

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ <ΤΟΙΧΟΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ> ΤΗΣ ΛΗ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΒΑΣΕΙ ΑΥΤΟΥ

ΜΑΡΙΑΝΝΑ ΣΤΑΜΠΟΥΛΟΥ

ΠΑΝΑΓΗΣ ΛΙΒΙΕΡΑΤΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΕΙΡΗΝΗ ΒΓΕΝΟΠΟΥΛΟΥ

Δρ πολιτικός μηχανικός, Καθηγήτρια

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο 1^ο κεφάλαιο δίνεται ο σκοπός της εργασίας αυτής

Στο 2^ο κεφάλαιο δίνονται τα θεωρητικά στοιχεία της εργασίας αυτής. Δηλαδή διαχωρίζουμε τους τοίχους αντιστήριξης ανάλογα με τον τρόπο τον οποίο κατασκευάζονται. Αναλύουμε τα χαρακτηριστικά του εδάφους που θα μας βοηθήσει στην κατανόηση του περαιτέρω προβλήματος. Αναφερόμαστε στη σεισμική δραστηριότητα της Ελλάδας. Και τέλος διαχωρίζουμε της μεθόδους ευρέσεως των ωθήσεων.

Στο 3^ο κεφάλαιο γίνεται ο έλεγχος της ορθότητας του υπολογισμού του συντελεστή K_{ae} και έπειτα πραγματοποιείται έλεγχος του προγράμματος «Τοίχος Αντιστήριξης»

Στο 4^ο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε παραμετρική μελέτη η οποία έχει ως σκοπό της την εύρεση της ενεργητικής ώθησης P_a συναρτήσει της εσωτερικής γωνίας τριβής φ . Τέλος παρατίθενται τα συμπεράσματα αυτής της μελέτης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u>	<u>ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ</u>	<u>1</u>
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u>	<u>ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ</u>	<u>2</u>
2.1	ΤΟΙΧΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ	2
2.1.1	ΤΟΙΧΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ	2
2.1.2	ΤΟΙΧΟΙ ΗΜΙΒΑΡΥΤΗΤΑΣ	2
2.1.3	ΤΟΙΧΟΙ ΠΡΟΒΟΛΟΙ	2
2.1.4	ΤΟΙΧΟΙ ΜΕ ΑΝΤΗΡΙΑΔΕΣ	2
2.1.5	ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ	3
2.1.6	ΕΥΡΕΩΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	3
2.1.7	ΜΗ ΕΥΡΕΩΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	7
2.2	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΛΑΦΟΥΣ	9
2.3	ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	12
2.4	ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΥΡΕΣΗΣ ΩΘΗΣΕΩΝ	22
2.4.1	ΩΘΗΣΕΙΣ ΓΑΙΩΝ	22
2.4.2	ΜΕΘΟΔΟΣ RANKINE	22
2.4.3	ΜΕΘΟΔΟΣ COULOMB	23
2.4.4	ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΟΝΟΝΟΒΕ-ΟΚΑΒΕ	25
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</u>	<u>ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΤΟΙΧΟΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ»</u>	<u>27</u>
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	27
3.2	ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΟΡΘΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΚΑΕ	27
3.3	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΤΟΙΧΟΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ»	34
3.3.1	ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΓΙΑ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΕΣ-ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	34
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</u>	<u>ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ</u>	<u>35</u>
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	35
4.2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	80
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	83

Κεφάλαιο 1 Αντικείμενο πτυχιακής

Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας είναι ο έλεγχος του προγράμματος «Τοίχος Αντιστήριξης». Για την πραγματοποίηση του ελέγχου αυτού έπρεπε να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων (για δεδομένα χαρακτηριστικά τοίχου και εδάφους) του προγράμματος «Τοίχος Αντιστήριξης» με τα αποτελέσματα του Ελληνικού Αντισεισμικού κανονισμού(ΕΑΚ 2000). Για να γίνει δυνατή η σύγκριση αυτή δημιουργήθηκαν διαγράμματα με τη βοήθεια του προγράμματος Excel με τα οποία είναι εύκολη η ανάγνωση και η σύγκριση των τιμών των αποτελεσμάτων. Αρχικά συγκρίθηκαν οι τιμές του διαγράμματος του συντελεστή Καε του ΕΑΚ 2000 με εκείνες του διαγράμματος του Dworkick. Στη συνέχεια, αφού οι τιμές συνέπιπταν έγινε η τελική σύγκριση με τις τιμές του προγράμματος «Τοίχος Αντιστήριξης».

Δεύτερο κομμάτι της πτυχιακής εργασίας είναι η κατασκευή διαγραμμάτων εύρεσης της ενεργητικής ώθησης P_a συναρτήσει της εσωτερικής γωνίας τριβής φ σε κατάσταση σεισμού. Αυτά τα διαγράμματα έχουν ως σκοπό να απαλλάξουν το μηχανικό από τον υπολογισμό του συντελεστή Καε. Στη συνέχεια παρατίθενται τα συμπεράσματα αυτής της παραμετρικής μελέτης.

Κεφάλαιο 2 Στοιχεία θεωρίας

2.1 Τοίχοι αντιστήριξης

Οι τοίχοι αντιστήριξης κατασκευάζονται για να συγκρατήσουν εδαφικές μάζες που τείνουν να ολισθήσουν είτε λόγω φυσικών αιτίων όπως είναι οι κατολισθήσεις ή η ανύψωση του υδροφόρου ορίζοντα, είτε λόγω τεχνικών έργων όπως είναι η εκσκαφή για την κατασκευή δρόμου.

Οι τοίχοι αντιστήριξης ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής διακρίνονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

- i. Τοίχοι αντιστήριξης βαρύτητας
- ii. Τοίχοι ημιβαρύτητας
- iii. Τοίχοι πρόβολοι
- iv. Τοίχοι αντηρίδες

2.1.1 Τοίχοι αντιστήριξης βαρύτητας

Κατασκευάζονται από τοιχοποιία (λιθοδομή - πλινθοδομή) (Εικόνα 2.1) ή από άοπλο σκυρόδεμα. Εικόνα 2.2 Συγκρατούν το αντιστηριζόμενο έδαφος με το ίδιο τους το βάρος καθώς και με το έδαφος που πιθανόν να συμμετέχει στην αντιστήριξη αυτή. Αυτός ο τύπος κατασκευής δεν είναι οικονομικός για υψηλούς τοίχους (δηλαδή μέχρι 3-4m)

2.1.2 Τοίχοι ημιβαρύτητας

Στους τοίχους βαρύτητας πολλές φορές μπορεί να προστεθεί μία μικρή ποσότητα οπλισμού μειώνοντας έτσι το μέγεθος του τοίχου. Αυτοί οι τοίχοι ονομάζονται τοίχοι ημιβαρύτητας.

2.1.3 Τοίχοι πρόβολοι

Κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα Εικόνα 2.3 και αποτελούνται από κατακόρυφο στέλεχος και πλάκα βάσης. Αυτός ο τύπος τοίχου είναι οικονομικός μέχρι ύψος 8 μέτρα.

2.1.4 Τοίχοι με αντηρίδες

Οι τοίχοι με αντηρίδες Εικόνα 2.4 είναι παρόμοιοι με τους τοίχους προβόλους. Ανά τακτά διαστήματα όμως έχουν κατακόρυφες πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος

οι οποίες λέγονται αντηρίδες και συνδέουν τον τοίχο με την βάση του. Ο σκοπός κατασκευής των αντηρίδων είναι η μείωση των καμπτικών ροπών και της διάτμησης.

2.1.5 Τρόποι κατασκευής τοίχων αντιστήριξης

Για την κατασκευή των παραπάνω τοίχων αντιστήριξης είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ποικίλοι τρόποι. Ευρέως χρησιμοποιούμενοι τρόποι κατασκευής είναι οι:

- i. Τοίχοι από λιθοδομή
- ii. Τοίχοι από σκυρόδεμα
- iii. Τοίχοι από οπλισμένο σκυρόδεμα

Λιγότερο διαδεδομένοι τρόποι κατασκευής τοίχων αντιστήριξης είναι:

- i. Τοίχοι από προεντεταμένο σκυρόδεμα
- ii. Μεταλλικοί τοίχοι
- iii. Τοίχοι από οπλισμένο έδαφος

Οι παραπάνω τρόποι κατασκευής παρατίθενται αναλυτικά παρακάτω.

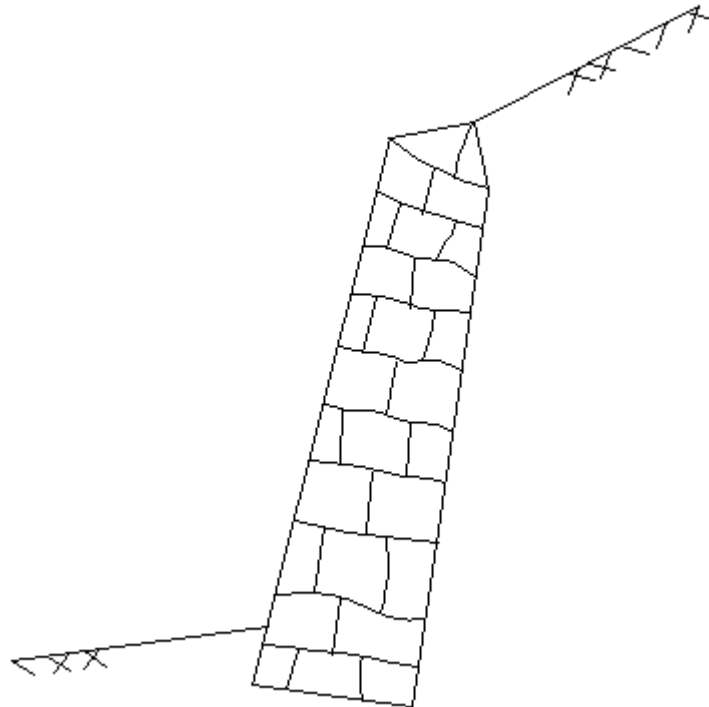
2.1.6 Ευρέως χρησιμοποιούμενοι τρόποι κατασκευής

2.1.6.1 Τοίχοι από λιθοδομή

Οι τοίχοι από λιθοδομή αποτελούνται σε όλο τους το πάχος από λιθοδομή ή πλινθοδομή. Σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν εξωτερικά μόνο επένδυση από πέτρα και εσωτερικά άοπλο σκυρόδεμα. Οι τοίχοι από λιθοδομή κατασκευάζονταν τα παλαιότερα χρόνια, τότε που δεν χρησιμοποιούσαν το σκυρόδεμα. Το σκυρόδεμα δεν είχε πάντα την υψηλή αντοχή που έχει σήμερα. Σε περιπτώσεις που η φύση του έργου απαιτούσε μεγάλες αντοχές, όπως στα λιμενικά έργα όπου ο τοίχος δέχεται την δυναμική ενέργεια του νερού, γινόταν επένδυση του τοίχου με λίθους ενώ εσωτερικά ήταν πληρωμένοι με σκυρόδεμα. Πλέον η χρήση των τοίχων αντιστήριξης από λιθοδομή είναι περιορισμένη. Παρακάτω αριθμούνται οι λόγοι που κατασκευάζονται:

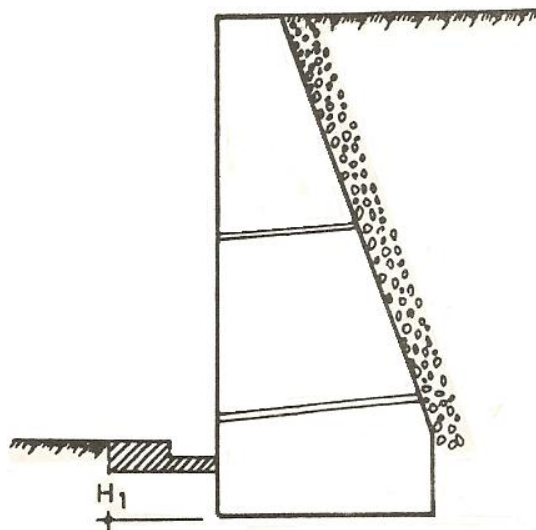
- i. Όταν το έργο είναι δευτερεύουσας σημασίας και δεν δικαιολογείται η εγκατάσταση εργοταξίου σκυροδέματος.
- ii. Όταν το ύψος του τοίχου δεν ξεπερνά τα 3-4 μέτρα.

- iii. Όταν το έδαφος είναι βραχώδες. Σε αυτή την περίπτωση οι ωθήσεις που προκαλούνται είναι πολύ μικρές και χρειάζεται μόνο μία ελαφριά επένδυση (κατασκευασμένη πάντα με μικρή κλίση στην επιφάνεια του τοίχου) που να εμποδίζει την πτώση λίθων και προστατεύει την επιφάνεια από τα νερά της βροχής.
- iv. Από λιθοδομή εκτελούνται επίσης οι τοίχοι των υπογείων στις οικοδομές με πάχος 40-60 εκατοστά.



Εικόνα 2.1ε Τοίχος αντιστήριξης από πλινθοδομή

2.1.6.2 Τοίχοι από σκυρόδεμα



Εικόνα 2.28 Τοίχος από άοπλο σκυρόδεμα

Οι τοίχοι από απλό σκυρόδεμα χρησιμοποιούνται για ύψη μικρότερα από 3-4m και έχουν τραπεζοειδή διατομή. Απαιτούνται σχετικά μεγάλες ποσότητες από σκυρόδεμα και η κατασκευή είναι απλή. Στις παρειές του τοίχου δίνεται κλίση. Για λόγους αισθητικής καλό είναι η κλίση να είναι μικρή.

