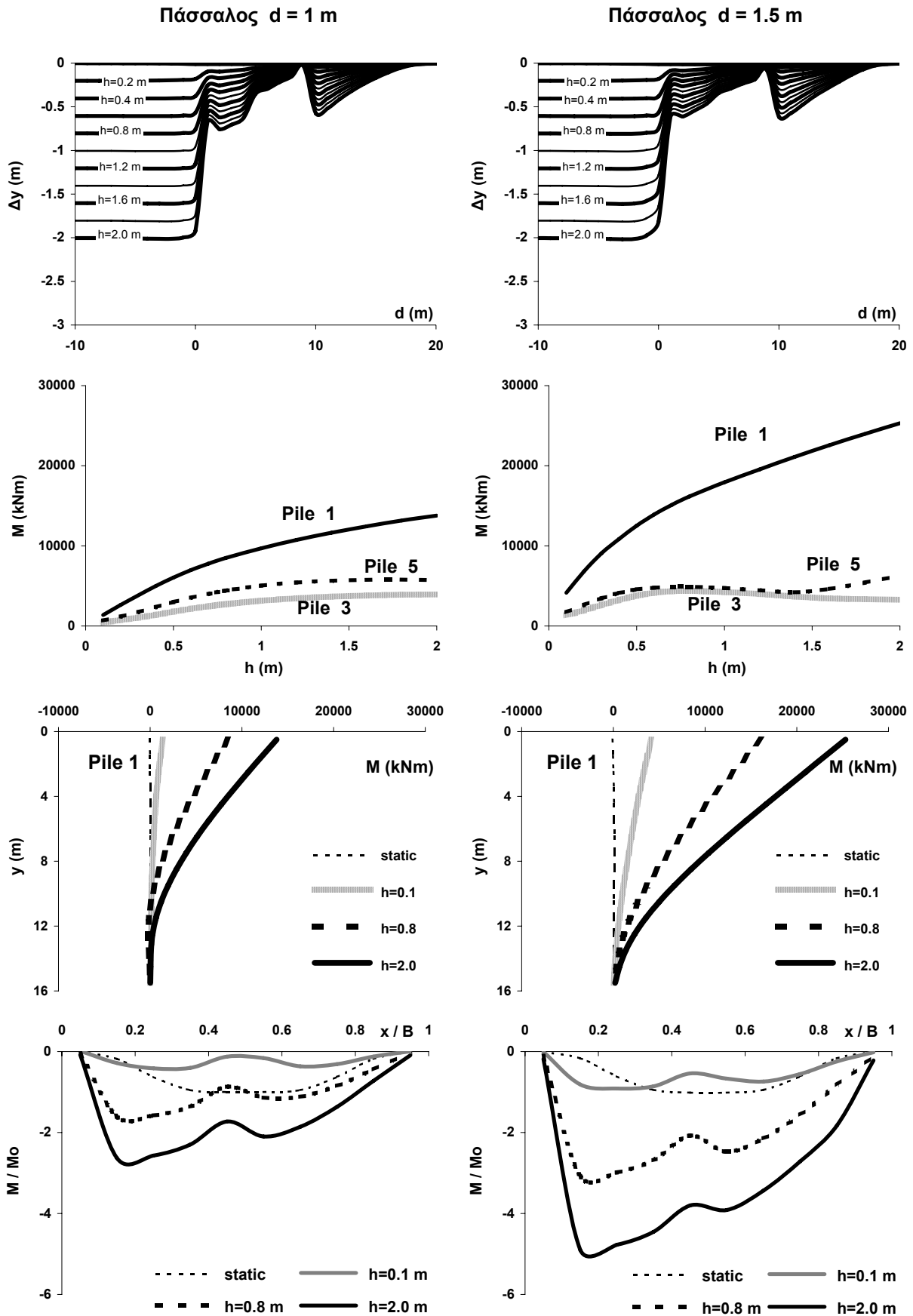
**Σχήμα 92.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-μή γραμμικής πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 13m$ , επί πυκνής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.