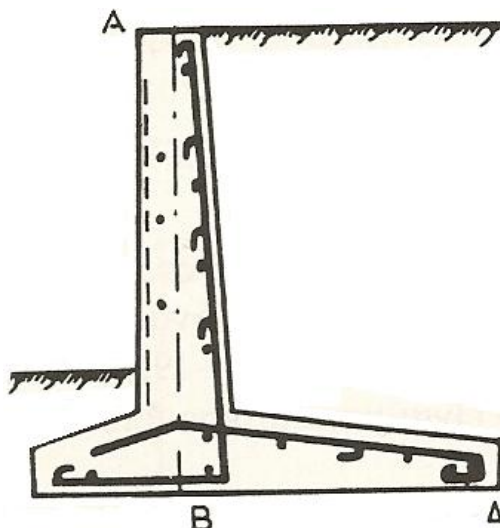
Τα παλαιότερα χρόνια οι διαστάσεις των τοίχων προέκυπταν από πίνακες, κάτι το οποίο δεν οδηγούσε πάντα στην οικονομικότερη λύση. Πλέον υπάρχουν τρόποι εύρεσης διαστάσεων που απαντούν στις πραγματικές συνθήκες ισορροπίας και αντοχής.

Οι καθιζήσεις και οι μετακινήσεις είναι συνήθως λιγότερο επιζήμιες από τις καθιζήσεις κτιρίων ή άλλων τεχνικών έργων γιατί οι τοίχοι δεν φέρουν καμία άκαμπτη ανωδομή. Για την αντιμετώπιση των μετακινήσεων φτάνει να υπάρχουν κατακόρυφοι αρμοί που να επιτρέπουν την ελεύθερη μετακίνηση των διαφόρων τμημάτων του τοίχου. Η απόσταση ανάμεσα στους αρμούς είναι της τάξεως των δέκα μέτρων ή 2-3 φορές το ύψος του τοίχου. Σε ορισμένες περιπτώσεις προστίθεται οπλισμός στην εσωτερική παρειά του τοίχου, όπου δρουν τάσεις εφελκυσμού, για να αυξηθεί η αντοχή του σκυροδέματος στην ρηγμάτωση.

Οι τοίχοι από απλό σκυρόδεμα είναι πολύ χρήσιμοι στην περίπτωση που ο τοίχος είναι σε συνεχή επαφή με μία τουλάχιστον επιφάνειά του με νερό. Με το νερό δημιουργείται κίνδυνος οξειδώσεως του οπλισμού και καταστροφής του οπλισμένου σκυροδέματος. Είναι συνεπώς προτιμότερο να αποφεύγεται η χρήση του οπλισμένου

σκυροδέματος σε αυτές τις περιπτώσεις και εξηγείται το ενδιαφέρον των λύσεων απλού σκυροδέματος.

2.1.6.3 Τοίχοι από οπλισμένο σκυρόδεμα

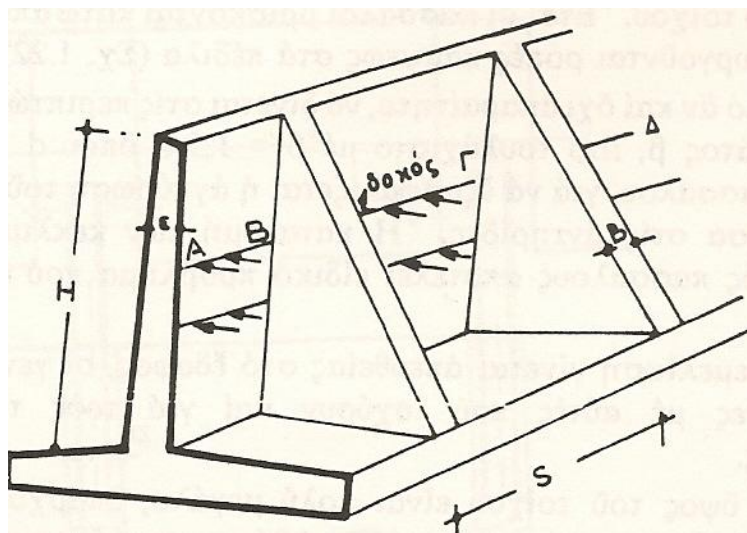


Εικόνα 2.3ε Τοίχος αντιστήριξης από οπλισμένο σκυρόδεμα

Το πιο συνηθισμένο υλικό για την κατασκευή των τοίχων αντιστήριξης είναι το οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα παλαιότερα χρόνια οι διαστάσεις προέκυπταν μέσα από έτοιμους πίνακες, κάτι το οποίο συνήθως οδηγούσε σε μη οικονομικές λύσεις. Σήμερα υπάρχουν τρόποι εύρεσης διαστάσεων που απαντούν στις πραγματικές συνθήκες ισορροπίας και αντοχής. Η χρήση των τοίχων από οπλισμένο σκυρόδεμα καλό είναι να αποφεύγεται σε έργα όπου η επιφάνεια του τοίχου έρχεται σε επαφή με νερό. Το νερό προκαλεί διάβρωση του οπλισμού και στην συνέχεια καταστροφή της αντοχής του τοίχου. Κατά την εκτέλεση γίνεται πρώτα το πέδιλο, στην συνέχεια τοποθετούνται οι δύο ξυλότυποι του τοίχου και γίνεται η διάστρωση σε όλο το ύψος του τοίχου. Το πάχος στην κορυφή πρέπει να επιτρέπει την εύκολη διέλευση του σκυροδέματος.

Για ύψη μέχρι 3-4m ο τοίχος αποτελείται από απλή κατακόρυφη πλάκα πακτωμένη σε οριζόντιο πέδιλο. Ο τοίχος οπλίζεται κατακόρυφα στην πίσω πλευρά του τοίχου και στο πέδιλο οπλίζεται η κάτω πλευρά μπροστά και η επάνω πλευρά πίσω. Στην εξωτερική πλευρά του τοίχου τοποθετείται συχνά ένας μικρός οπλισμός για να αποφεύγονται οι ρωγμές από τις θερμικές παραμορφώσεις του σκυροδέματος.

Για ύψη μεγαλύτερα από 3-4m είναι προτιμότερο για λόγους οικονομικούς να προστίθενται αντηρίδες. Οι αντηρίδες παραλαμβάνουν όλες τις ροπές και τις μεταφέρουν λειτουργώντας σαν πρόβολοι στο πέδιλο.



Εικόνα 2.4ε Τοίχος αντιστήριξης με αντηρίδες

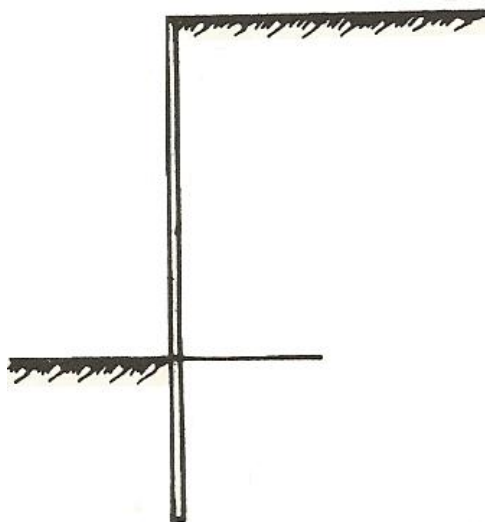
2.1.7 Μη ευρέως χρησιμοποιούμενοι τρόποι κατασκευής

2.1.7.1 Τοίχοι από προεντεταμένο σκυρόδεμα

Οι μόνες περιπτώσεις εφαρμογής της προεντάσεως είναι οι εξής:

- i. Όταν πρέπει να αυξηθεί το ύψος του τοίχου που ήδη υπάρχει όταν δεν είναι δυνατή η αύξηση του πάχους στην βάση.
- ii. Όταν πρέπει να μειωθεί το πάχος του τοίχου.
- iii. Όταν ο τοίχος αποτελείται από προκατασκευασμένα στοιχεία που πρέπει να συνδεθούν επί τόπου. Η προένταση στην περίπτωση αυτή χρειάζεται μόνο για την σύνδεση.

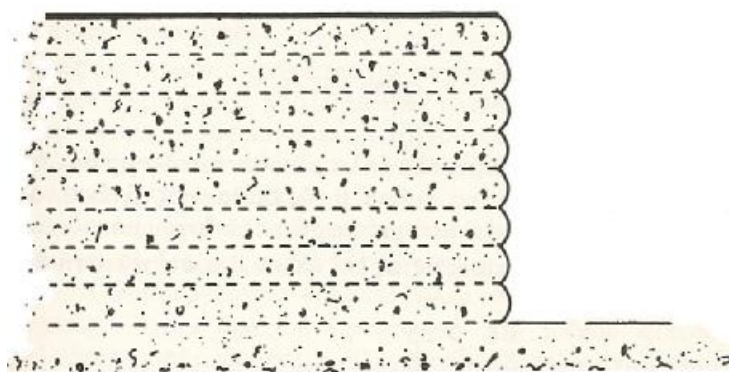
2.1.7.2 Μεταλλικοί τοίχοι



Εικόνα 2.5⇨ Πασσαλοσανίδα

Πρόκειται για λύσεις με πασσαλοσανίδες. Παρουσιάζουν ενδιαφέρον για περιοχές απομακρυσμένες που δεν είναι εύκολο να εγκατασταθεί εργοτάξιο και να βρεθούν ειδικευμένοι εργάτες.

2.1.7.3 Τοίχοι από οπλισμένο έδαφος



Εικόνα 2.6⇨ Τοίχος από οπλισμένο έδαφος

Το οπλισμένο έδαφος είναι προϊόν πρόσφατης τεχνολογίας. Το υλικό αυτό είναι βαρύ, ανθεκτικό, φθινό, εύκαμπτο και εύκολο στην κατασκευή. Αν το ύψος του έργου είναι μεγαλύτερο των 5m η λύση αυτή μπορεί να είναι συμφέρουσα.

Οι τοίχοι αυτοί αποτελούνται από οριζόντιες στρώσεις εδάφους ανάμεσα στις οποίες τοποθετούνται στρώσεις οπλισμού.

Στο έδαφος είναι σημαντικό να μην υπάρχουν οργανικά συστατικά και υλικά που μπορεί να προσβάλλουν χημικά τον οπλισμό. Οι οπλισμοί είναι συνήθως πλατιές μεταλλικές ταινίες. Για να διαμορφωθεί η εξωτερική όψη του τοίχου χρησιμοποιούνται ελάσματα σε μορφή U που αποτελούν το δέρμα του τοίχου.

2.2 Χαρακτηριστικά εδάφους

Για να μελετήσουμε αν ένας τοίχος αντιστήριξης μπορεί να σταθεί ή να ανατραπεί και να ολισθήσει πρέπει απαραίτητως να γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Τα βασικά χαρακτηριστικά του εδάφους είναι:

- το ειδικό βάρος γ
- η γωνία εσωτερικής τριβής φ
- η συνοχή c

Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούμε να τα προσδιορίσουμε με διάφορες δοκιμές της εδαφομηχανικής.

Με τον όρο **ειδικό βάρος** χαρακτηρίζουμε τον λόγο του βάρους προς τον όγκο του εδάφους και μετριέται σε kN/m^3 ή t/m^3 . Το ειδικό βάρος μπορεί να είναι φαινόμενο ειδικό βάρος ή ξηρό ειδικό βάρος. Το φαινόμενο ειδικό βάρος αναφέρεται στο έδαφος όταν αυτό βρίσκεται στο περιβάλλον του με την κατέκαστη υγρασία και συμπίεση. Το ξηρό ειδικό βάρος αναφέρεται καθαρά και μόνο στο υλικό από το οποίο αποτελείται το έδαφος σε ξηρές συνθήκες.

Για να υπολογίσουμε το φαινόμενο ειδικό βάρος φτάνει να διαιρέσουμε το βάρος προς τον όγκο που καταλαμβάνει ένα αδιατάρακτο δοκίμιο που έχει συλλεχθεί από τον τόπο κατασκευής του έργου.

Η **γωνία εσωτερικής τριβής** είναι το μέγεθος της αντίστασης σε ολίσθηση που αναπτύσσεται μεταξύ των κόκκων του εδάφους αν το ερευνήσουμε μικροσκοπικά. Ενώ μακροσκοπικά είναι το μέγεθος της αντίστασης σε ολίσθηση, που αναπτύσσεται μεταξύ δύο επιπέδων εδάφους, πέραν από το οποίο οι δύο επιφάνειες θα αρχίσουν να ολισθαίνουν.

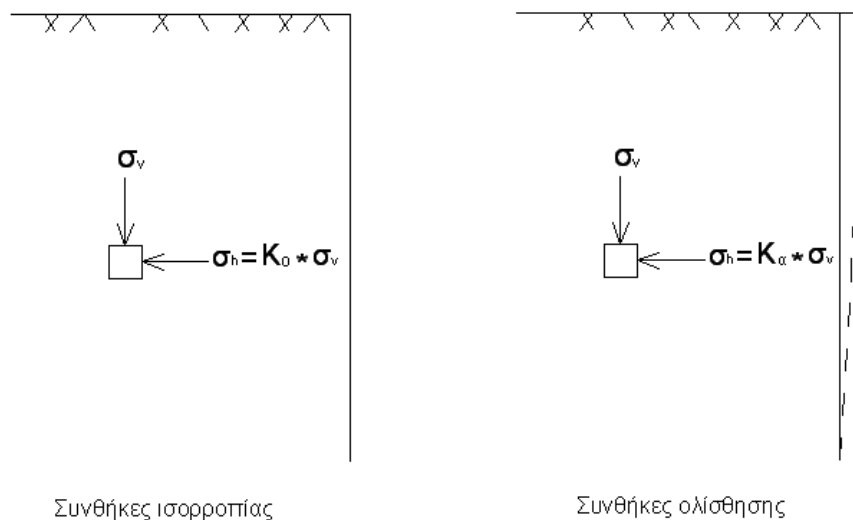
Η γωνία εσωτερικής τριβής μετριέται σε μοίρες και υπολογίζεται με την δοκιμή της διάτμησης, την δοκιμή της μονοαξονικής θλίψης και την δοκιμή της τριαξονικής θλίψης.

Η **συνοχή** εκφράζει τις επιφανειακές δυνάμεις έλξης που αναπτύσσονται μεταξύ των κόκκων του εδάφους με αποτέλεσμα να δημιουργείται αντίσταση σε ολίσθηση. Με άλλα λόγια με την συνοχή εκφράζουμε την αντίσταση σε αλλαγή της κατάστασης στατικής ισορροπίας στο έδαφος που δεν είναι αποτέλεσμα τριβής. Η συνοχή οφείλεται κυρίως σε αργιλικά εδάφη τα οποία με την παρουσία νερού αναπτύσσουν ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες. Η συνοχή μετρείται σε t/m^2 και μπορεί να υπολογιστεί με την δοκιμή της διάτμησης, της μονοαξονικής θλίψης και της τριαξονικής θλίψης.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του εδάφους είναι ο **συντελεστής πλευρικής τάσης K_o** ο οποίος συνδέει, όταν το έδαφος είναι σε ισορροπία, την οριζόντια τάση σ_h που ασκείται με την κατακόρυφη σ_v με την σχέση :

$$\sigma_h = K_o \times \sigma_v \quad (2.1)$$

Αν λοιπόν θεωρήσουμε ένα σημείο μέσα σε έδαφος που βρίσκεται σε ισορροπία, μπορούμε να βρούμε την πλευρική τάση που του ασκείται πολλαπλασιάζοντας τον συντελεστή πλευρικής τάσης K_o με την κατακόρυφη τάση σ_v που οφείλεται στο βάρος του άνωθεν εδάφους ($\sigma_v = \text{ειδικό βάρος εδάφους} \times \text{βάθος}$).

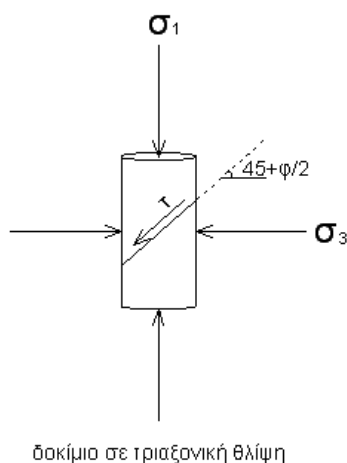


Εικόνα 2.7

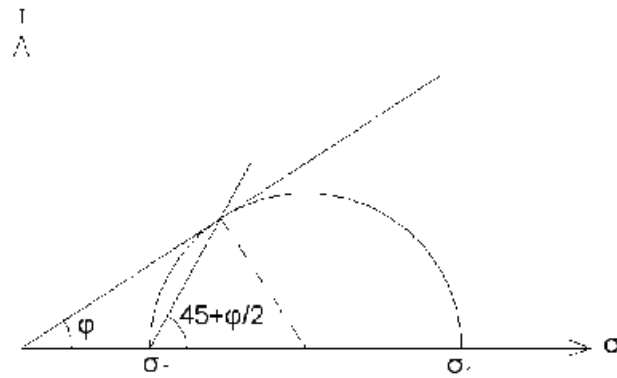
Όταν ο τοίχος τείνει να ολισθήσει η κατάσταση ισορροπίας παύει να υφίσταται. Τότε ο συντελεστής πλευρικής τάσης γίνεται **συντελεστής ενεργητικής τάσης K_α** και ισχύει:

$$K_\alpha = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \Leftrightarrow \sigma_h = K_\alpha \times \sigma_v \quad (2.2)$$

Τον συντελεστή K_α μπορούμε να τον υπολογίσουμε μέσω της δοκιμής της τριαξονικής θλίψης. Κατά την δοκιμή αυτή ένα κυλινδρικό δοκίμιο εδάφους δέχεται μία κατακόρυφη δύναμη σ_1 καθώς και πλευρικές τάσεις σ_3 στην κυλινδρική επιφάνεια. Με αυτό τον τρόπο προσομοιάζονται οι πραγματικές συνθήκες που ισχύουν όταν το δοκίμιο βρίσκεται μέσα στο έδαφος. Όταν το δοκίμιο αστοχήσει λόγω των ασκούμενων πιέσεων, το ζεύγος των τάσεων που δρούσαν πάνω του την στιγμή της αστοχίας δημιουργούν στο διάγραμμα διατμητικών τάσεων-ορθών τάσεων τον κύκλο του Mohr. Για να επέλθει αστοχία σε ένα δοκίμιο συγκεκριμένου εδάφους και συγκεκριμένων διαστάσεων υπάρχουν πολλά ζευγάρια κατακόρυφων και πλευρικών τάσεων. Το κάθε ζεύγος δημιουργεί έναν κύκλο του Mohr. Η ευθεία που εφάπτεται σε δύο τουλάχιστον κύκλους του Mohr ονομάζεται περιβάλλουσα και η κλίση της μας προδίδει την γωνία τριβής ϕ του εδάφους. Η περιβάλλουσα είναι χαρακτηριστική για κάθε έδαφος, Σε αυτήν εφάπτονται θεωρητικά άπειροι κύκλοι του Mohr, δηλαδή άπειροι συνδυασμοί κατακόρυφων-πλευρικών τάσεων που οδηγούν σε αστοχία.



Εικόνα 2.8



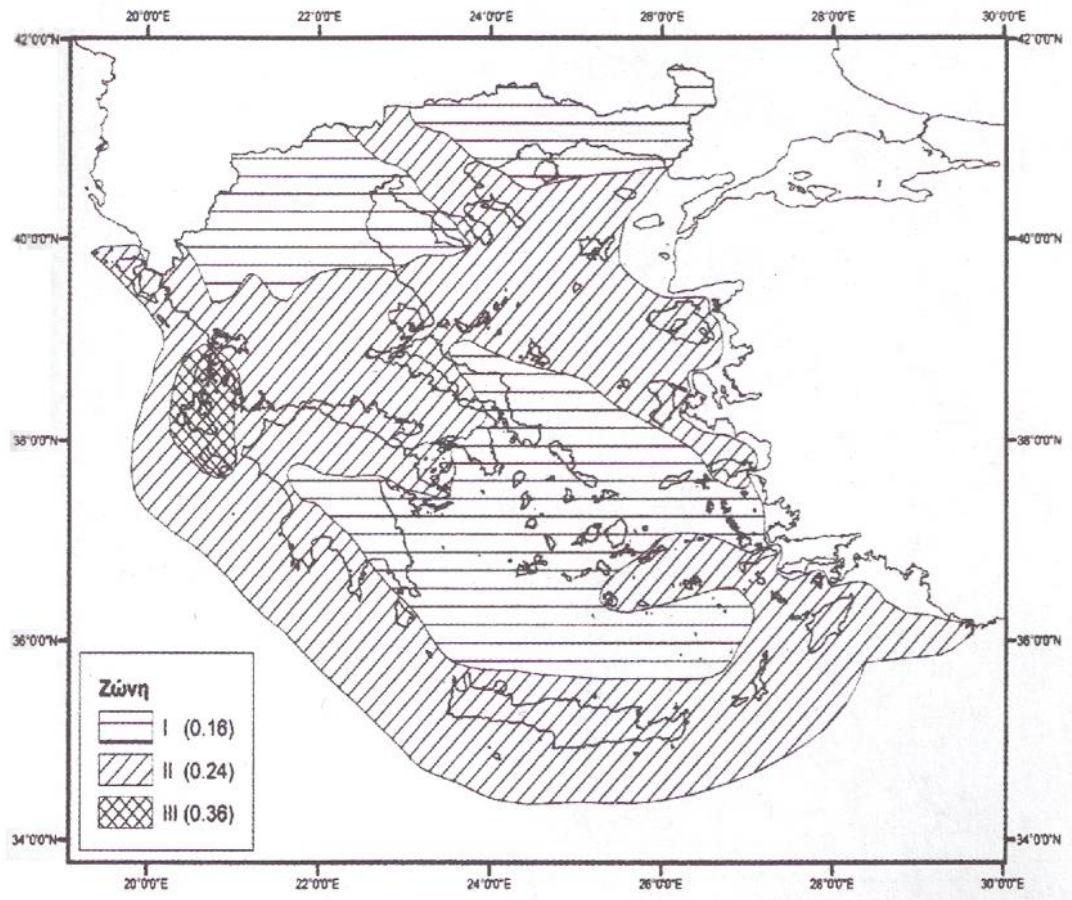
κύκλος του Mohr

Εικόνα 2.9

2.3 Σεισμική δραστηριότητα

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με έντονη σεισμική δραστηριότητα , γι' αυτό το λόγο οποιαδήποτε κατασκευή πρέπει να τηρεί τον Ελληνικό Αντισεισμικό κανονισμό. Οι σεισμολόγοι έχουν χωρίσει την Ελλάδα σε τρεις ζώνες στις οποίες δρουν σεισμοί διαφορετικής συχνότητας και έντασης. Σε κάθε ζώνη αντιστοιχεί ένας σεισμικός συντελεστής α ο οποίος λαμβάνεται υπ' όψιν στους υπολογισμούς οποιουδήποτε έργου.

- Ζώνη I $\alpha=0,16$
- Ζώνη II $\alpha=0,24$
- Ζώνη III $\alpha=0,36$



Εικόνα 2.10

Α/Α ΝΟΜΟΥ	ΝΟΜΟΣ	ΔΗΜΟΙ	ΖΩΝΗ
1	ΑΘΗΝΩΝ	Δ. ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	I
		Δ. ΑΓΙΑΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ	I
		Δ. ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	I
		Δ. ΑΘΗΝΑΙΩΝ	I
		Δ. ΑΙΓΑΛΕΩ	I
		Δ. ΑΛΙΜΟΥ	I
		Δ. ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ	I
		Δ. ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΕΩΣ	I
		Δ. ΒΡΙΑΗΣΣΙΩΝ	I
		Δ. ΒΥΡΩΝΟΣ	I
		Δ. ΓΑΛΑΤΣΙΟΥ	I
		Δ. ΓΛΥΦΑΔΑΣ	I
		Δ. ΔΑΦΝΗΣ	I
		Δ. ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ	I
		Δ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ	I
		Δ. ΗΛΙΟΥΠΟΛΕΩΣ	I
		Δ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	I
		Δ. ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗΣ	I
		Δ. ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	I
		Δ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	I
		Δ. ΜΕΛΙΣΣΙΩΝ	I
		Δ. ΜΟΣΧΑΤΟΥ	I
		Δ. ΝΕΑΣ ΕΡΥΘΡΑΙΑΣ	I
		Δ. ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ	I
		Δ. ΝΕΑΣ ΣΜΥΡΝΗΣ	I
		Δ. ΝΕΑΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ	I
		Δ. ΝΕΟΥ ΨΥΧΙΚΟΥ	I
		Δ. ΠΑΛΑΙΟΥ ΦΑΛΗΡΟΥ	I
		Δ. ΠΑΠΑΓΟΥ	I
		Δ. ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ	I
		Δ. ΠΕΥΚΗΣ	I
		Δ. ΤΑΥΡΟΥ	I
		Δ. ΥΜΗΤΤΟΥ	I
		Δ. ΦΙΛΟΘΕΗΣ	I
		Δ. ΧΑΙΔΑΡΙΟΥ	I
		Δ. ΧΑΛΑΝΔΡΙΟΥ	I
		Δ. ΧΟΛΑΡΓΟΥ	I
		Δ. ΨΥΧΙΚΟΥ	I
		Κ. ΕΚΑΛΗΣ	I
		Κ. ΝΕΑΣ ΠΕΝΤΕΛΗΣ	I
		Κ. ΠΕΝΤΕΛΗΣ	I
		Δ. ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ	II
		Δ. ΙΛΙΟΥ	II
Δ. ΚΑΜΑΤΕΡΟΥ	II		
Δ. ΛΥΚΟΒΡΥΣΕΩΣ	II		
Δ. ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ	II		
Δ. ΝΕΑΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ	II		
Δ. ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΕΩΣ	II		
2	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	Δ. ΑΓΓΕΛΟΚΑΣΤΡΟΥ	II
		Δ. ΑΓΡΙΝΙΟΥ	II
		Δ. ΑΙΤΩΛΙΚΟΥ	II
		Δ. ΑΜΦΙΛΟΧΙΑΣ	II
		Δ. ΑΝΑΚΤΟΡΙΟΥ	II
		Δ. ΑΝΤΙΡΡΙΟΥ	II
		Δ. ΑΠΟΔΟΤΙΑΣ	II
		Δ. ΑΡΑΚΥΝΘΟΥ	II
		Δ. ΑΣΤΑΚΟΥ	II
		Δ. ΘΕΡΜΟΥ	II
		Δ. ΘΕΣΤΙΩΝ	II
		Δ. ΙΕΡΑΣ ΠΟΛΗΣ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ	II
		Δ. ΙΝΑΧΟΥ	II
		Δ. ΜΑΚΡΥΝΕΙΑΣ	II
		Δ. ΜΕΔΕΩΝΟΣ	II
		Δ. ΜΕΝΙΔΙΟΥ	II
		Δ. ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ	II
		Δ. ΝΕΑΠΟΛΗΣ	II
		Δ. ΟΙΝΙΑΔΩΝ	II
		Δ. ΠΑΝΑΙΤΩΛΙΚΟΥ	II