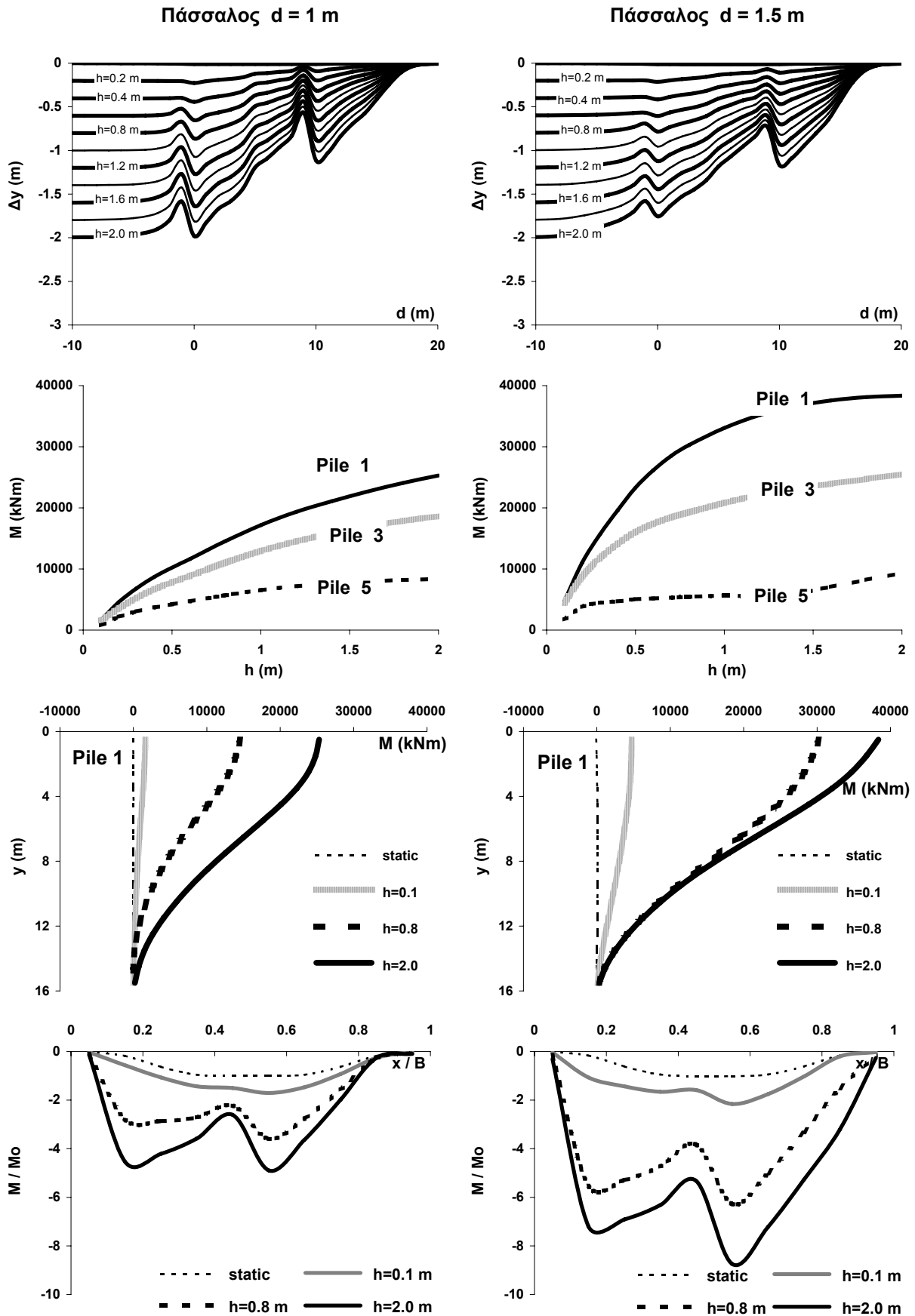




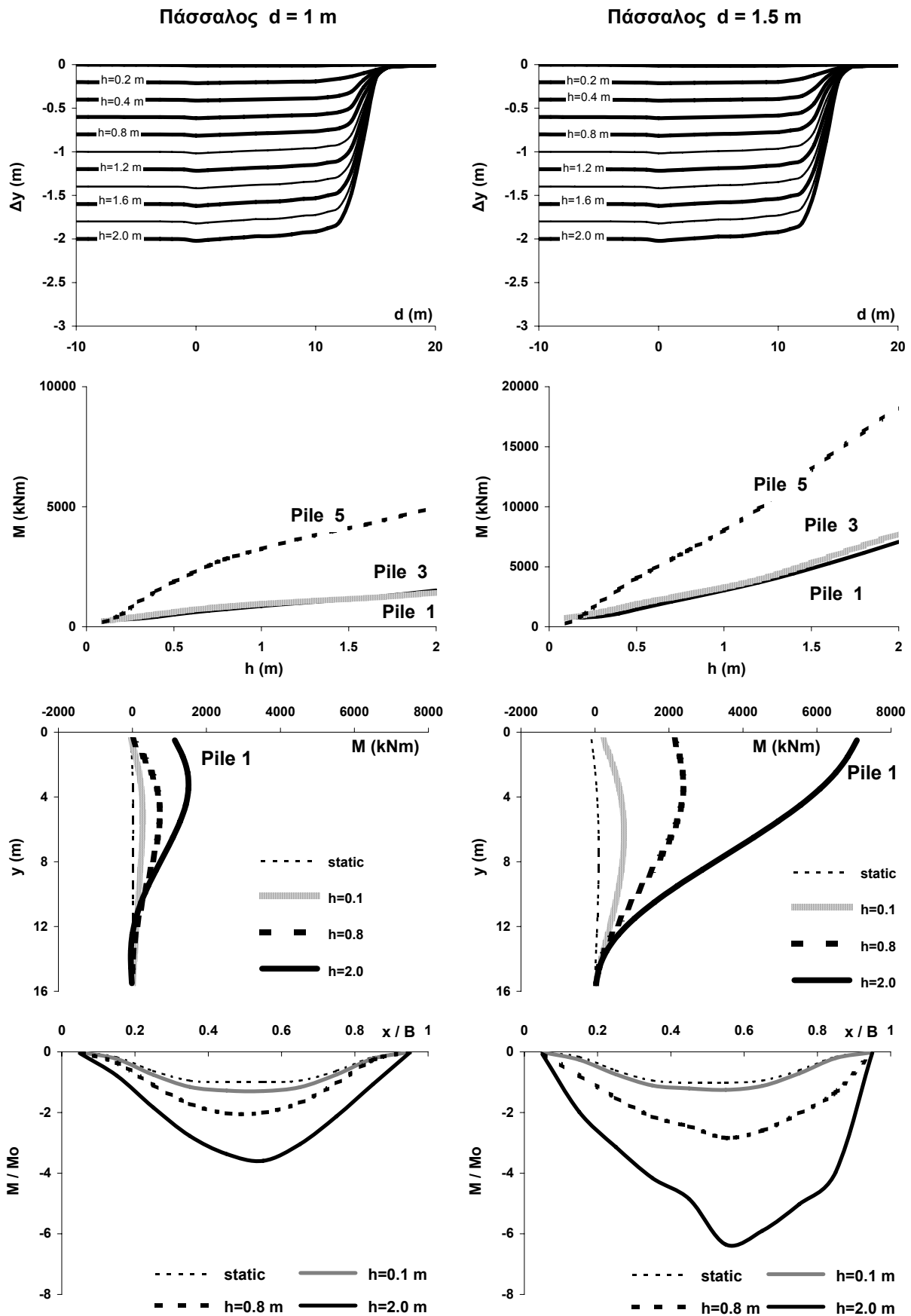
**Σχήμα 93.** Σύγκριση αποτελεσμάτων τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και 1,5m με μήκος 15m και κεφαλόδεσμο  $B = 10\text{ m}$ ,  $L = 10\text{ m}$ ,  $V = 10\text{ MN}$ ,  $s = 1\text{ m}$ , επί πυκνής άμμου πάχους  $H = 20\text{ m}$  :  
**(α)** Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, **(β)** Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, **(γ)** Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και **(δ)** Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



**Σχήμα 94.** Σύγκριση αποτελεσμάτων τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και 1,5m με μήκος 15 m και κεφαλόδεσμο  $B = 10 \text{ m}$ ,  $L = 10 \text{ m}$ ,  $V = 10 \text{ MN}$ ,  $s = 5 \text{ m}$ , επί πυκνής άμμου πάχους  $H = 20 \text{ m}$  :  
**(α)** Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, **(β)** Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, **(γ)** Κατανομή ροπών στους πασσάλους **1** και **6**, και **(δ)** Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.

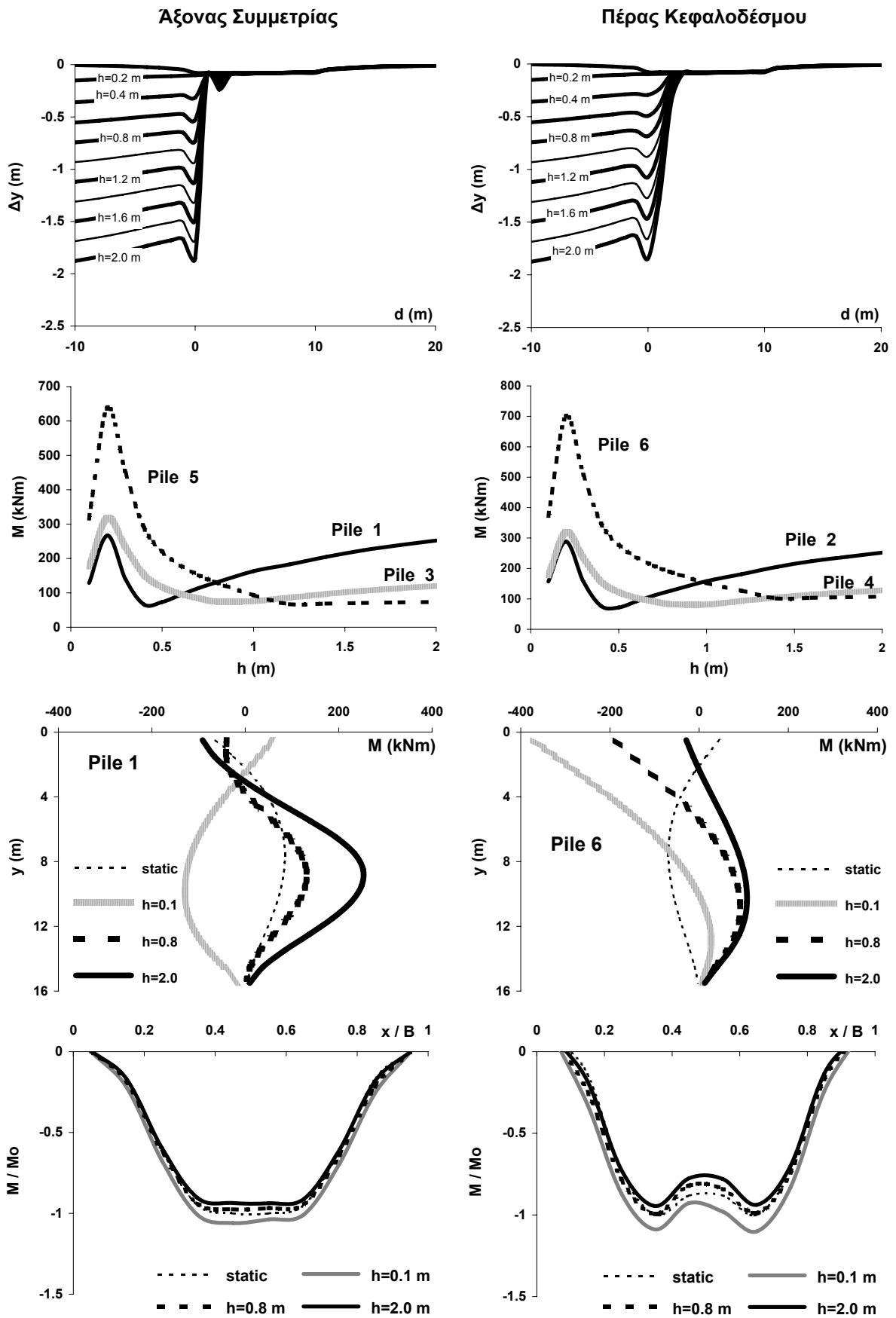


**Σχήμα 95.** Σύγκριση αποτελεσμάτων τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και 1,5m με μήκος 15 m και κεφαλόδεσμο  $B = 10 \text{ m}$ ,  $L = 10 \text{ m}$ ,  $V = 10 \text{ MN}$ ,  $s = 9 \text{ m}$ , επί πυκνής άμμου πάχους  $H = 20 \text{ m}$  :  
**(α)** Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, **(β)** Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, **(γ)** Κατανομή ροπών στους πασσάλους **1** και **6**, και **(δ)** Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



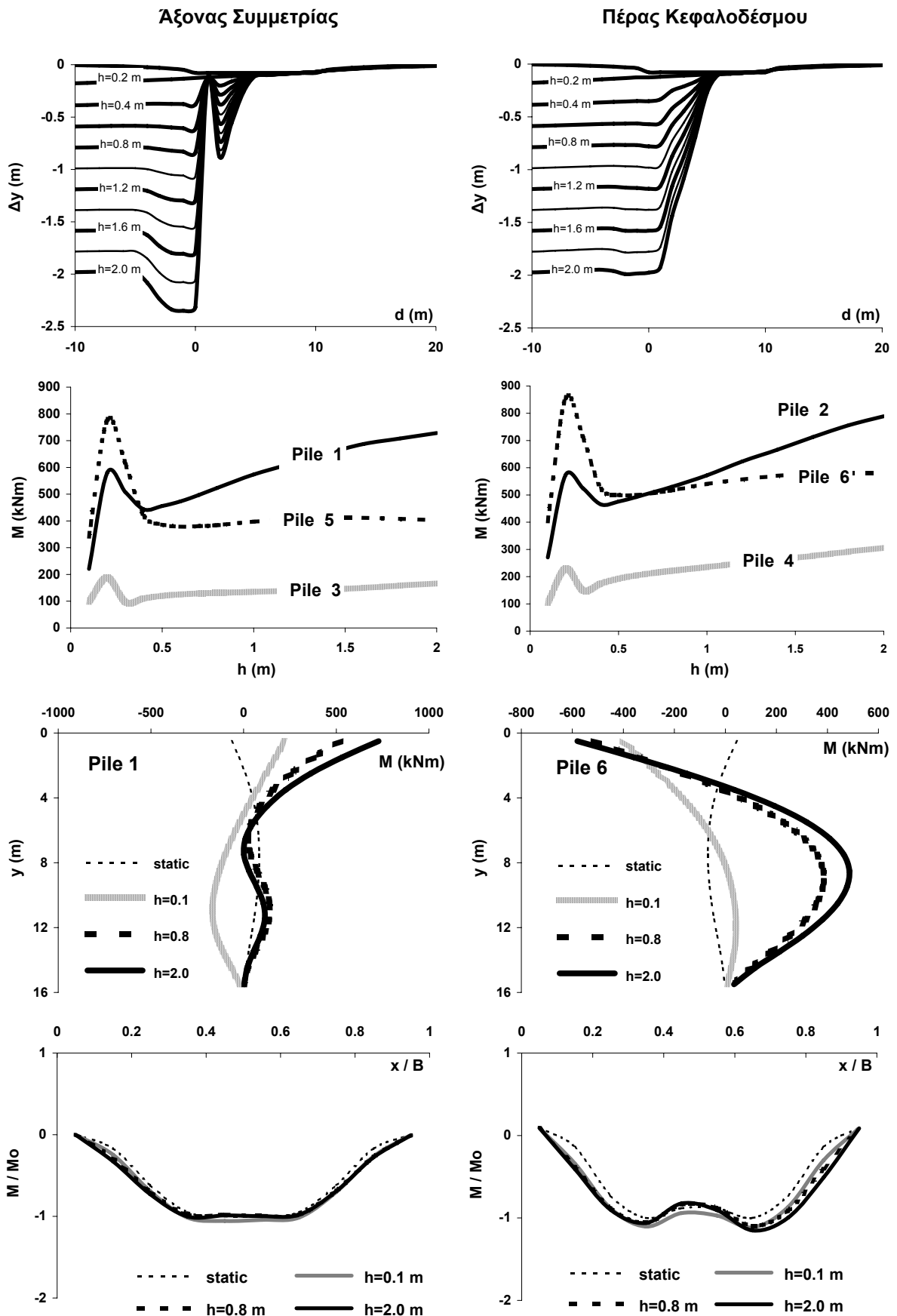
**Σχήμα 96.** Σύγκριση αποτελεσμάτων τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και 1,5m με μήκος 15m και κεφαλόδεσμο  $B = 10\text{ m}$ ,  $L = 10\text{ m}$ ,  $V = 10\text{ MN}$ ,  $s = 13\text{ m}$ , επί πυκνής άμμου πάχους  $H = 20\text{ m}$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.

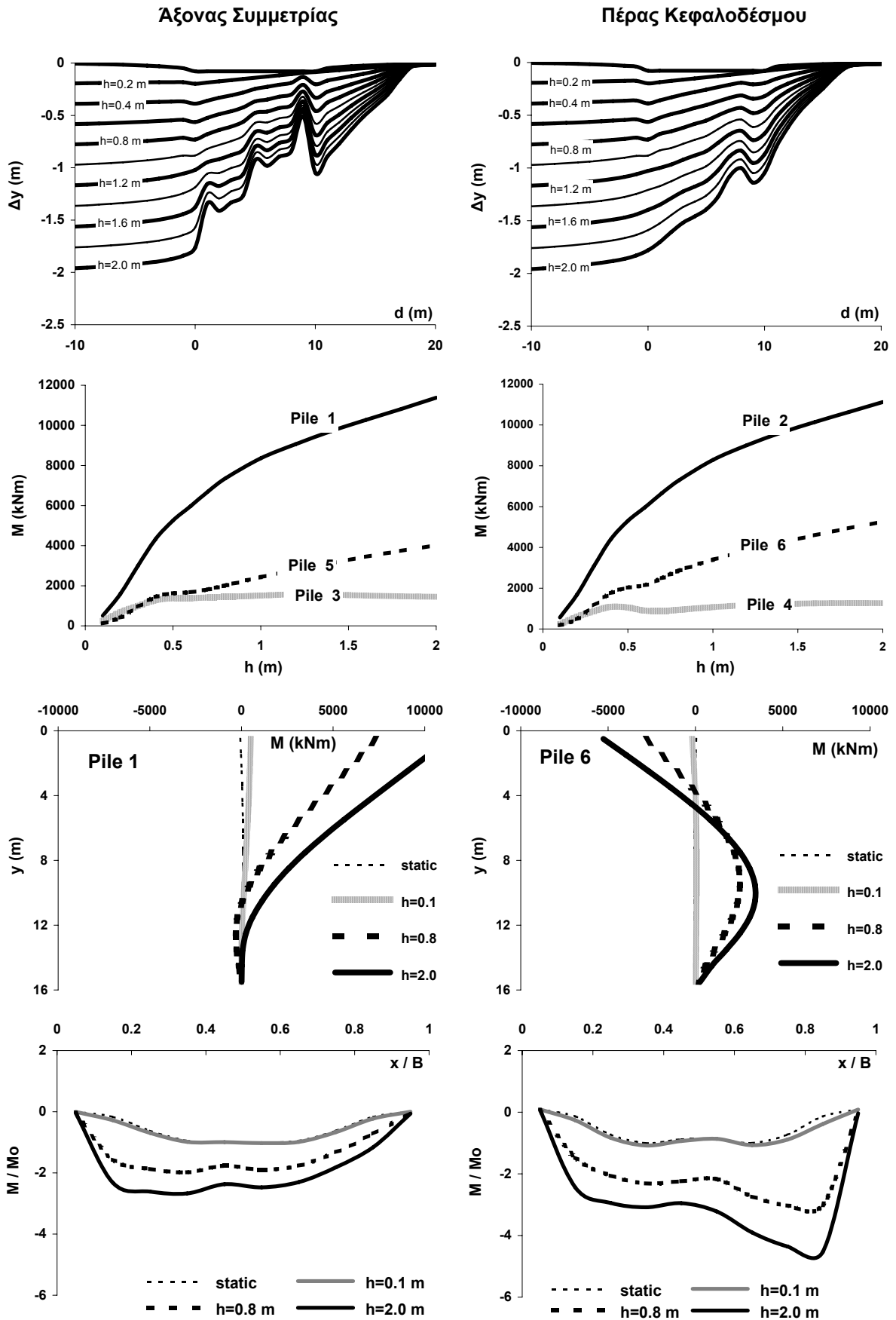


**Σχήμα 97.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 1m$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.

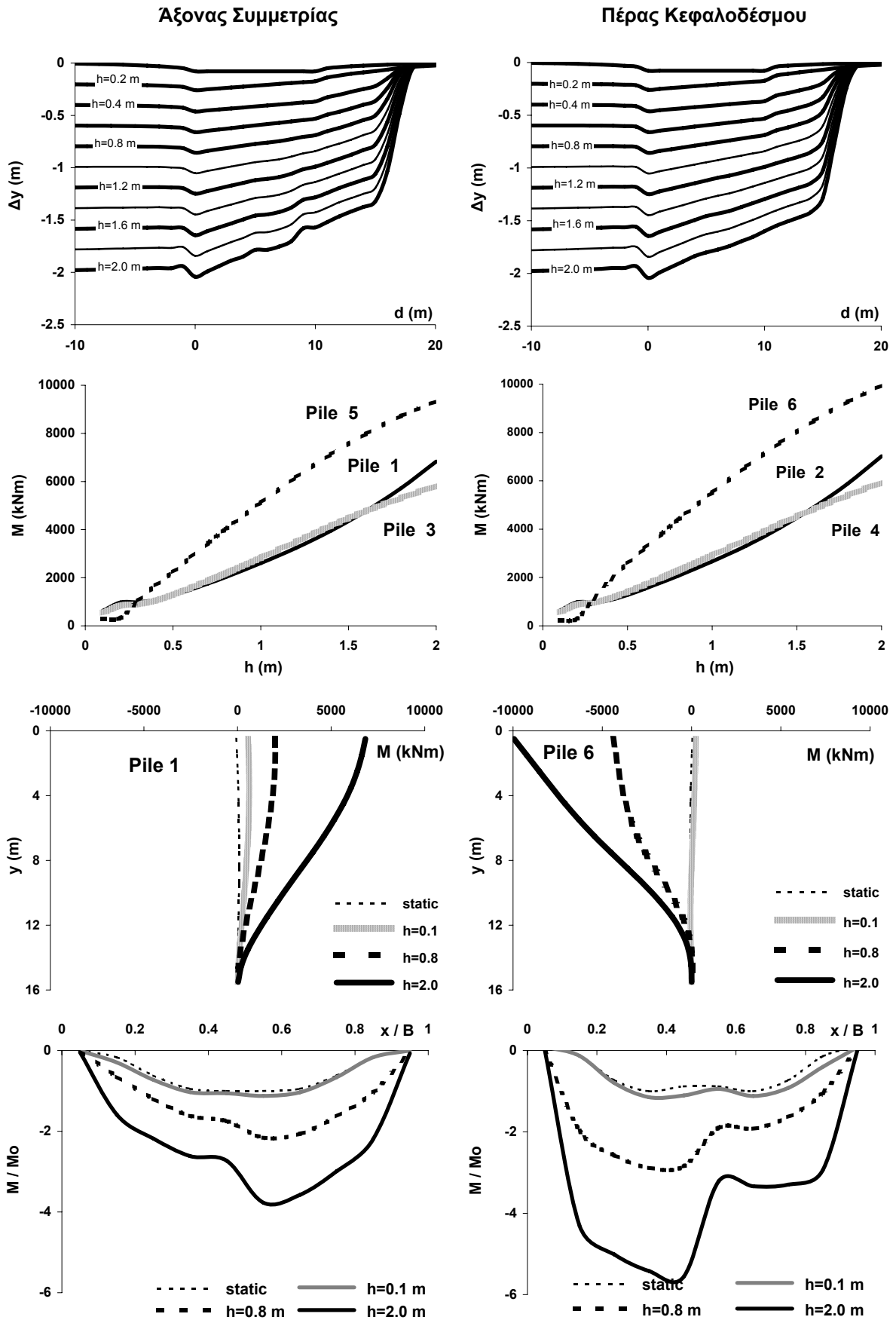


**Σχήμα 98.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 5m$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20m$  :  
**(α)** Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, **(β)** Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, **(γ)** Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και **(δ)** Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



**Σχήμα 99.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10\text{m}$ ,  $L = 10\text{m}$ ,  $V = 10\text{MN}$ ,  $s = 9\text{m}$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20\text{m}$  :