2	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	Δ. ΠΑΡΑΒΟΛΑΣ	
		Δ. ΠΑΡΑΚΑΜΠΥΛΙΩΝ	
		Δ. ΠΛΑΤΑΝΟΥ	
		Δ. ΠΥΛΛΗΝΗΣ	
		Δ. ΣΤΡΑΤΟΥ	
		Δ. ΦΥΤΕΙΩΝ	
		Δ. ΧΑΛΚΕΙΑΣ	
		Δ. ΑΛΥΖΙΑΣ	
		Δ. ΚΕΚΡΟΠΙΑΣ	
		3	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
Δ. ΒΑΡΗΣ			
Δ. ΒΟΥΛΑΣ			
Δ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ			
Δ. ΓΕΡΑΚΑ			
Δ. ΓΛΥΚΩΝ ΝΕΡΩΝ			
Δ. ΚΑΛΥΒΙΩΝ ΘΟΡΙΚΟΥ			
Δ. ΚΕΡΑΤΕΑΣ			
Δ. ΚΡΩΠΙΑΣ			
Δ. ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ			
Δ. ΜΑΡΑΘΩΝΟΣ			
Δ. ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ			
Δ. ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ			
Δ. ΠΑΙΑΝΙΑΣ			
Δ. ΠΑΛΛΗΝΗΣ			
Δ. ΡΑΦΗΝΑΣ			
Δ. ΣΠΑΤΩΝ ΛΟΥΤΣΑΣ			
Κ. ΑΓΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ			
Κ. ΑΝΑΒΥΣΣΟΥ			
Κ. ΑΝΘΟΥΣΗΣ			
Κ. ΑΝΟΙΞΕΩΣ			
Κ. ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΥ			
Κ. ΔΙΟΝΥΣΟΥ			
Κ. ΔΡΟΣΙΑΣ			
Κ. ΚΟΥΒΑΡΑ			
Κ. ΠΑΛΑΙΑΣ ΦΩΚΑΙΑΣ			
Κ. ΠΙΚΕΡΜΙΟΥ			
Κ. ΡΟΔΟΠΟΛΕΩΣ			
Κ. ΣΑΡΩΝΙΔΟΣ			
Κ. ΣΤΑΜΑΤΑΣ			
Δ. ΑΓΙΟΥ ΣΤΕΦΑΝΟΥ			
Δ. ΑΥΛΩΝΟΣ			
Δ. ΑΧΑΡΝΩΝ			
Κ. ΑΦΙΔΝΩΝ			
Κ. ΒΑΡΝΑΒΑ			
Κ. ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΩΝ			
Κ. ΚΑΛΑΜΟΥ			
Κ. ΚΑΠΑΝΔΡΙΤΙΟΥ			
Κ. ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ			
Κ. ΜΑΛΑΚΑΣΗΣ			
Κ. ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΩΡΩΠΟΥ			
Κ. ΝΕΩΝ ΠΑΛΑΤΙΩΝ			
Κ. ΠΟΛΥΔΕΝΔΡΙΟΥ			
Κ. ΣΚΑΛΑΣ ΩΡΩΠΟΥ			
Κ. ΣΥΚΑΜΙΝΟΥ			
Κ. ΩΡΩΠΟΥ			
4	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	Δ. ΑΡΓΟΥΣ	
		Δ. ΕΡΜΙΟΝΗΣ	
		Δ. ΚΡΑΝΙΔΙΟΥ	
		Δ. ΛΕΡΝΑΣ	
		Δ. ΝΑΥΠΛΙΟΥ	
		Δ. ΝΕΑΣ ΚΙΟΥ	
		Κ. ΑΧΛΑΔΟΚΑΜΠΟΥ	
		Δ. ΑΣΙΝΗΣ	
		Δ. ΑΣΚΛΗΠΕΙΟΥ	
		Δ. ΕΠΙΔΑΥΡΟΥ	
		Δ. ΚΟΥΤΣΟΠΟΔΙΟΥ	
		Δ. ΛΥΡΚΕΙΑΣ	
		Δ. ΜΙΔΕΑΣ	
5	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	Δ. ΑΠΟΛΛΩΝΟΣ	
		Δ. ΒΑΛΤΕΤΣΙΟΥ	
		Δ. ΒΟΡΕΙΑΣ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ	
		Κ. ΑΛΕΑΣ	
		Δ. ΓΟΡΤΥΝΟΣ	

5	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	Δ. ΔΗΜΗΤΣΑΝΑΣ	
		Δ. ΗΡΑΙΑΣ	
		Δ. ΚΟΡΥΘΙΟΥ	
		Δ. ΛΕΩΝΙΔΙΟΥ	
		Δ. ΣΚΥΡΙΤΙΔΑΣ	
		Δ. ΤΕΓΕΑΣ	
		Δ. ΤΡΙΚΟΛΩΝΩΝ	
		Δ. ΤΡΙΠΟΛΗΣ	
		Δ. ΦΑΛΑΘΟΥ	
		Κ. ΚΟΣΜΑ	
		Δ. ΒΥΤΙΝΑΣ	
		Δ. ΚΛΕΙΤΟΡΟΣ	
		Δ. ΚΟΝΤΟΒΑΖΑΙΝΗΣ	
		Δ. ΛΑΓΚΑΔΙΩΝ	
		Δ. ΛΕΒΙΔΙΟΥ	
		Δ. ΜΑΝΤΙΝΕΙΑΣ	
		Δ. ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ	
Δ. ΤΡΟΠΑΙΩΝ			
Δ. ΦΑΛΛΙΣΙΑΣ			
6	ΑΡΤΑΣ		
7	ΑΧΑΙΑΣ		
8	ΒΟΙΩΤΙΑΣ		
9	ΓΡΕΒΕΝΩΝ		
10	ΔΡΑΜΑΣ		
11	ΔΥΤΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ		
12	ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΣΟΥ	Δ. ΚΑΛΥΜΝΙΩΝ	
		Δ. ΛΕΙΨΩΝ	
		Δ. ΛΕΡΟΥ	
		Δ. ΠΑΤΜΟΥ	
		Κ. ΑΓΑΘΟΝΗΣΙΟΥ	
		Δ. ΑΡΧΑΓΓΕΛΟΥ	
		Δ. ΑΣΤΥΠΑΛΛΙΑΣ	
		Δ. ΑΤΤΑΒΥΡΟΥ	
		Δ. ΑΦΑΝΤΟΥ	
		Δ. ΔΙΚΑΙΟΥ	
		Δ. ΗΡΑΚΛΕΙΔΩΝ	
		Δ. ΙΑΛΥΣΟΥ	
		Δ. ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	
		Δ. ΚΑΜΕΙΡΟΥ	
		Δ. ΚΑΡΠΑΘΟΥ	
		Δ. ΚΑΣΟΥ	
		Δ. ΚΩ	
		Δ. ΛΙΝΔΙΩΝ	
		Δ. ΜΕΓΙΣΤΗΣ	
		Δ. ΝΙΣΥΡΟΥ	
		Δ. ΝΟΤΙΑΣ ΡΟΔΟΥ	
		Δ. ΠΕΤΑΛΟΥΔΩΝ	
		Δ. ΡΟΔΟΥ	
Δ. ΣΥΜΗΣ			
Δ. ΤΗΛΟΥ			
Δ. ΧΑΛΚΗΣ			
Κ. ΟΛΥΜΠΟΥ			
13	ΕΒΡΟΥ	Δ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	
		Δ. ΒΥΣΣΑΣ	
		Δ. ΔΙΔΥΜΟΤΕΙΧΟΥ	
		Δ. ΚΥΠΡΙΝΟΥ	
		Δ. ΜΕΤΑΞΑΔΩΝ	
		Δ. ΟΡΕΣΤΙΑΔΟΣ	
		Δ. ΟΡΦΕΑ	
		Δ. ΣΟΥΦΛΙΟΥ	
		Δ. ΤΡΑΙΑΝΟΥΠΟΛΗΣ	
		Δ. ΤΡΙΓΩΝΟΥ	
		Δ. ΤΥΧΕΡΟΥ	
		Δ. ΦΕΡΩΝ	
		Δ. ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ	
14	ΕΥΒΟΙΑΣ	Δ. ΑΜΑΡΥΝΘΙΩΝ	
		Δ. ΑΥΛΩΝΟΣ ΕΥΒΟΙΑΣ	
		Δ. ΔΙΡΦΩΩΝ	
		Δ. ΔΥΣΤΙΩΝ	
		Δ. ΚΑΡΥΣΤΟΥ	
		Δ. ΚΟΝΙΣΤΡΩΝ	
		Δ. ΚΥΜΗΣ	
		Δ. ΜΑΡΜΑΡΙΟΥ	
Δ. ΣΤΥΡΑΙΩΝ			
Δ. ΤΑΜΙΝΑΙΩΝ			

14	ΕΥΒΟΙΑΣ	Κ. ΚΑΦΗΡΕΩΣ	I
		Δ. ΑΙΔΗΨΟΥ	II
		Δ. ΑΝΘΗΔΩΝΟΣ	II
		Δ. ΑΡΤΕΜΙΣΙΟΥ	II
		Δ. ΑΥΛΙΔΟΣ	II
		Δ. ΕΛΥΜΝΙΩΝ	II
		Δ. ΕΡΕΤΡΙΑΣ	II
		Δ. ΙΣΤΙΑΙΑΣ	II
		Δ. ΚΗΡΕΩΣ	II
		Δ. ΛΗΛΑΝΤΙΩΝ	II
		Δ. ΜΕΣΣΑΠΙΩΝ	II
		Δ. ΝΕΑΣ ΑΡΤΑΚΗΣ	II
		Δ. ΝΗΛΕΩΣ	II
		Δ. ΣΚΥΡΟΥ	II
		Δ. ΧΑΛΚΙΔΕΩΝ	II
		Δ. ΩΡΕΩΝ	II
	Κ. ΛΙΧΑΔΟΣ	II	
15	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ		II
16	ΖΑΚΥΝΘΟΥ		III
17	ΗΛΕΙΑΣ	Δ. ΑΛΙΦΕΙΡΑΣ	I
		Δ. ΑΝΔΡΙΤΣΑΙΝΗΣ	I
		Δ. ΑΜΑΛΙΑΔΟΣ	II
		Δ. ΑΝΔΡΑΒΙΔΑΣ	II
		Δ. ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ	II
		Δ. ΒΑΡΘΟΛΟΜΙΟΥ	II
		Δ. ΒΟΥΠΡΑΣΙΑΣ	II
		Δ. ΒΟΛΑΚΟΣ	II
		Δ. ΓΑΣΤΟΥΝΗΣ	II
		Δ. ΖΑΧΑΡΩΣ	II
		Δ. ΙΑΡΔΑΝΟΥ	II
		Δ. ΚΑΣΤΡΟΥ - ΚΥΛΛΗΝΗΣ	II
		Δ. ΛΑΜΠΕΙΑΣ	II
		Δ. ΛΑΣΙΩΝΟΣ	II
		Δ. ΛΕΧΑΙΝΩΝ	II
		Δ. ΠΗΝΕΙΑΣ	II
		Δ. ΠΥΡΓΟΥ	II
		Δ. ΣΚΙΛΛΟΥΝΤΟΣ	II
		Δ. ΤΡΑΓΑΝΟΥ	II
		Δ. ΦΙΓΑΛΕΙΑΣ	II
Δ. ΦΟΛΩΗΣ	II		
Δ. ΩΛΕΝΗΣ	II		
18	ΗΜΑΘΙΑΣ		I
19	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ		II
20	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ		II
21	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	Δ. ΑΓΙΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ	I
		Δ. ΑΓΙΟΥ ΠΑΥΛΟΥ	I
		Δ. ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΩΝ	I
		Δ. ΑΞΙΟΥ	I
		Δ. ΒΑΣΙΛΙΚΩΝ	I
		Δ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ-ΚΟΡΔΕΛΙΟΥ	I
		Δ. ΕΠΑΝΟΜΗΣ	I
		Δ. ΕΥΟΣΜΟΥ	I
		Δ. ΕΧΕΔΩΡΟΥ	I
		Δ. ΘΕΡΜΑΙΚΟΥ	I
		Δ. ΘΕΡΜΗΣ	I
		Δ. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	I
		Δ. ΚΑΛΑΜΑΡΙΑΣ	I
		Δ. ΚΟΥΦΑΛΙΩΝ	I
		Δ. ΜΕΝΕΜΕΝΗΣ	I
		Δ. ΜΗΧΑΝΙΩΝΑΣ	I
		Δ. ΜΙΚΡΑΣ	I
		Δ. ΝΕΑΠΟΛΕΩΣ	I
		Δ. ΠΑΝΟΡΑΜΑΤΟΣ	I
		Δ. ΠΟΛΙΧΝΗΣ	I
		Δ. ΠΥΛΑΙΑΣ	I
		Δ. ΣΤΑΥΡΟΥΠΟΛΕΩΣ	I
		Δ. ΣΥΚΕΩΝ	I
		Δ. ΤΡΙΑΝΔΡΙΑΣ	I
		Δ. ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ	I
		Δ. ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ	I
		Δ. ΧΟΡΤΙΑΤΗ	I
		Δ. ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ	I
Κ. ΕΥΚΑΡΠΙΑΣ	I		
Κ. ΠΕΥΚΩΝ	I		
Δ. ΑΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ	II		