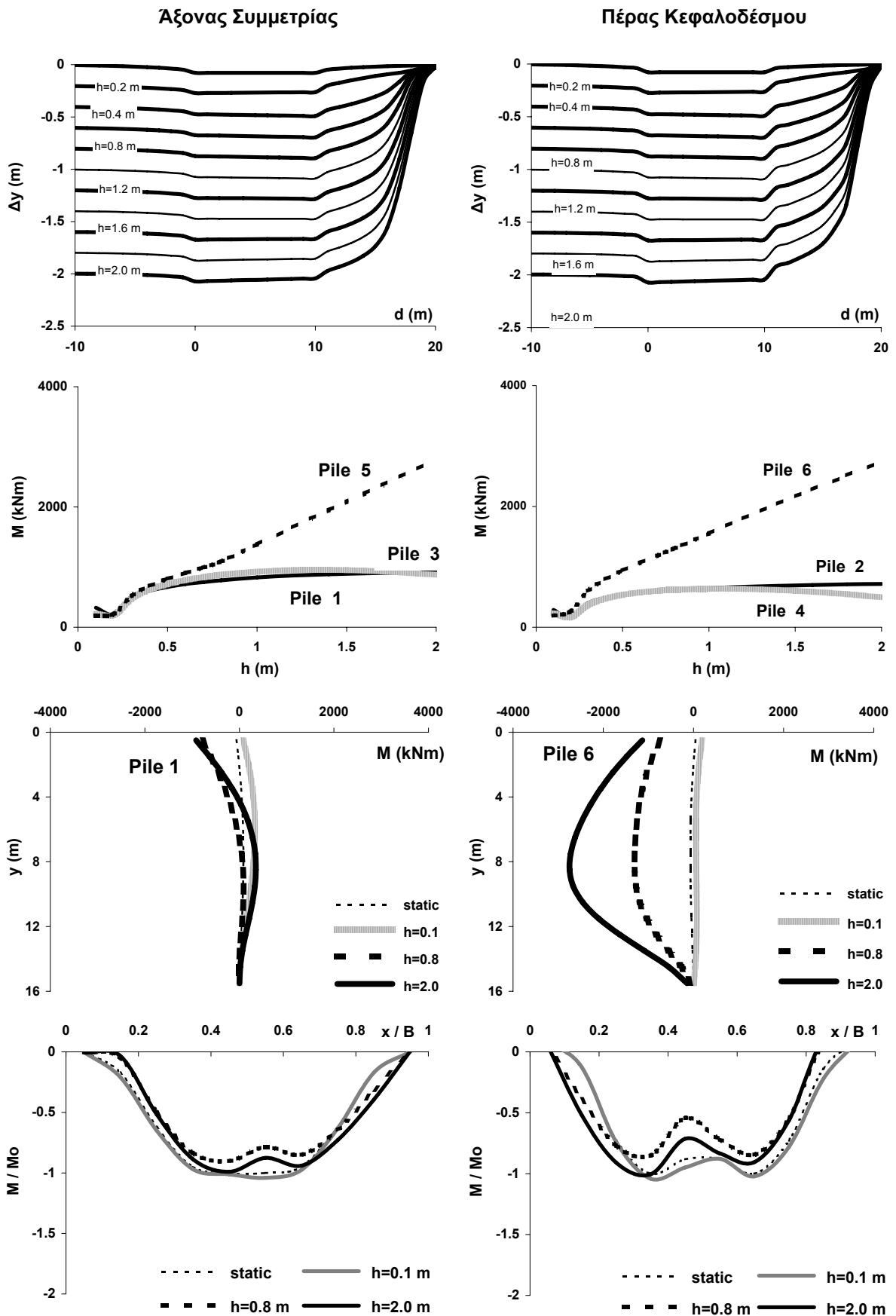
(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



**Σχήμα 100.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 14m$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

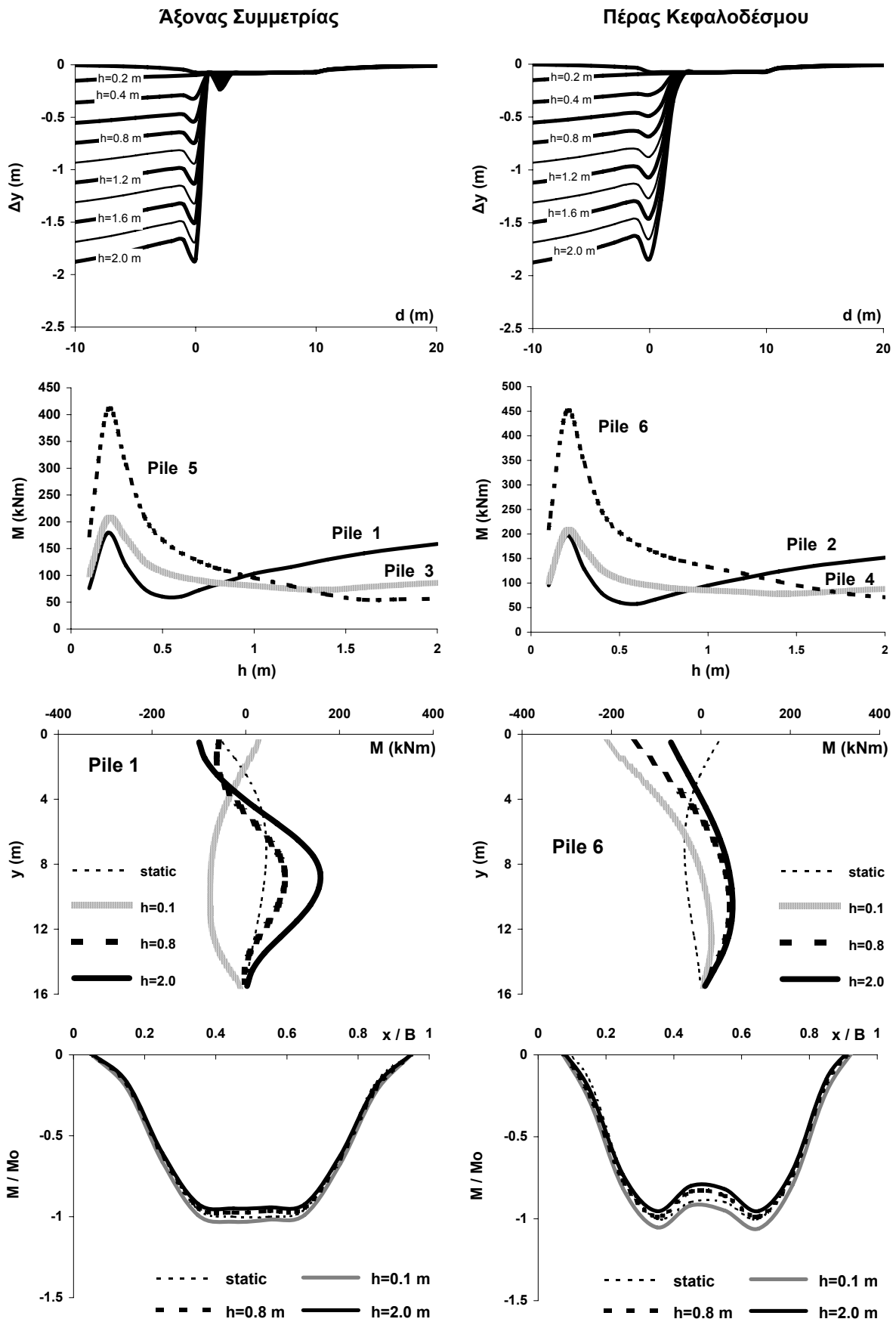
(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.





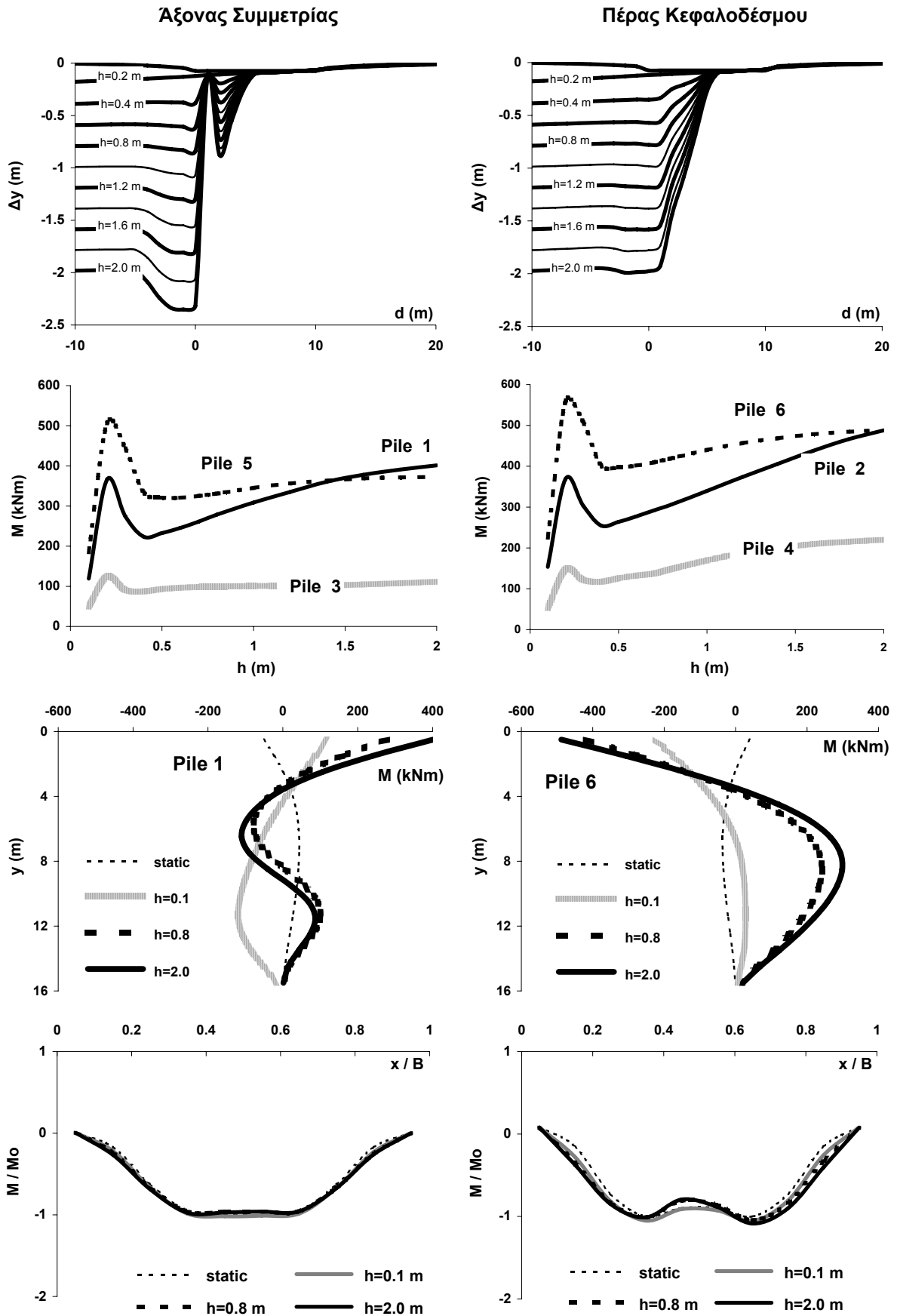
**Σχήμα 101.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 18m$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



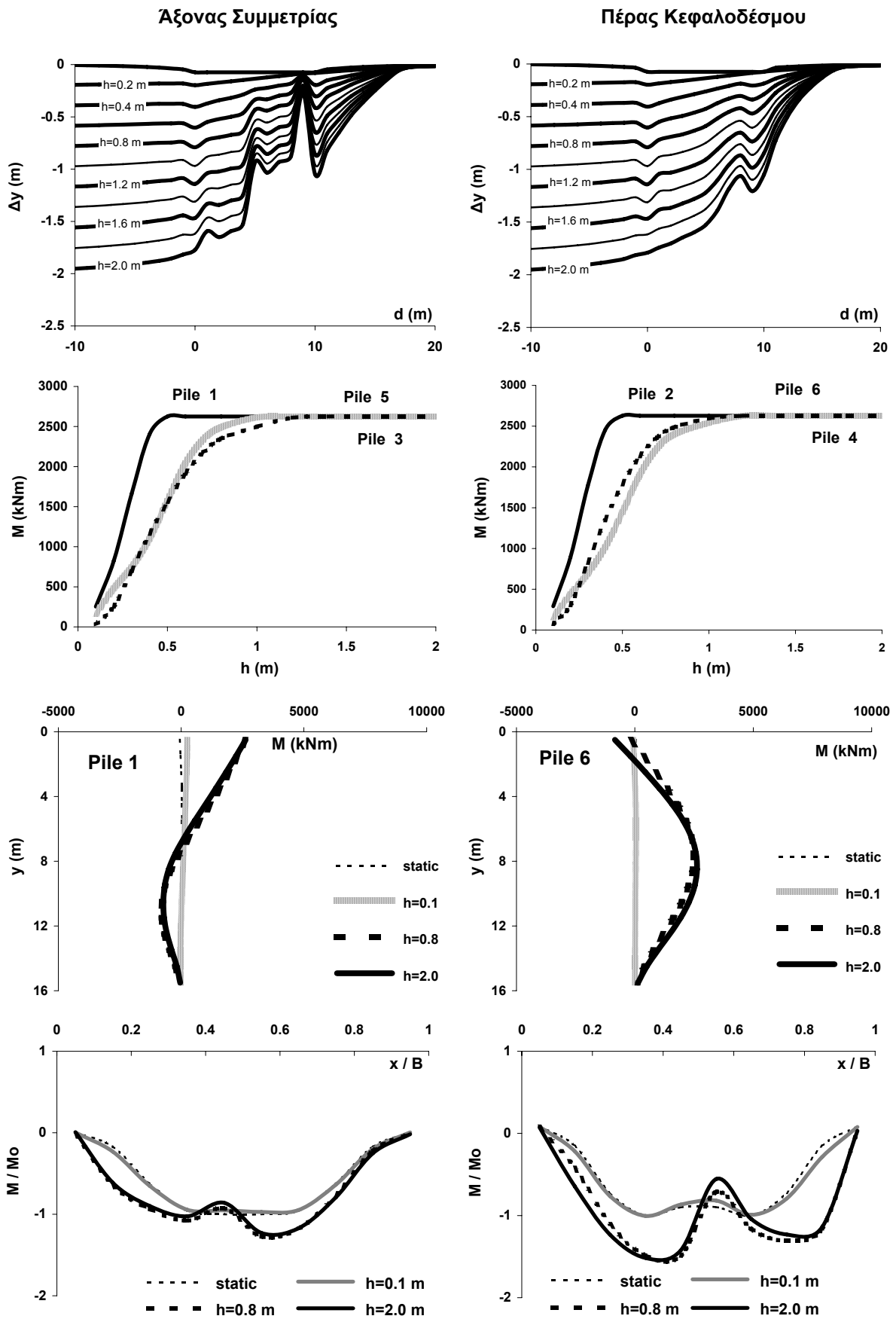
**Σχήμα 102.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-μή γραμμικής πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 1m$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



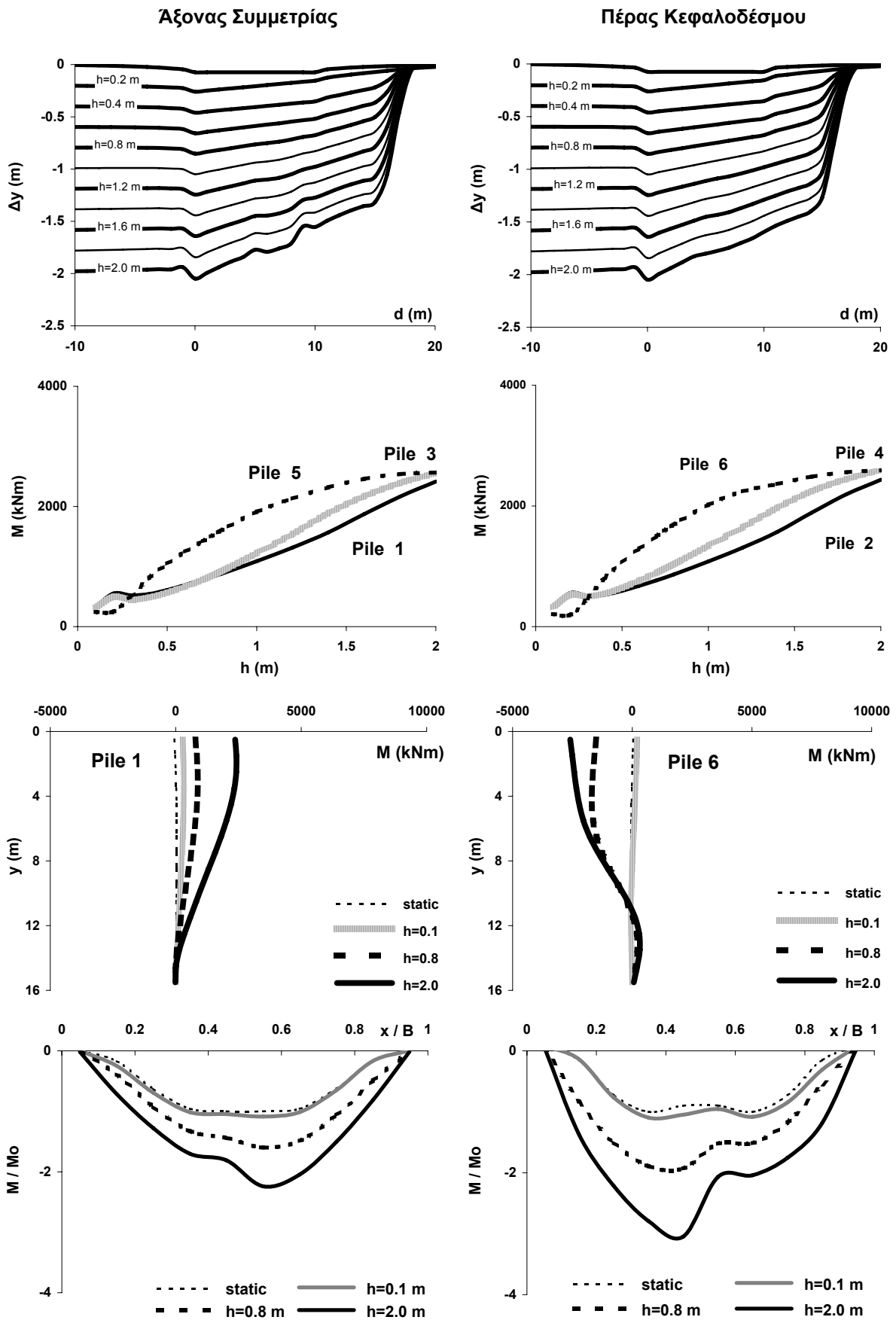
**Σχήμα 103.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-μή γραμμικής πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 5m$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