21	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	Δ. ΑΠΟΛΛΩΝΙΑΣ	
		Δ. ΑΡΕΘΟΥΣΑΣ	
		Δ. ΑΣΣΗΡΟΥ	
		Δ. ΒΕΡΤΙΣΚΟΥ	
		Δ. ΕΓΝΑΤΙΑΣ	
		Δ. ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	
		Δ. ΚΑΛΛΙΝΔΟΙΩΝ	
		Δ. ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ	
		Δ. ΛΑΓΚΑΔΑ	
		Δ. ΛΑΧΑΝΑ	
		Δ. ΜΑΔΥΤΟΥ	
		Δ. ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ	
		Δ. ΡΕΝΤΙΝΑΣ	
		Δ. ΣΟΧΟΥ	
22	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	Δ. ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	
		Δ. ΑΝΑΤΟΛΗΣ	
		Δ. ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΖΑΓΟΡΙΟΥ	
		Δ. ΑΝΩ ΚΑΛΑΜΑ	
		Δ. ΑΝΩ ΠΩΓΩΝΙΟΥ	
		Δ. ΔΩΔΩΝΗΣ	
		Δ. ΕΓΝΑΤΙΑΣ	
		Δ. ΕΚΑΛΗΣ	
		Δ. ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	
		Δ. ΖΙΤΣΑΣ	
		Δ. ΙΩΑΝΝΙΤΩΝ	
		Δ. ΚΑΛΠΑΚΙΟΥ	
		Δ. ΚΑΤΣΑΝΟΧΩΡΙΩΝ	
		Δ. ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΖΑΓΟΡΙΟΥ	
		Δ. ΚΟΝΙΤΣΑΣ	
		Δ. ΜΑΣΤΟΡΟΧΩΡΙΩΝ	
		Δ. ΜΕΤΣΟΒΟΥ	
		Δ. ΜΠΙΖΑΝΙΟΥ	
		Δ. ΠΑΜΒΩΤΙΔΟΣ	
		Δ. ΠΑΣΑΡΩΝΟΣ	
		Δ. ΠΕΡΑΜΑΤΟΣ	
		Δ. ΤΖΟΥΜΕΡΚΩΝ	
		Δ. ΤΥΜΦΗΣ	
		Κ. ΑΕΤΟΜΗΛΙΤΣΗΣ	
		Κ. ΒΑΘΥΠΕΔΟΥ	
		Κ. ΒΟΒΟΥΣΗΣ	
		Κ. ΔΙΣΤΡΑΤΟΥ	
		Κ. ΜΗΛΕΑΣ	
		Κ. ΝΗΣΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	
		Κ. ΠΑΠΙΓΚΟΥ	
		Κ. ΠΩΓΩΝΙΑΝΗΣ	
		Κ. ΣΙΡΑΚΟΥ	
Κ. ΦΟΥΡΚΑΣ			
Δ. ΔΕΛΒΙΝΑΚΙΟΥ			
Δ. ΔΕΡΒΙΖΙΑΝΩΝ			
Δ. ΜΟΛΟΣΣΩΝ			
Δ. ΠΡΑΜΑΝΤΩΝ			
Δ. ΣΕΛΛΩΝ			
Κ. ΚΑΛΑΡΙΤΩΝ			
Κ. ΛΑΒΔΑΝΗΣ			
Κ. ΜΑΤΣΟΥΚΙΟΥ			
23	ΚΑΒΑΛΑΣ		
24	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ		
25	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ		
26	ΚΕΡΚΥΡΑΣ		
27	ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ		
28	ΚΙΛΚΙΣ	Δ. ΓΟΥΜΕΝΙΣΣΑΣ	
		Κ. ΛΙΒΑΔΙΩΝ	
		Δ. ΑΞΙΟΥΠΟΛΗΣ	
		Δ. ΓΑΛΛΙΚΟΥ	
		Δ. ΔΟΪΡΑΝΗΣ	
		Δ. ΕΥΡΩΠΟΥ	
		Δ. ΚΙΛΚΙΣ	
		Δ. ΚΡΟΥΣΣΩΝ	
		Δ. ΜΟΥΡΙΩΝ	
		Δ. ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗΣ	
		Δ. ΠΟΛΥΚΑΣΤΡΟΥ	
		Δ. ΧΕΡΣΟΥ	
29	ΚΟΖΑΝΗΣ		
29	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ		
30	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	Δ. ΑΝΔΡΟΥ	

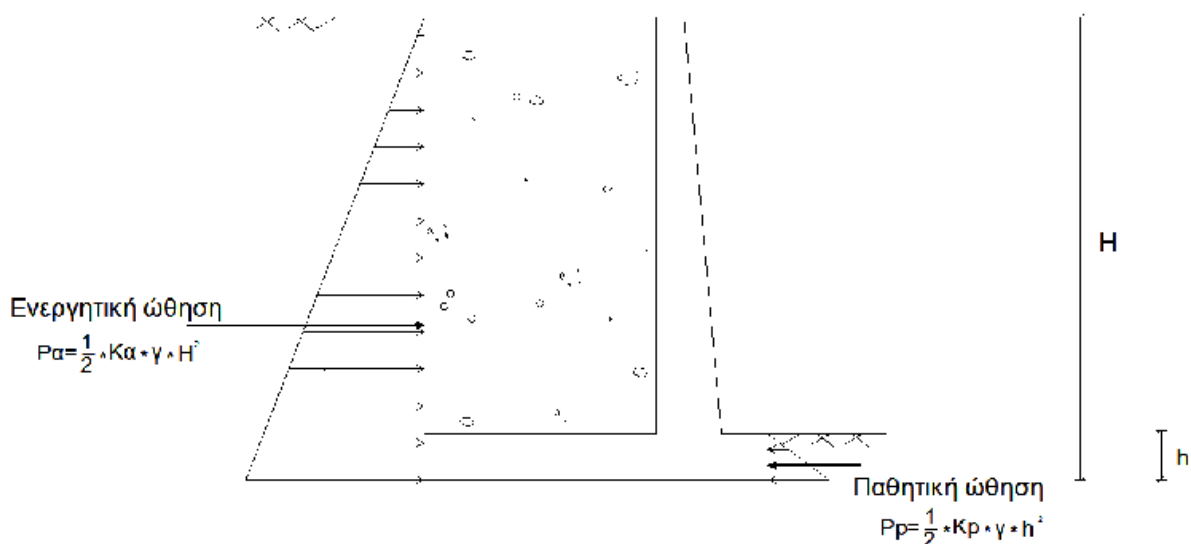
30	ΚΥΚΛΑΔΩΝ	Δ. ΑΝΩ ΣΥΡΟΥ	
		Δ. ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	
		Δ. ΕΞΟΜΒΟΥΡΓΟΥ	
		Δ. ΕΡΜΟΥΠΟΛΕΩΣ	
		Δ. ΚΕΑΣ	
		Δ. ΚΟΡΘΙΟΥ	
		Δ. ΚΥΘΝΟΥ	
		Δ. ΜΗΛΟΥ	
		Δ. ΜΥΚΟΝΟΥ	
		Δ. ΝΑΞΟΥ	
		Δ. ΠΑΡΟΥ	
		Δ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΙΑΣ	
		Δ. ΣΕΡΙΦΟΥ	
		Δ. ΣΙΦΝΟΥ	
		Δ. ΤΗΝΟΥ	
		Δ. ΥΔΡΟΥΣΑΣ	
		Κ. ΑΝΤΙΠΑΡΟΥ	
		Κ. ΔΟΝΟΥΣΗΣ	
		Κ. ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ	
		Κ. ΚΙΜΩΛΟΥ	
		Κ. ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΩΝ	
		Κ. ΠΑΝΟΡΜΟΥ	
		Κ. ΣΙΚΙΝΙΟΥ	
		Κ. ΣΧΟΙΝΟΥΣΣΗΣ	
		Κ. ΦΟΛΕΓΑΝΔΡΟΥ	
		Δ. ΑΜΟΡΓΟΥ	
		Δ. ΘΗΡΑΣ	
		Δ. ΙΗΤΩΝ	
		Κ. ΑΝΑΦΗΣ	
		Κ. ΟΙΑΣ	
		31	ΛΑΚΩΝΙΑΣ
Δ. ΒΟΙΩΝ			
Δ. ΓΕΡΟΝΘΡΩΝ			
Δ. ΕΛΟΥΣ			
Δ. ΖΑΡΑΚΑ			
Δ. ΘΕΡΑΠΝΩΝ			
Δ. ΚΡΟΚΕΩΝ			
Δ. ΜΟΛΑΩΝ			
Δ. ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑΣ			
Δ. ΝΙΑΤΩΝ			
Δ. ΟΙΝΟΥΝΤΟΣ			
Δ. ΠΕΛΛΑΝΑΣ			
Δ. ΣΚΑΛΑΣ			
Κ. ΕΛΑΦΟΝΗΣΟΥ			
Κ. ΚΑΡΥΩΝ			
Δ. ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΝΗΣ			
Δ. ΓΥΘΕΙΟΥ			
Δ. ΜΥΣΤΡΑ			
Δ. ΟΙΤΥΛΟΥ			
Δ. ΣΜΥΝΟΥΣ			
Δ. ΣΠΑΡΤΗΣ			
Δ. ΦΑΡΙΔΟΣ			
32	ΛΑΡΙΣΑΣ		
		Δ. ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ	
		Δ. ΓΟΝΝΩΝ	
		Δ. ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	
		Δ. ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	
		Δ. ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ	
		Δ. ΛΙΒΑΔΙΟΥ	
		Δ. ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	
		Δ. ΝΕΣΣΩΝΟΣ	
		Δ. ΟΛΥΜΠΟΥ	
		Δ. ΠΟΤΑΜΙΑΣ	
		Δ. ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ	
		Δ. ΤΥΡΝΑΒΟΥ	
		Κ. ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ	
		Κ. ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΗΣ	
		Κ. ΚΑΡΥΑΣ	
		Δ. ΑΓΙΑΣ	
		Δ. ΑΡΜΕΝΙΟΥ	
		Δ. ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ	
		Δ. ΕΝΙΠΠΕΑ	
		Δ. ΚΙΛΕΛΕΡ	
		Δ. ΚΟΙΛΑΔΑΣ	
		Δ. ΚΡΑΝΝΩΝΟΣ	

46	ΣΕΡΡΩΝ	Δ. ΑΛΙΣΤΡΑΤΗΣ			
		Δ. ΑΜΦΙΠΟΛΗΣ			
		Δ. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΠΑΠΠΑ			
		Δ. ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ			
		Δ. ΚΟΡΜΙΣΤΑΣ			
		Δ. ΛΕΥΚΩΝΑ			
		Δ. ΝΕΑΣ ΖΙΧΝΗΣ			
		Δ. ΠΕΤΡΙΤΣΙΟΥ			
		Δ. ΠΡΩΤΗΣ			
		Δ. ΡΟΔΟΛΙΒΟΥΣ			
		Δ. ΣΕΡΡΩΝ			
		Δ. ΣΙΔΗΡΟΚΑΣΤΡΟΥ			
		Δ. ΣΚΟΤΟΥΣΣΗΣ			
		Δ. ΣΤΡΥΜΩΝΑ			
		Κ. ΑΓΚΙΣΤΡΟΥ			
		Κ. ΑΝΩ ΒΡΟΝΤΟΥΣ			
		Κ. ΑΧΛΑΔΟΧΩΡΙΟΥ			
		Κ. ΟΡΕΙΝΗΣ			
		Κ. ΠΡΟΜΑΧΩΝΟΣ			
		Δ. ΑΧΙΝΟΥ			
		Δ. ΒΙΣΑΛΤΙΑΣ			
		Δ. ΚΑΤΩ ΜΗΤΡΟΥΣΙΟΥ			
		Δ. ΚΕΡΚΙΝΗΣ			
		Δ. ΝΙΓΡΙΤΗΣ			
		Δ. ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ			
		Δ. ΣΤΡΥΜΩΝΙΚΟΥ			
		Δ. ΤΡΑΓΙΛΟΥ			
		47	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	Δ. ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ	
				Δ. ΓΟΜΦΩΝ	
				Δ. ΚΑΛΑΜΠΑΚΑΣ	
Δ. ΚΑΛΛΙΔΕΝΔΡΟΥ					
Δ. ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ					
Δ. ΚΛΕΙΝΟΒΟΥ					
Δ. ΚΟΖΙΑΚΑ					
Δ. ΜΑΛΑΚΑΣΙΟΥ					
Δ. ΠΑΛΗΟΚΑΣΤΡΟΥ					
Δ. ΠΑΡΑΛΗΘΑΙΩΝ					
Δ. ΠΙΑΛΕΙΩΝ					
Δ. ΠΥΛΗΣ					
Δ. ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ					
Δ. ΤΥΜΦΑΙΩΝ					
Δ. ΦΑΛΩΡΕΙΑΣ					
Δ. ΧΑΣΙΩΝ					
Δ. ΑΙΘΗΚΩΝ					
Δ. ΕΣΤΙΑΙΩΤΙΔΑΣ					
Δ. ΜΕΓΑΛΩΝ ΚΑΛΥΒΙΩΝ					
Δ. ΟΙΧΑΛΙΑΣ					
Δ. ΠΕΛΙΝΝΑΙΩΝ					
Δ. ΠΥΝΔΑΙΩΝ					
Δ. ΦΑΡΚΑΔΟΝΑΣ					
Κ. ΑΣΠΡΟΠΟΤΑΜΟΥ					
Κ. ΜΥΡΟΦΥΛΛΟΥ					
Κ. ΝΕΡΑΙΔΑΣ					
48	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ				
49	ΦΛΩΡΙΝΗΣ				
50	ΦΩΚΙΔΑΣ				
51	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	Δ. ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΕΙΑΣ			
		Δ. ΚΑΣΣΑΝΔΡΑΣ			
		Δ. ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ			
		Δ. ΠΑΛΛΗΝΗΣ			
		Δ. ΤΡΙΓΛΙΑΣ			
		Δ. ΑΓΙΟΝ ΟΡΟΣ			
		Δ. ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ			
		Δ. ΑΡΝΑΙΑΣ			
		Δ. ΖΕΡΒΟΧΩΡΙΩΝ			
		Δ. ΟΡΜΥΛΙΑΣ			
		Δ. ΠΑΝΑΓΙΑΣ			
		Δ. ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ			
		Δ. ΣΙΘΩΝΙΑΣ			
		Δ. ΣΤΑΓΥΡΩΝ-ΑΚΑΝΘΟΥ			
Δ. ΤΟΡΩΝΗΣ					
52	ΧΑΝΙΩΝ				
53	ΧΙΟΥ				

2.4 Μέθοδοι εύρεσης ωθήσεων

2.4.1 Ωθήσεις γαιών

Ωθήσεις γαιών στον τοίχο αντιστήριξης είναι οι δυνάμεις που ασκεί το έδαφος στην επιφάνεια του τοίχου αντιστήριξης. Οι ωθήσεις διακρίνονται σε ενεργητικές και παθητικές.



Εικόνα 2.11 – Κατανομή ωθήσεων γαιών σε τοίχο αντιστήριξης κατά Rankine

Ενεργητική ώθηση είναι η ώθηση των γαιών που ασκείται πάνω στον τοίχο αντιστήριξης και τείνει να τον ανατρέψει.

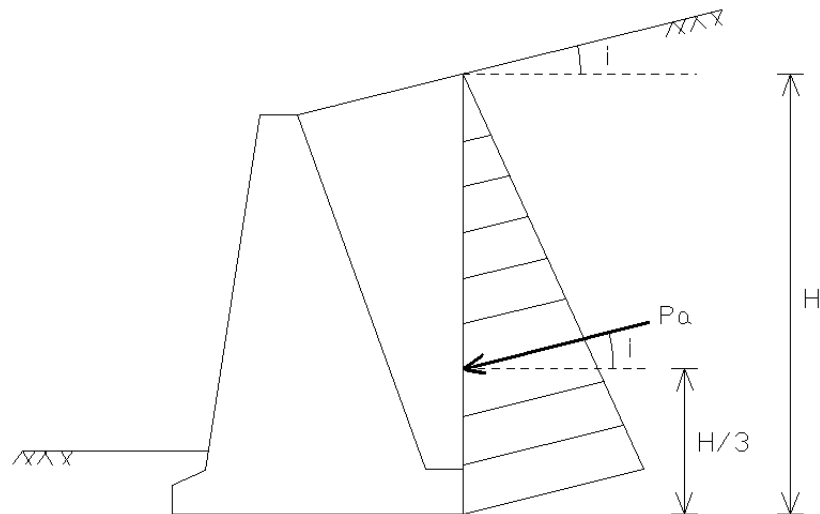
$$P_a = \frac{1}{2} K_a \times \gamma \times H^2 \quad (2.3)$$

Παθητική ώθηση είναι η ώθηση των γαιών που ασκείται στον τοίχο και συμβάλλει στην ευστάθεια του τοίχου.

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \times \gamma \times h^2 \quad (2.4)$$

2.4.2 Μέθοδος Rankine

Στην μέθοδο αυτή η επιφάνεια του τοίχου θεωρείται λεία με αποτέλεσμα θεωρητικά να μην υπάρχει τριβή μεταξύ τοίχου και εδάφους (κάτι που δεν ισχύει στην πραγματικότητα). Επίσης δεν λαμβάνεται υπ' όψιν ο σεισμός. Ως εκ τούτου η μέθοδος αυτή απέχει αρκετά από τις πραγματικές συνθήκες.



Εικόνα 2.12 – Κατανομή ωθήσεων κατά Rankine

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης:

$$K_a = \frac{1 - \sin(\varphi)}{1 + \sin(\varphi)} \quad (2.5)$$

Ενεργητική ώθηση:

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2 - 2 (K_a)^{1/2} c H + 2 \frac{c^2}{\gamma} \quad (2.6)$$

Συντελεστής παθητικής ώθησης:

$$K_p = \frac{1 + \sin(\varphi)}{1 - \sin(\varphi)} \quad (2.7)$$

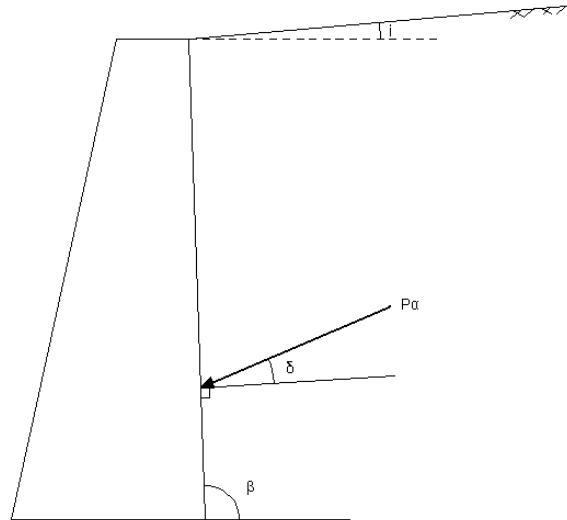
Παθητική ώθηση:

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma H^2 + 2 (K_p)^{1/2} c H \quad (2.8)$$

2.4.3 Μέθοδος Coulomb

Στην μέθοδο Coulomb λαμβάνεται υπ' όψιν η τριβή τοίχου-εδάφους στην επιφάνεια επαφής τους. Η γωνία τριβής τοίχου-εδάφους ονομάζεται δ και η τιμή

κυμαίνεται από $\frac{\varphi}{2}$ έως $\frac{3\varphi}{2}$



Εικόνα 2.13

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης:

$$K_{\alpha} = \left[\frac{\frac{\sin(\beta - \varphi)}{\sin\beta}}{\sqrt{\sin(\beta + \delta)} + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta)\sin(\varphi - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2 \quad (2.9)$$

Όπου

φ : γωνία τριβής εδάφους

δ : γωνία τριβής τοίχου-εδάφους

i : γωνία κλίσης εδάφους

β : γωνία κλίσης επιφάνειας τοίχου σε σχέση με την οριζόντιο

Συντελεστής παθητικής ώθησης :

$$K_p = \frac{1}{K_{\alpha}} \quad (2.10)$$

Ενεργητική ώθηση:

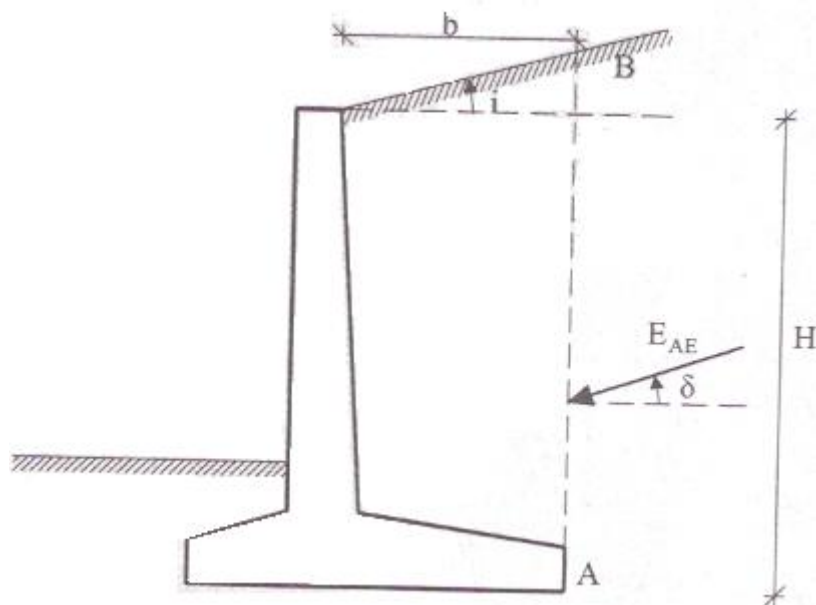
$$P_{\alpha} = \frac{1}{2} K_{\alpha} \gamma H^2 \quad (2.11)$$

Παθητική ώθηση:

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma h^2 \quad (2.12)$$

2.4.4 Μέθοδος Mononobe-Okabe

Η μέθοδος αυτή είναι η πιο πραγματική αφού λαμβάνει υπ' όψιν όχι μόνο την τριβή τοίχου-εδάφους αλλά και την περίπτωση σεισμού.



Εικόνα 2.14

$$K_{\alpha} = \frac{\cos^2(\varphi - \beta - \theta)}{\cos \theta \times \cos^2 \beta \times \cos(\delta + \beta + \theta) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \times \sin(\varphi - i - \theta)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \times \cos(i - \beta)}} \right]} \quad (2.13)$$

Όπου :

φ : γωνία τριβής εδάφους

δ : γωνία τριβής τοίχου-εδάφους $\left(\delta = \frac{\varphi}{2} - \frac{3\varphi}{2} \right)$

i : γωνία κλίσης εδάφους

β : γωνία κλίσης επιφάνειας τοίχου σε σχέση με την κάθετο

$$\theta: \theta = \arctan\left(\frac{\alpha_h}{1 - \alpha_v}\right) \quad (2.14)$$

.

όπου α_h είναι ο οριζόντιος σεισμικός συντελεστής και α_v ο κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής

$$\alpha_v = 0,3 \cdot \alpha_h \quad (2,15)$$

$$\alpha_h = \frac{\alpha}{\alpha_w} \quad (2.16)$$

Ενεργητική ώθηση :

$$P_\alpha = \frac{1}{2} K_\alpha (1 - \alpha_v) \gamma H^2 \quad (2.17)$$

Συντελεστής παθητικής ώθησης :

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta + \beta)}{\cos\theta \cos^2\beta \cos(\delta - \beta + \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta)\sin(\varphi - \theta + i)}{\cos(\delta - \beta + \theta)\cos(i - \beta)}} \right]^2} \quad (2.18)$$

Παθητική ώθηση :

$$P_p = \frac{1}{2} K_p (1 - \alpha_v) \gamma h^2 \quad (2.19)$$

Κεφάλαιο 3 Έλεγχος προγράμματος «Τοίχος αντιστήριξης»

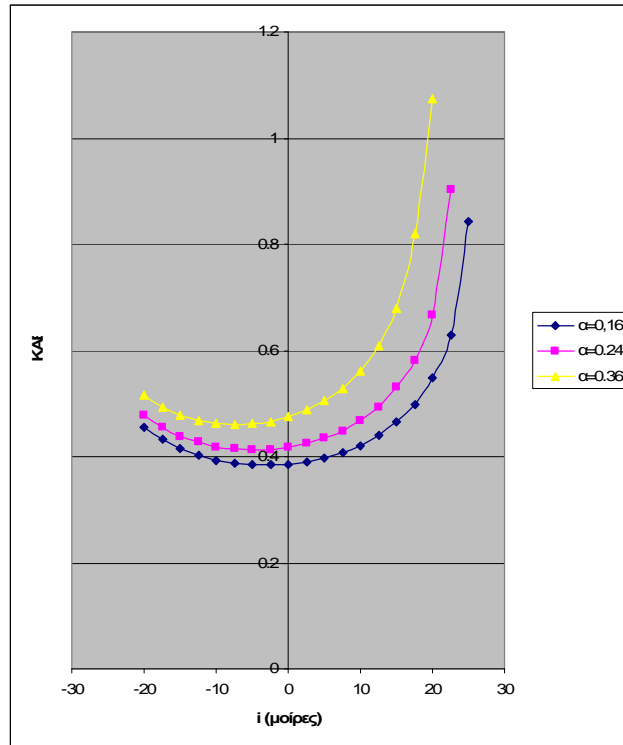
3.1 Εισαγωγή

Προκειμένου να ελεγχθεί το πρόγραμμα «Τοίχος Αντιστήριξης» έγινε σύγκριση της τιμής του συντελεστή K_{ae} που προκύπτει από το πρόγραμμα «Τοίχος Αντιστήριξης» με την αντίστοιχη τιμή του συντελεστή που προκύπτει από την μέθοδο Mononobe-Okabe, όπως αυτή εμφανίζεται στον ΕΑΚ 2000. Επίσης παρατίθενται τα συγκριτικά αποτελέσματα σε μορφή διαγραμμάτων.

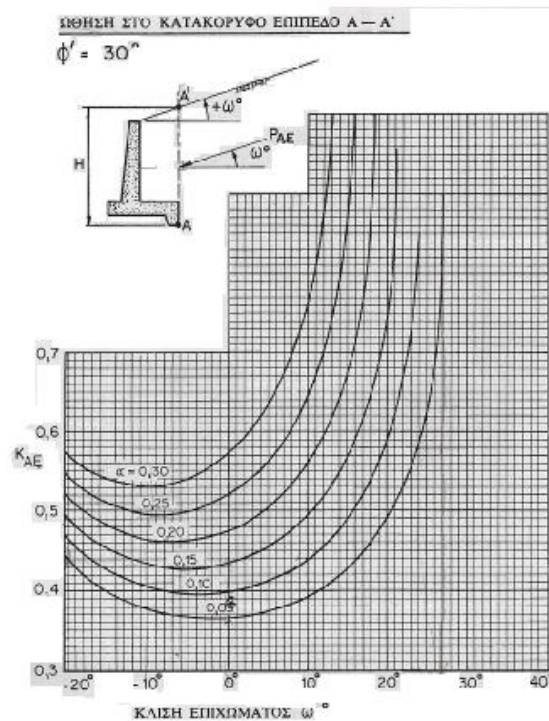
Επιπρόσθετα στον παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται παρατηρήσεις σχετικά με την ορθή λειτουργία του προγράμματος «Τοίχος Αντιστήριξης».