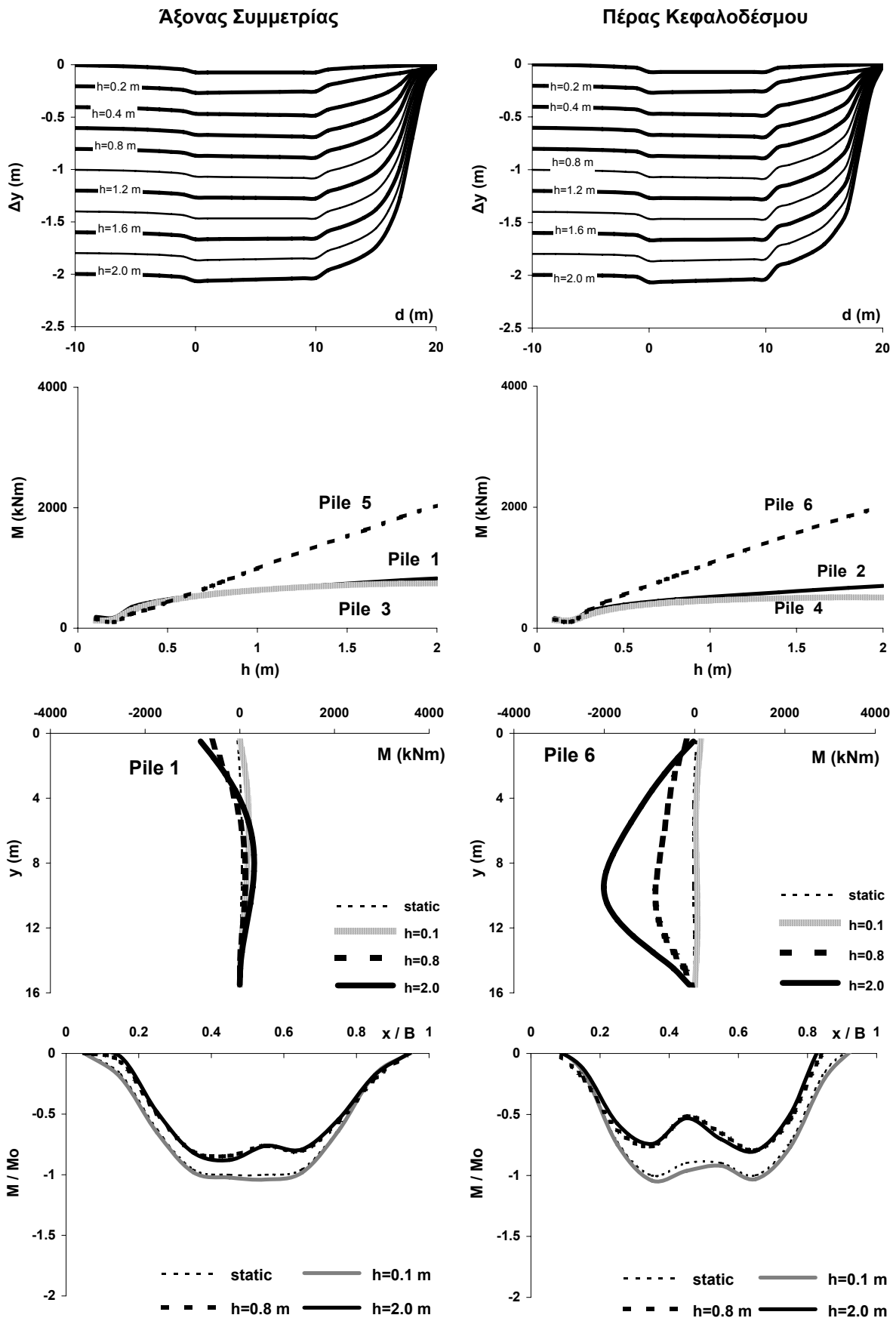
**Σχήμα 104.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-μή γραμμικής πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 9m$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



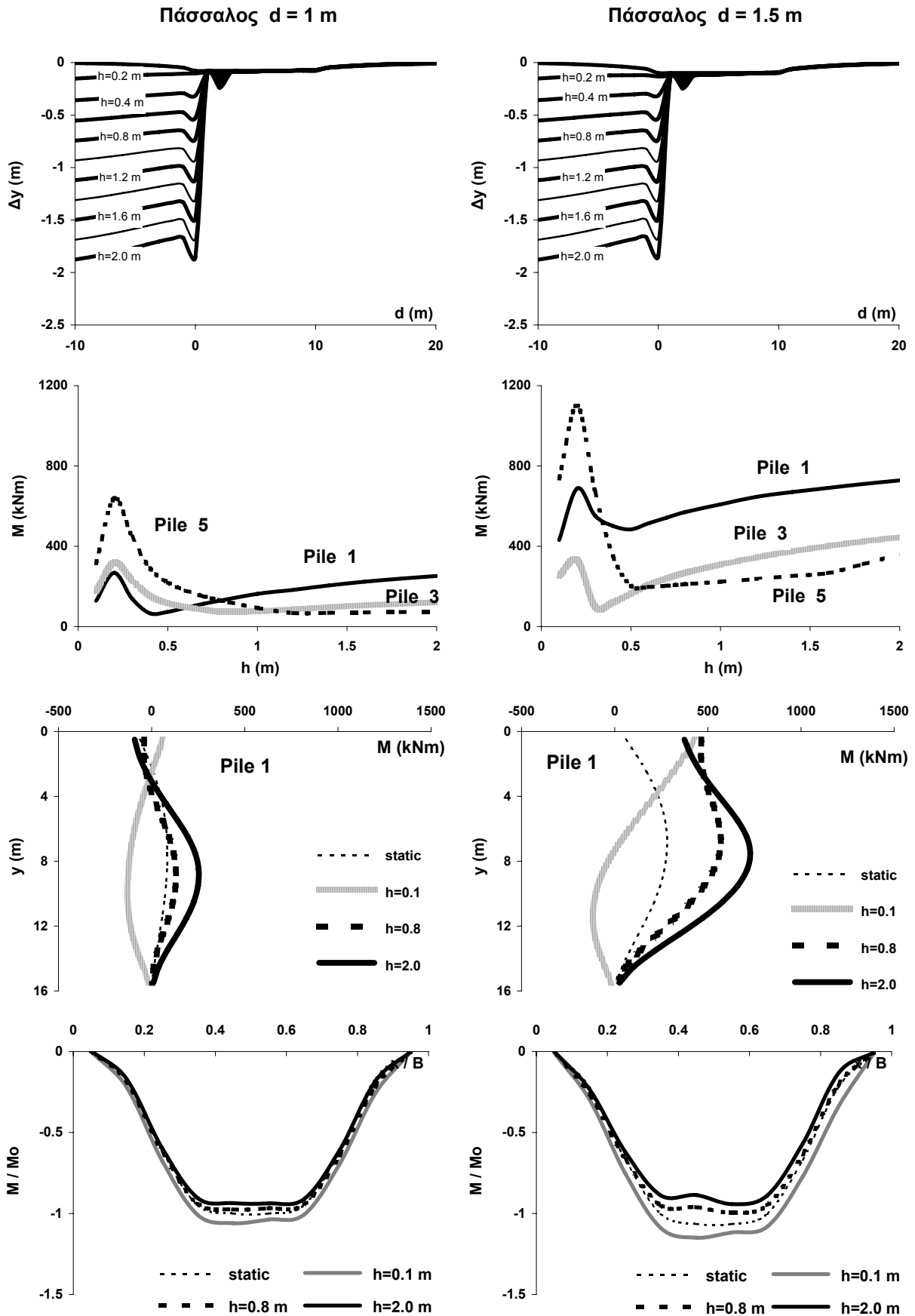
**Σχήμα 105.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-μή γραμμικής πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 14m$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.

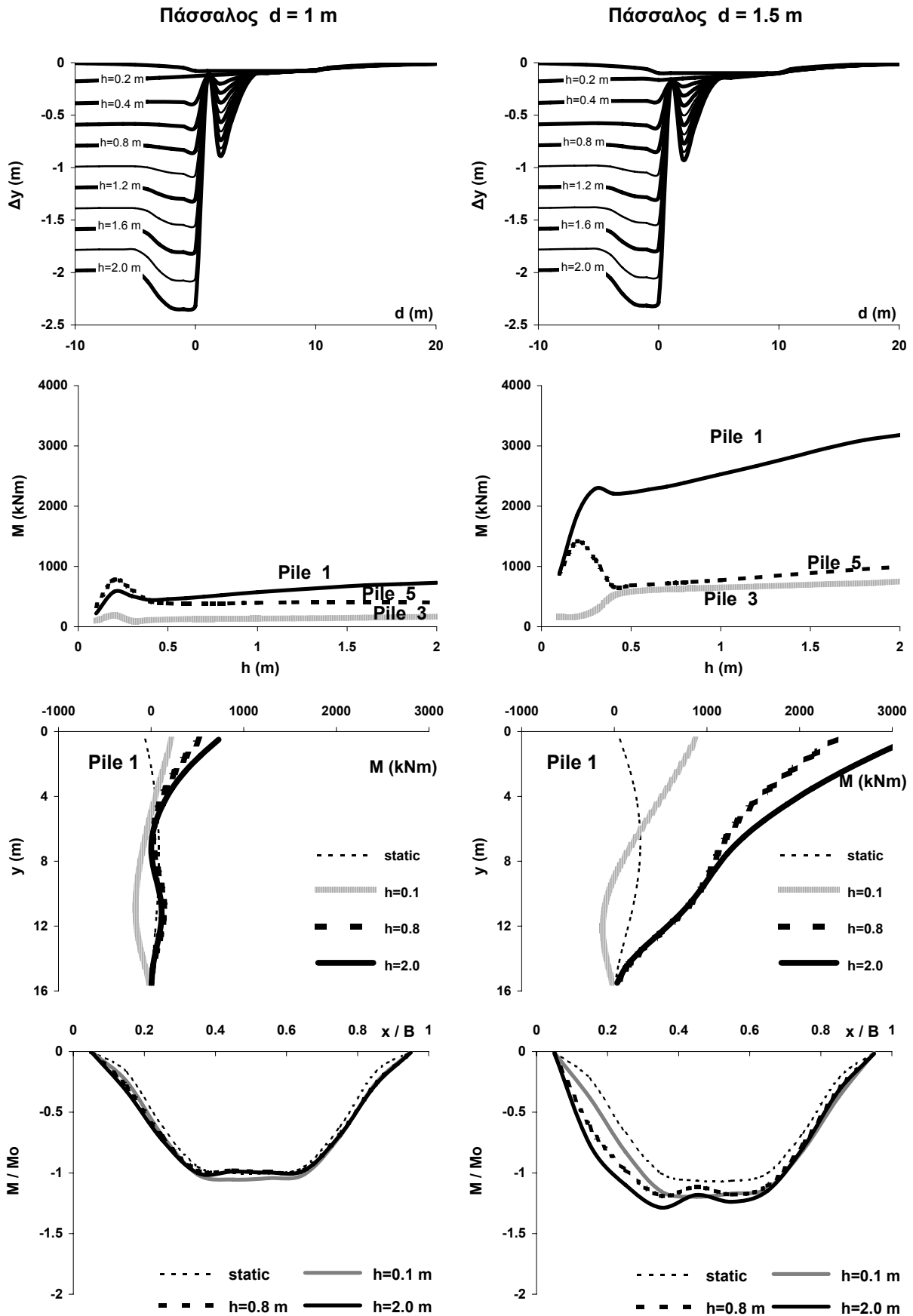


**Σχήμα 106.** Αποτελέσματα τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-μή γραμμικής πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και μήκους 15 m, με κεφαλόδεσμο  $B = 10m$ ,  $L = 10m$ ,  $V = 10 MN$ ,  $s = 18m$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20m$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους **1** και **6**, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.