3.2 Έλεγχος της ορθότητας του υπολογισμού του συντελεστή K_{ae}

Για τον έλεγχο της ορθότητας υπολογισμού του συντελεστή K_{ae} από το πρόγραμμα «Τοίχος Αντιστήριξης» πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις μεταξύ των αποτελεσμάτων του προγράμματος «Τοίχος Αντιστήριξης» και των τιμών όπως προκύπτουν από υπολογισμούς μέσω του Excel. Οι υπολογισμοί που έγιναν με το Excel διασταυρώθηκαν για την ορθότητα τους με τα διαγράμματα που περιέχονται στο βιβλίο του Dowrick. Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται τιμές του K_{ae} σε αντιστοιχία με το διάγραμμα του Dowrick και για τις τρεις ωφέλιμες τιμές που αντιστοιχούν στις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας του ΕΑΚ $\alpha=0,16$ $\alpha=0,24$ $\alpha=0,36$.



Διάγραμμα 3.1 Διάγραμμα συντελεστή K_{AE} συναρτήσει της κλίσης εδάφους πίσω από τον τοίχο για τους τρεις σεισμικούς συντελεστές με γωνία εσωτερικής τριβής $\phi=30^\circ$



Διάγραμμα 3.2 Διάγραμμα συντελεστή K_{AE} συναρτήσει της κλίσης εδάφους πίσω από τον τοίχο για τους τρεις σεισμικούς συντελεστές με γωνία εσωτερικής τριβής $\phi=30^\circ$ από Dworick

Από την σύγκριση των διαγραμμάτων Διάγραμμα 3.1 Διάγραμμα 3.2 φαίνεται ότι υπάρχει συμφωνία στις τιμές.

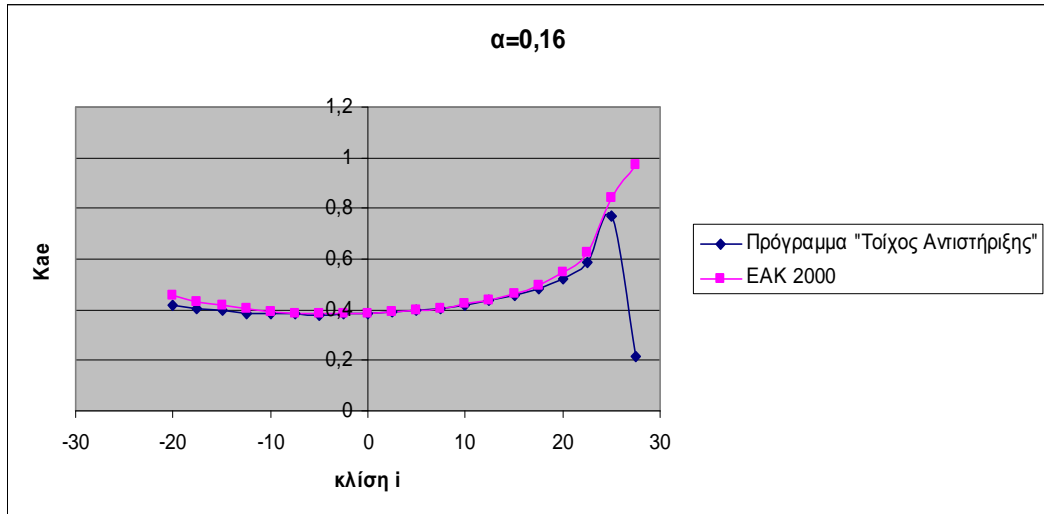
Ακολούθως έγιναν συγκρίσεις μεταξύ των τιμών που προκύπτουν από το πρόγραμμα «Τοίχος Αντιστήριξης» και των αναλυτικών υπολογισμών του ΕΑΚ. Οι αναλυτικοί υπολογισμοί έγιναν για διάφορες τιμές του σεισμικού συντελεστή εδαφικής επιτάχυνσης α , της εσωτερικής γωνίας τριβής φ , και της κλίσης εδάφους πίσω από τον τοίχο i Πίνακας 3.1. Ο υπολογισμός του συντελεστή K_{AE} έγινε σύμφωνα με την σχέση (3.1)

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \beta)}{\cos\theta \times \cos^2\beta \times \cos(\delta + \beta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \times \sin(\varphi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \times \cos(i - \beta)}} \right]^2} \quad (3.1)$$

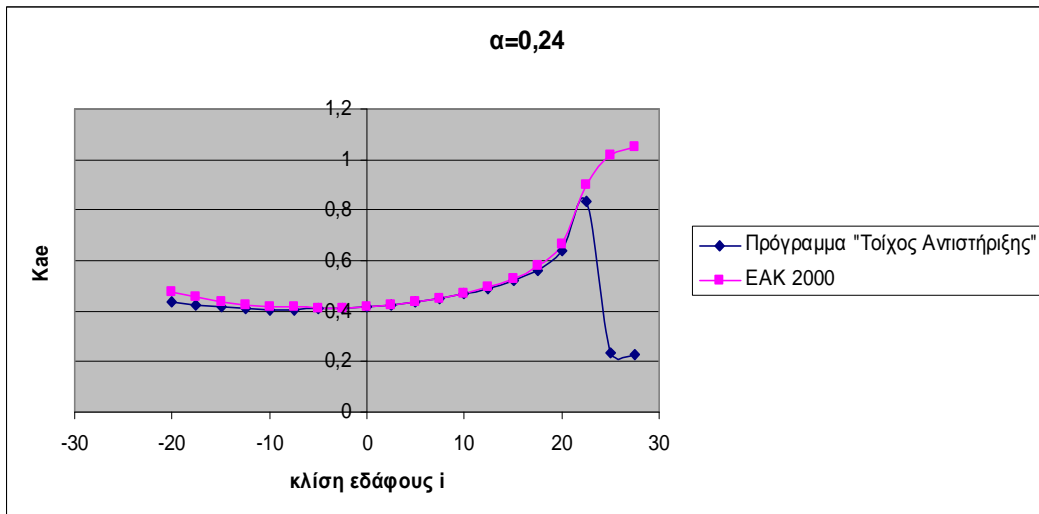
φ	α	i
30	0.16	-20 έως 30
	0.24	
	0.36	
40	0.16	
	0.24	
	0.36	

Πίνακας 3.1 τιμές παραμέτρων για τον υπολογισμό του συντελεστή K_{AE}

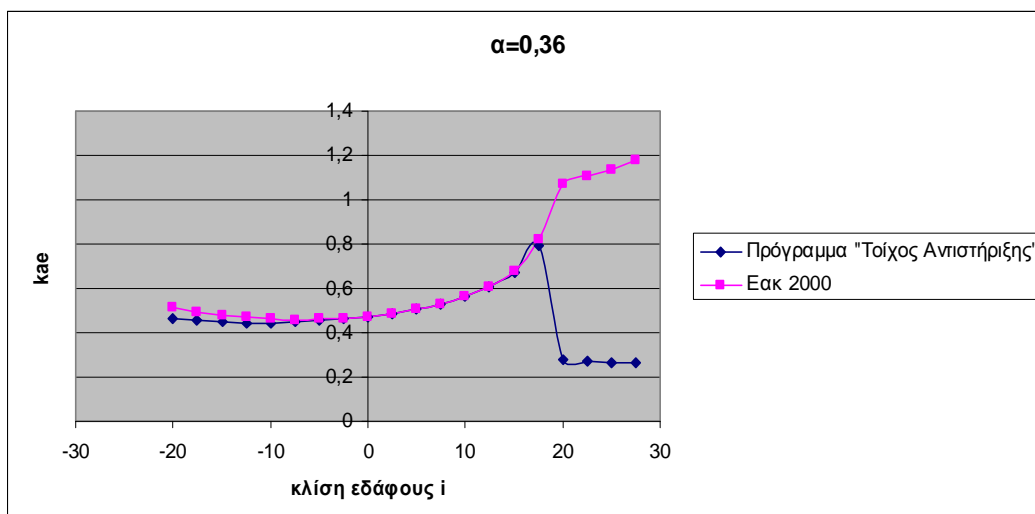
Τα συγκριτικά αποτελέσματα, για τους δύο διαφορετικούς τρόπους υπολογισμού του συντελεστή K_{AE} , παρουσιάζονται με τη μορφή διαγραμμάτων.



Διάγραμμα 3.3 Διάγραμμα συντελεστή Kaε- κλίση εδάφους πίσω από τον τοίχο i για α=0.16 και φ=30



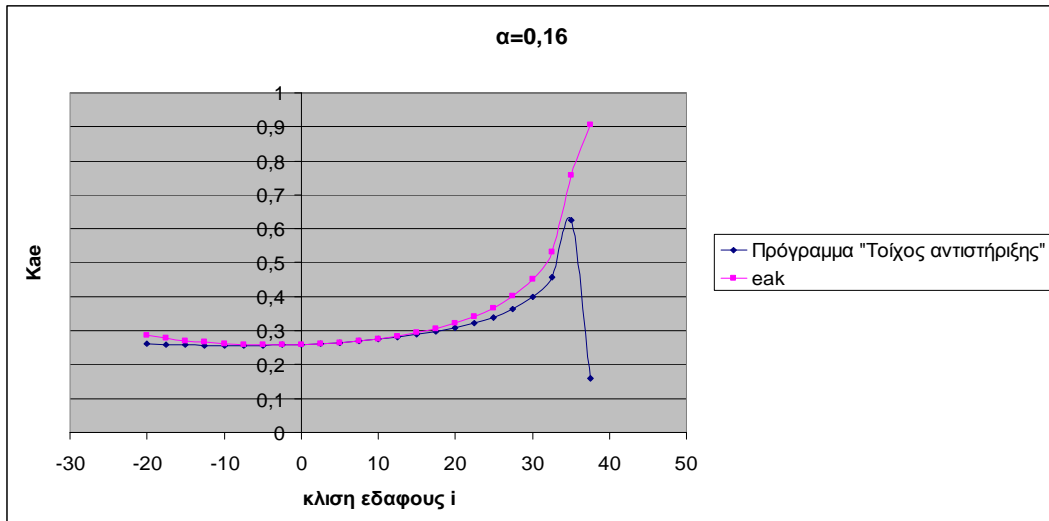
Διάγραμμα 3.4 Διάγραμμα συντελεστή Kaε- κλίση εδάφους πίσω από τον τοίχο i για α=0.24 και φ=30



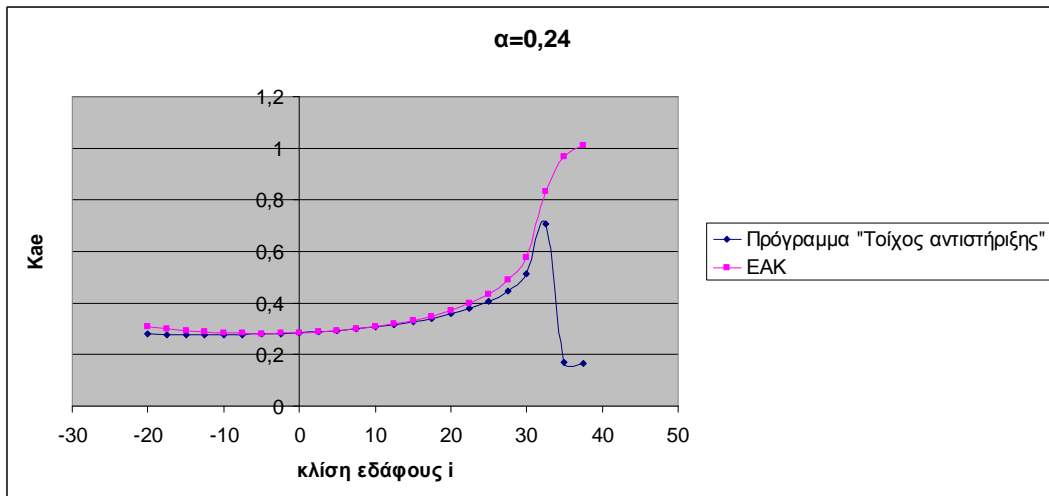
Διάγραμμα 3.5 Διάγραμμα συντελεστή $K_{αε}$ - κλίση εδάφους πίσω από τον τοίχο i για $α=0,36$ και $φ=30$

Όλα τα διαγράμματα εμφανίζουν παρόμοια μορφή και κανένα δεν φαίνεται να αποκλίνει σημαντικά από τα υπόλοιπα. Και στις τρεις περιπτώσεις παρατηρείται ότι μέχρι την τιμή κλίσης εδάφους $i < φ-θ$ τα αποτελέσματα από την επίλυση με το πρόγραμμα «Τοίχος Αντιστήριξης» σχεδόν ταυτίζονται με αυτά που έχουν προκύψει από τους αναλυτικούς υπολογισμούς με την μέθοδο Mononobe-Okabe (EAK 2000).