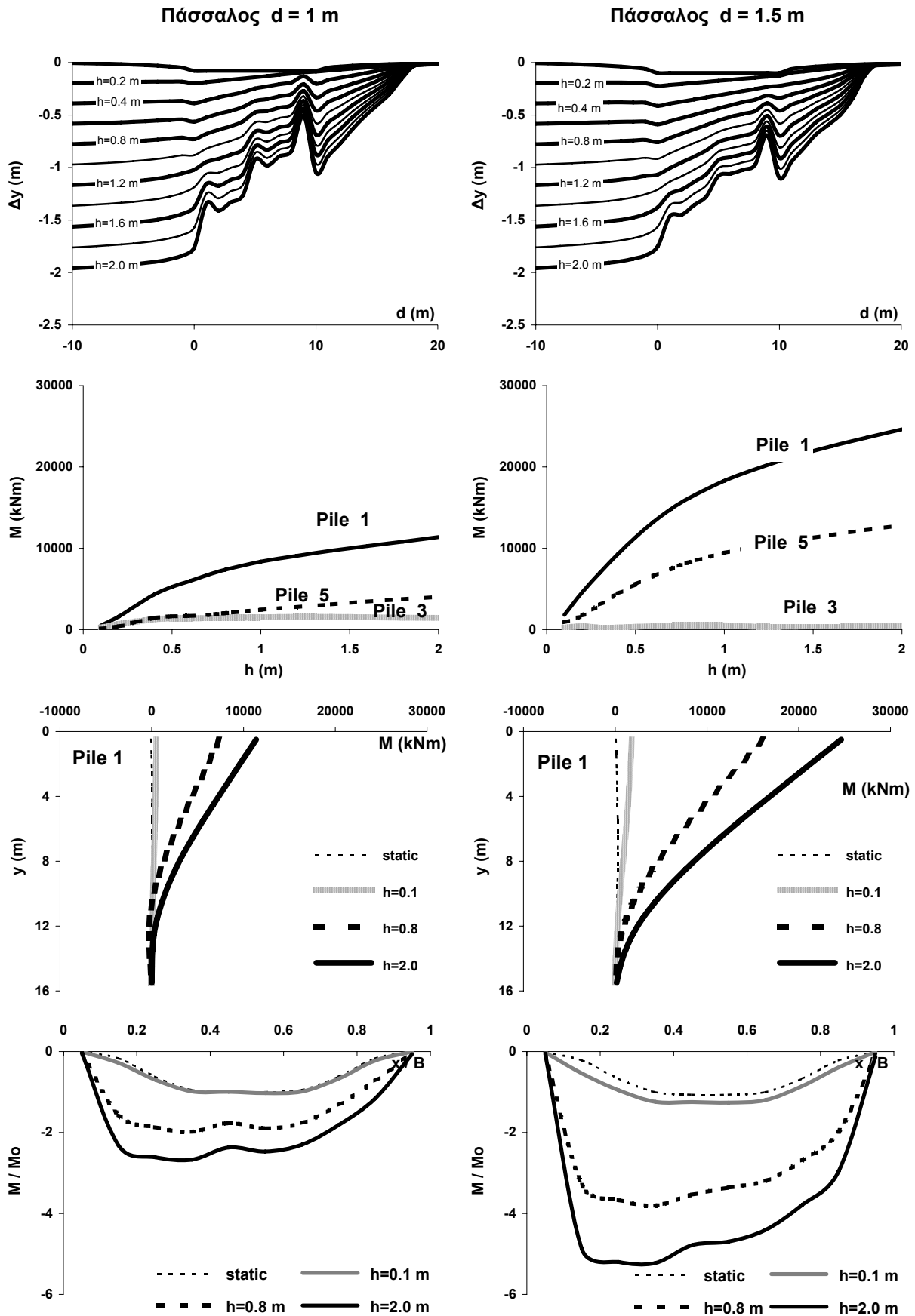


**Σχήμα 107.** Σύγκριση αποτελεσμάτων τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και 1,5m με μήκος 15 m και κεφαλόδεσμο  $B = 10 \text{ m}$ ,  $L = 10 \text{ m}$ ,  $V = 10 \text{ MN}$ ,  $s = 1 \text{ m}$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20 \text{ m}$  :  
**(α)** Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, **(β)** Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, **(γ)** Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και **(δ)** Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



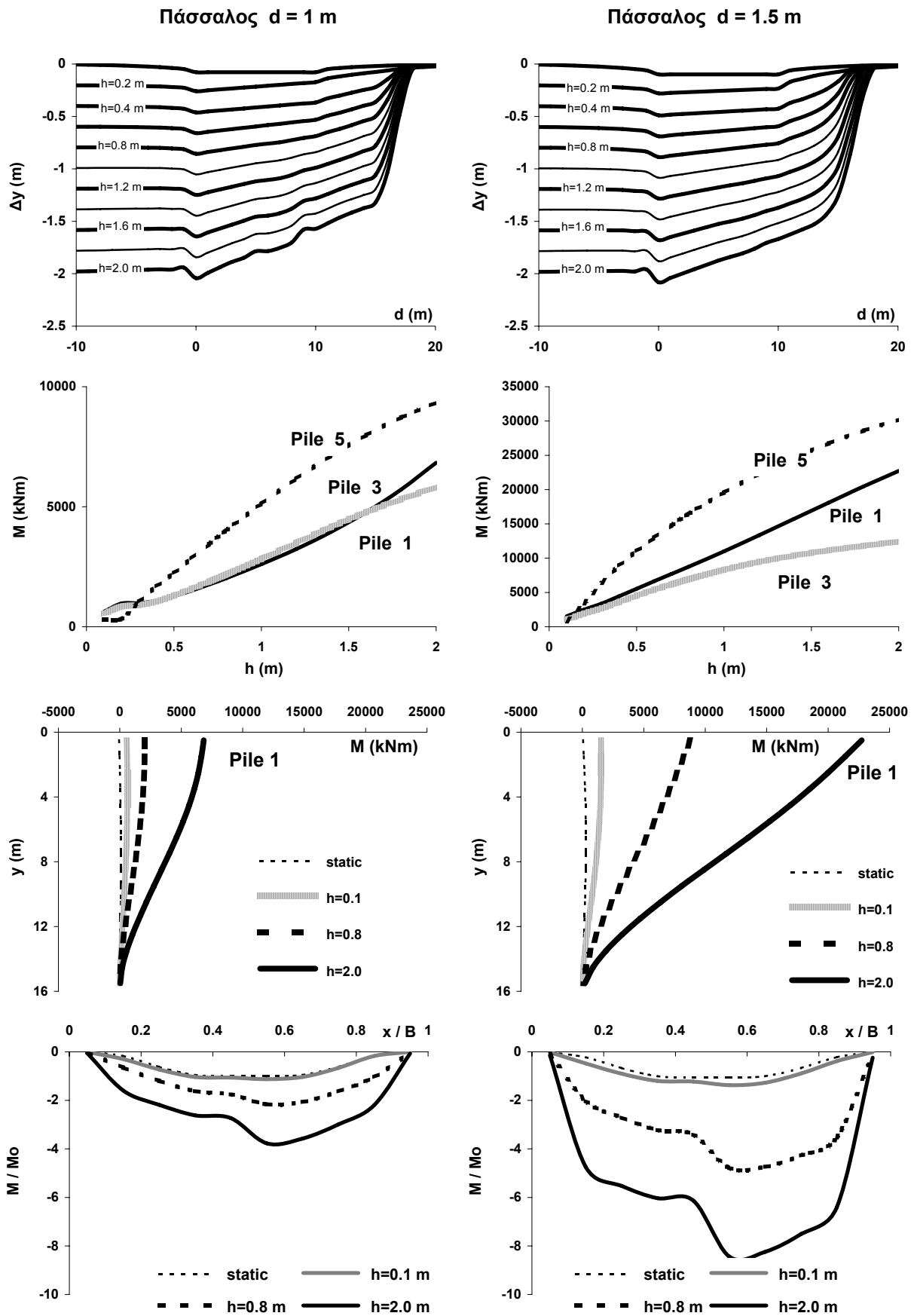
**Σχήμα 108.** Σύγκριση αποτελεσμάτων τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και 1,5m με μήκος 15m και κεφαλόδεσμο  $B = 10\text{ m}$ ,  $L = 10\text{ m}$ ,  $V = 10\text{ MN}$ ,  $s = 5\text{ m}$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20\text{ m}$  :  
**(α)** Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, **(β)** Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, **(γ)** Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και **(δ)** Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.





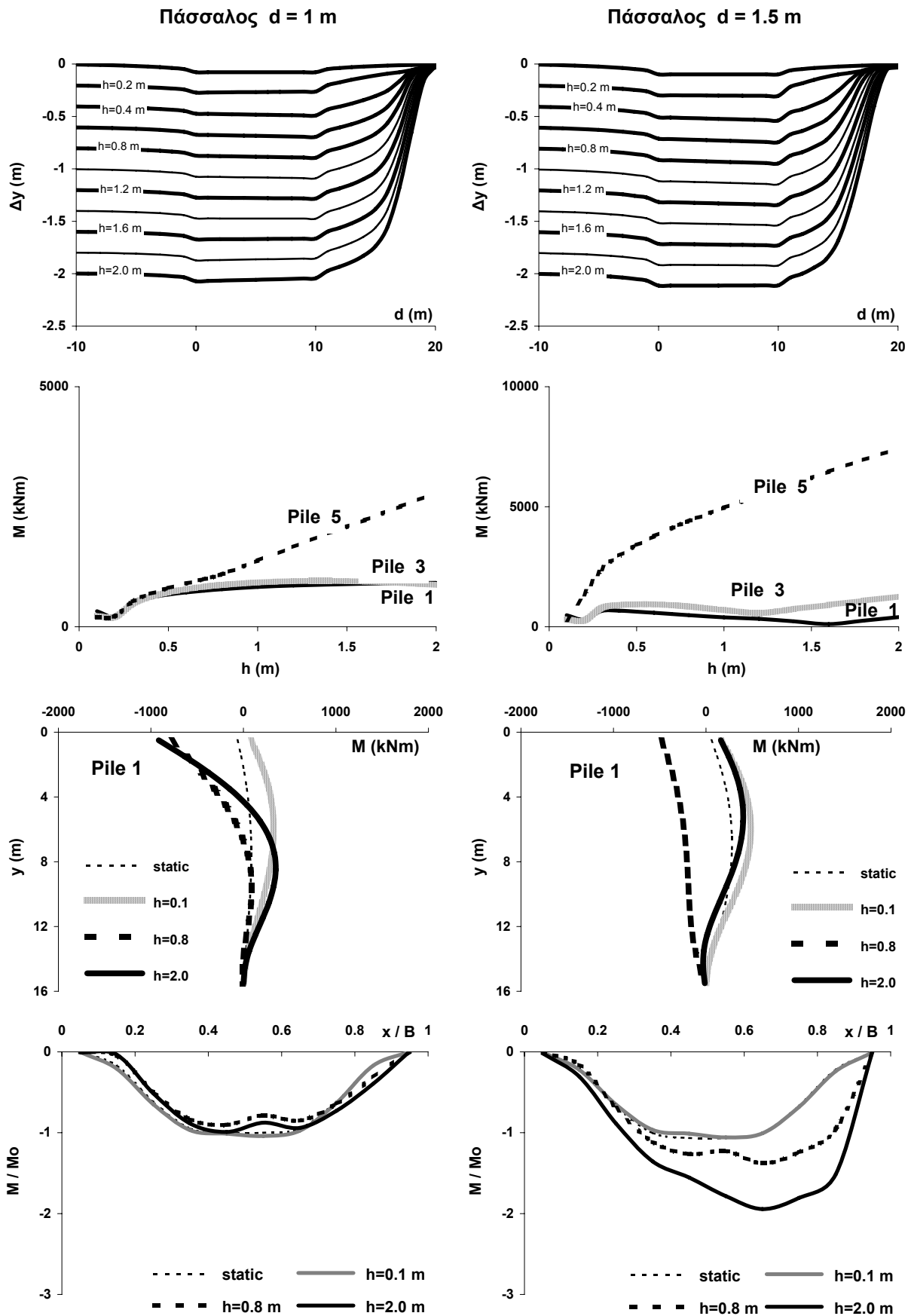
**Σχήμα 109.** Σύγκριση αποτελεσμάτων τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και 1,5m με μήκος 15 m και κεφαλόδεσμο  $B = 10 \text{ m}$ ,  $L = 10 \text{ m}$ ,  $V = 10 \text{ MN}$ ,  $s = 9 \text{ m}$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20 \text{ m}$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.

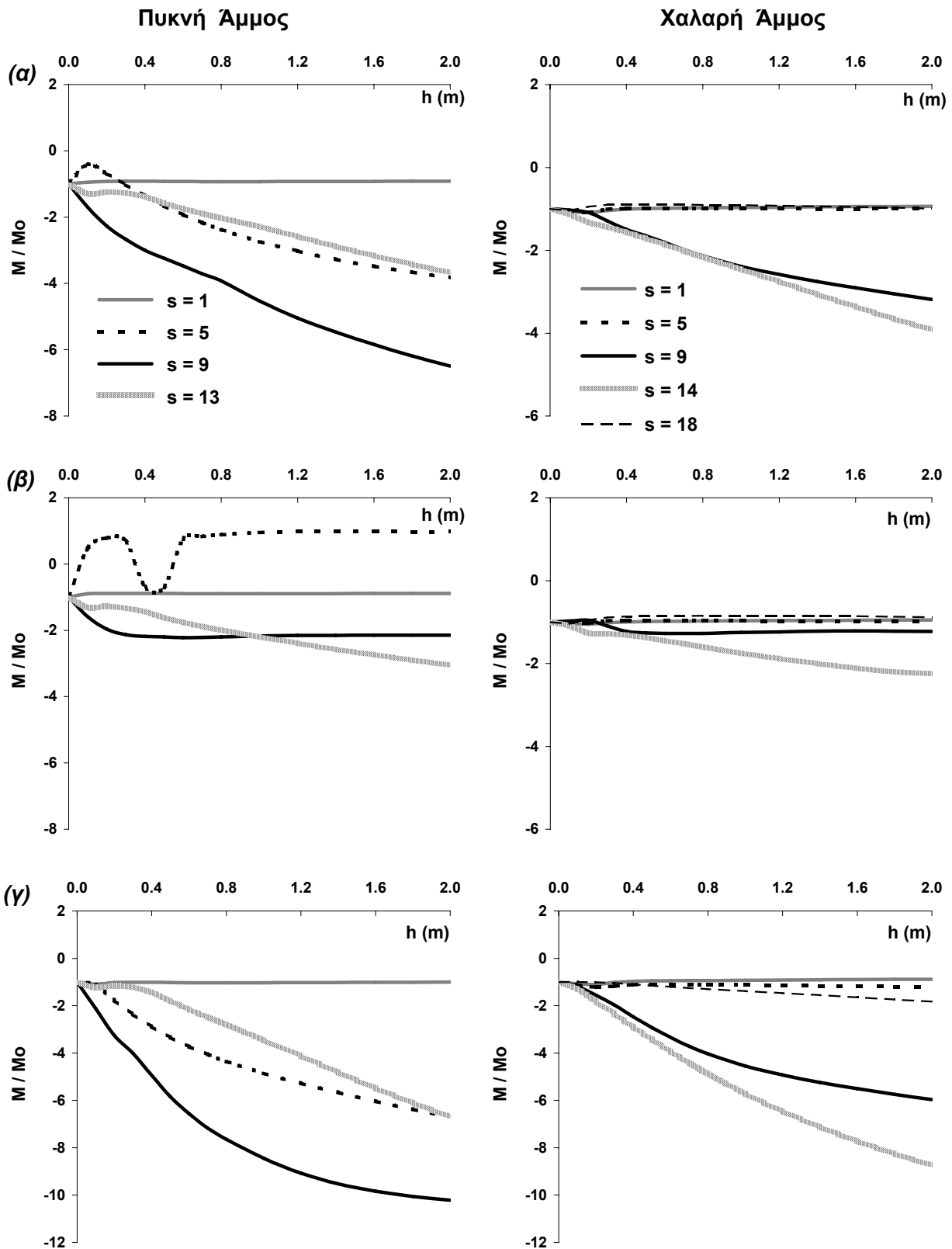


**Σχήμα 110.** Σύγκριση αποτελεσμάτων τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και 1,5m με μήκος 15 m και κεφαλόδεσμο  $B = 10 \text{ m}$ ,  $L = 10 \text{ m}$ ,  $V = 10 \text{ MN}$ ,  $s = 13 \text{ m}$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20 \text{ m}$  :

(α) Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, (β) Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, (γ) Κατανομή ροπών στους πασσάλους 1 και 6, και (δ) Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



**Σχήμα 111.** Σύγκριση αποτελεσμάτων τριδιάστατης ανάλυσης αλληλεπίδρασης διάρρηξης-εδάφους-πασσαλοομάδας 9 πασσάλων διαμέτρου 1m και 1,5m με μήκος 15 m και κεφαλόδεσμο  $B = 10 \text{ m}$ ,  $L = 10 \text{ m}$ ,  $V = 10 \text{ MN}$ ,  $s = 13 \text{ m}$ , επί χαλαρής άμμου πάχους  $H = 20 \text{ m}$  :  
**(α)** Κατακόρυφη μετατόπιση  $\Delta y$  στην επιφάνεια του εδάφους, **(β)** Μέγιστες ροπές στους πασσάλους, **(γ)** Κατανομή ροπών στους πασσάλους **1** και **6**, και **(δ)** Κανονικοποιημένες καμπτικές ροπές  $M / M_o$  ως προς την μέγιστη στατική στον κεφαλόδεσμο.



**Σχήμα 112.** Μεταβολή της μέγιστης αναπτυσσόμενης καμπτικής ροπής στον κεφαλόδεσμο ( $B = 10 \text{ m}$ ,  $L = 10 \text{ m}$ ) της πασσαλοομάδας, επί πυκνής ή χαλαρής άμμου  $H = 20 \text{ m}$ , κανονικοποιημένη ως προς την μέγιστη στατική ροπή, συναρτήσει της επιβαλλόμενης μετακίνησης  $h$  του ρήγματος : (α) Γραμμικοί πασσαλοι διαμέτρου  $1 \text{ m}$ , (β) Μή-Γραμμικοί πασσαλοι διαμέτρου  $1 \text{ m}$ , και (γ) Γραμμικοί πασσαλοι διαμέτρου  $1,5 \text{ m}$ .