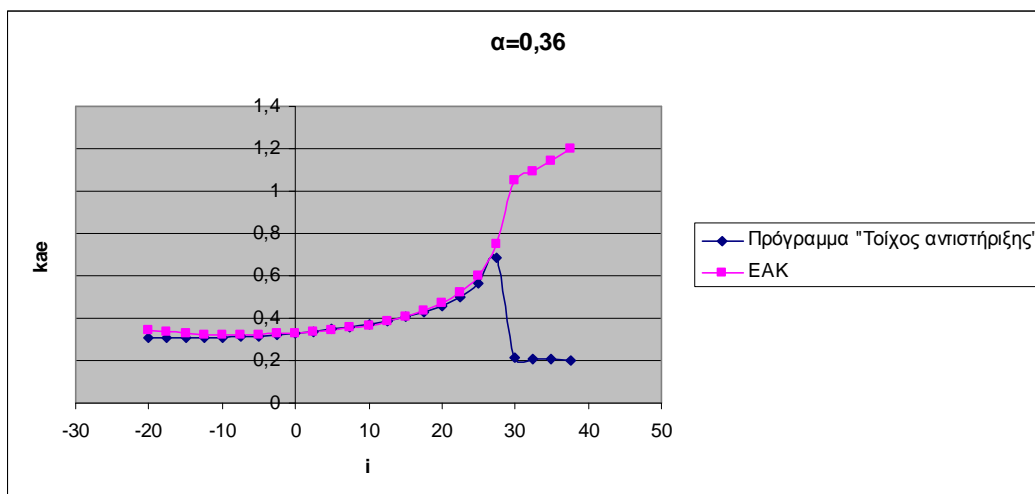
Και στα τρία διαγράμματα παρατηρείται ότι από μια τιμή και πέρα τα αποτελέσματα βρίσκονται σε πλήρη ασυμφωνία. Η ασυμφωνία στα αποτελέσματα εμφανίζεται όταν ο όρος $\sin(φ-θ-i)$ της εξίσωσης (3.1) παίρνει αρνητικές τιμές. Κατά τους αναλυτικούς υπολογισμούς στις περιπτώσεις που το $\sin(φ-θ-i)$ έπαιρνε αρνητικές τιμές θεωρήθηκε τελικώς η τιμή του ίση με το μηδέν, σύμφωνα με τον EAK 2000.



Διάγραμμα 3.6 Διάγραμμα συντελεστή K_{ae} - κλίση εδάφους πίσω από τον τοίχο i για $\alpha=0.16$ $\varphi=40$



Διάγραμμα 3.7 Διάγραμμα συντελεστή K_{ae} - κλίση εδάφους πίσω από τον τοίχο i για $\alpha=0.24$ $\varphi=40$



Διάγραμμα 3.8 Διάγραμμα συντελεστή Kαε- κλίση εδάφους πίσω από τον τοίχο i για α=0.36 φ=40

Συγκριτικά με τα διαγράμματα Διάγραμμα 3.3, Διάγραμμα 3.4, Διάγραμμα 3.5 (φ=30), στα διαγράμματα Διάγραμμα 3.6 Διάγραμμα 3.7 και Διάγραμμα 3.8, για γωνία εσωτερικής τριβής φ=40, το σημείο στο οποίο τα συγκρινόμενα αποτελέσματα ξεκινούν να αποκλίνουν μεταξύ τους έχει μετατοπιστεί ελαφρώς προς τα δεξιά. Η μετατόπιση αυτή οφείλεται στο ότι το $\sin(\varphi-\theta-i)$ λαμβάνει αρνητικές τιμές για μεγαλύτερες τιμές του i. Σύμφωνα με τον ΕΑΚ (παράρτημα Δ [2]) «Όταν στη σχέση (3,1) η τιμή του $\sin(\varphi-\theta-i)$ προκύπτει αρνητική επιτρέπεται να λαμβάνεται ίση με 0.» Όμως στα σχόλια του ΕΑΚ παράγραφος 5,3 [6] αναφέρεται «Στο γενικό τύπο (3,1) όταν $\varphi < \theta + i$, το $\sin(\varphi-\theta-i)$ και το αντίστοιχο υπόρριζο γίνονται αρνητικά, επομένως η σχέση Mononobe-Okabe δεν δίνει πραγματική λύση. Το φυσικό νόημα αυτού του περιορισμού είναι ότι για σεισμό που προκαλεί $\varphi > \theta + i$ δεν είναι δυνατή η ισορροπία του πρσανούς με κλίση $i > \varphi - \theta$. Η οριακή σεισμική επιτάχυνση $\alpha_{h,op}$ που αντιστοιχεί σε $\theta = \varphi - i$ είναι η μέγιστη σεισμική επιτάχυνση που μπορεί να αναλυφθεί από τοίχο με χαρακτηριστικό φ και i και ισούται με $\alpha_{h,op} = \tan(\varphi - i) / [1 + 0.30 \tan(\varphi - i)]$. Στην τιμή $\alpha_{h,op}$ αντιστοιχεί η μέγιστη τιμή του συντελεστή ωθήσεων Kαε

$$\max K_{\alpha\epsilon} = \frac{\cos^2(i - \beta)}{\cos(\varphi - i) \cos^2(\beta) \cos(+\beta + \varphi - i)}$$

Συμπερασματικά τιμές μεγαλύτερες του $\max K_{\alpha\epsilon}$ δεν είναι χρήσιμες και οι όποιες αποκλίσεις μεταξύ των τιμών είναι άνευ ενδιαφέροντος. Επιπρόσθετα παρατηρείται ότι και εδώ, πριν από το σημείο απόκλισης, τα αποτελέσματα ουσιαστικά ταυτίζονται.

3.3 Παρατηρήσεις επί του προγράμματος «Τοίχος αντιστήριξης»

3.3.1 Επίλυση τοίχου για στραγγιστές-αστράγγιστες συνθήκες

Κατά την διάρκεια των δοκιμών του προγράμματος προέκυψαν αμφιβολίες ως προς την χρήση του όρου αστράγγιστες συνθήκες και τούτο διότι ο συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση για τις ίδιες διαστάσεις τοίχου, ίδιες εδαφικές παραμέτρους προέκυπτε για αστράγγιστες συνθήκες μεγαλύτερος από ότι για συνθήκες χωρίς υπερπίεση πόρων. Το παράδοξο αυτό αποτέλεσμα προέκυπτε από παρανόηση μεταξύ του συντάκτη του προγράμματος και του χρήστη ως εξής: Ο συντάκτης του προγράμματος εννοούσε το σύμβολο \surd ως άρνηση! Δηλαδή όχι αστράγγιστες συνθήκες. Μετά την διευκρίνιση αυτή και παίρνοντας υπόψη το παράδοξο τούτο συμβολισμό λύθηκαν τα προβλήματα και έγινε δυνατή η περεταίρω διερεύνηση τις ακρίβειας των αποτελεσμάτων. Παρόλα αυτά πρέπει και σ αυτή την παράγραφο να τονίσουμε την απαλοιφή του παράδοξου τούτου συμβολισμού.

Κεφάλαιο 4 Παραμετρική μελέτη

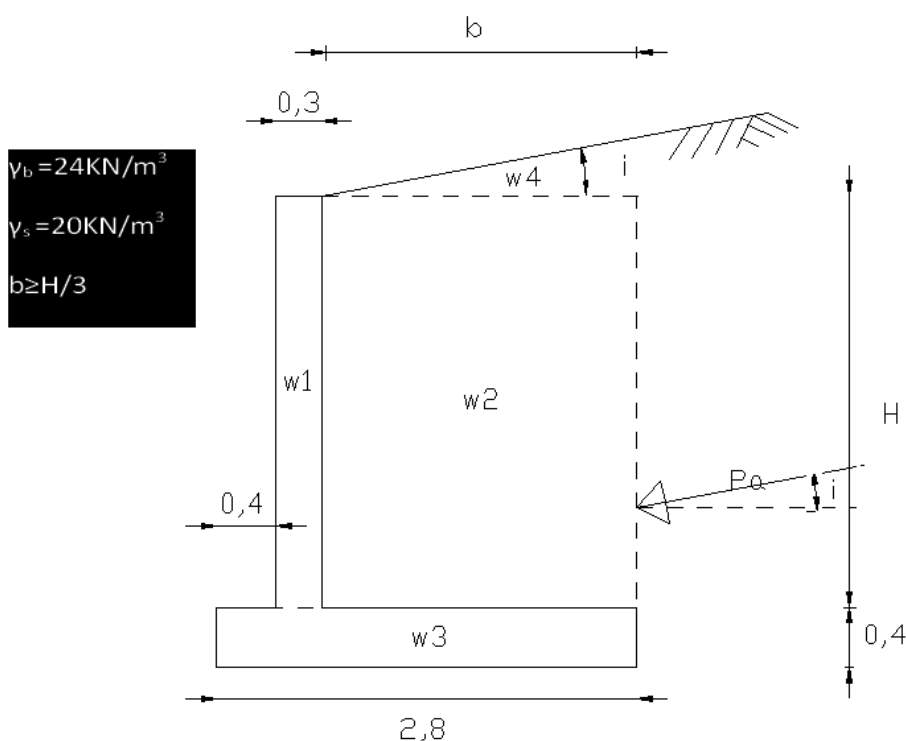
4.1 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο 4 εξετάζεται, μέσα από παραμετρικές αναλύσεις, η μεταβολή της ενεργητικής ώθησης P_a συναρτήσει της γωνίας εσωτερικής τριβής φ και της κλίσης εδάφους όπισθεν του τοίχου για δεδομένο δ , κάθε φορά, συντελεστή σεισμικής επιτάχυνσης a και δεδομένο ύψος τοίχου αντιστήριξης. Η γωνία τριβής μεταξύ τοίχου εδάφους δ είναι ίση με τη κλίση εδάφους i . Επίσης σταθερό παραμένει σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις το ειδικό βάρος εδάφους γ και έχει θεωρηθεί ότι $b \geq H/3$. Σε τοίχους μορφής L (με $b \geq H/3$), αν δεν γίνει ακριβέστερη ανάλυση, η ενεργητική ώθηση θα λαμβάνεται δρώσα στο κατακόρυφο σημείο AB που διέρχεται από την πίσω ακμή του θεμελίου, με παραδοχή $\delta = i$

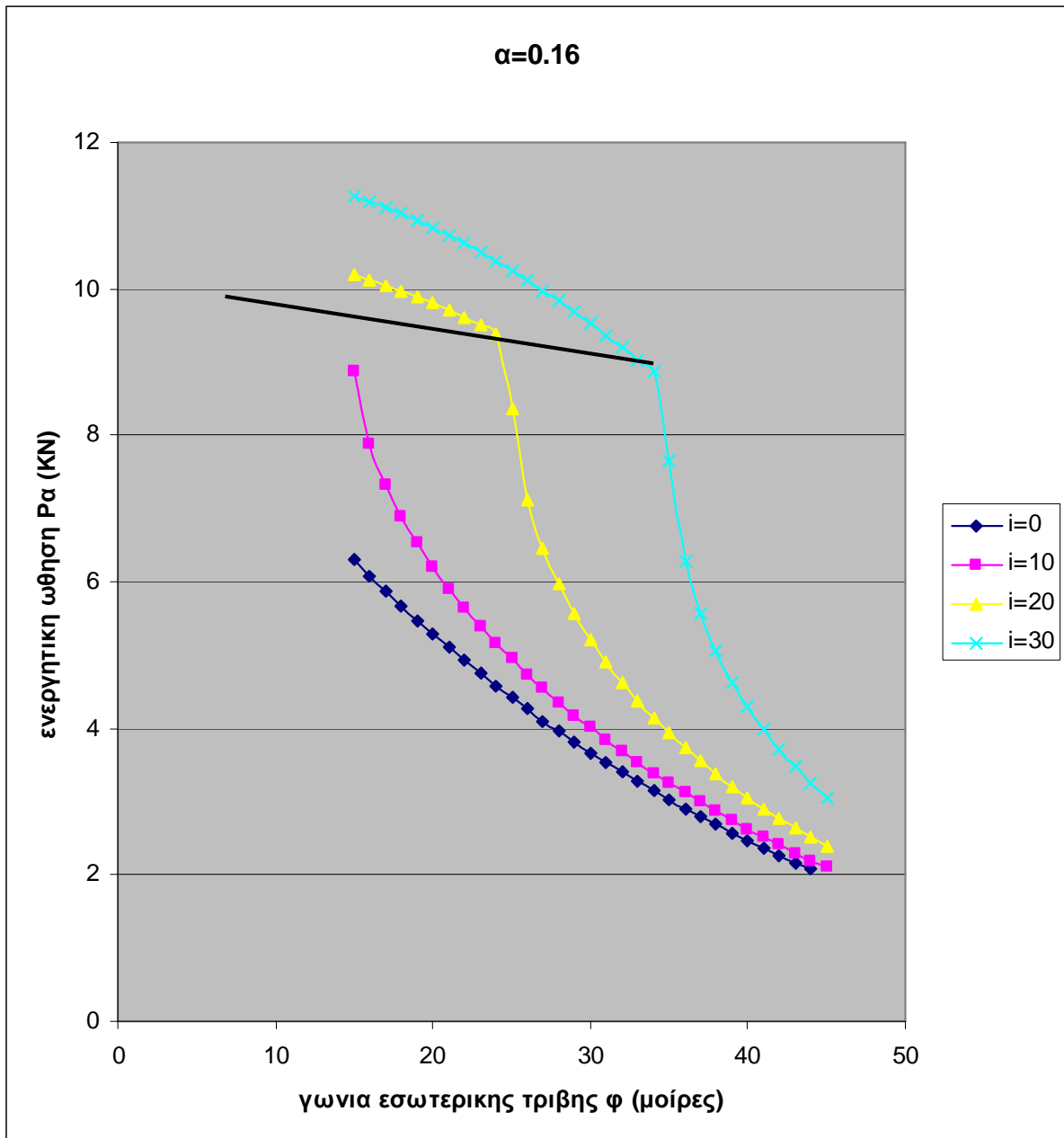
Για όλα τα παρακάτω διαγράμματα το ειδικό βάρος εδάφους έχει ληφθεί $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

Σε κάθε διάγραμμα έχει χαραχθεί η γραμμή $P_{a \max}$. Το $P_{a \max}$ είναι η τιμή του P_a που προκύπτει όταν το $\sin(\varphi - \theta - i) = 0$. Ο τύπος που δίνει το $P_{a \max}$ συναρτήσει του

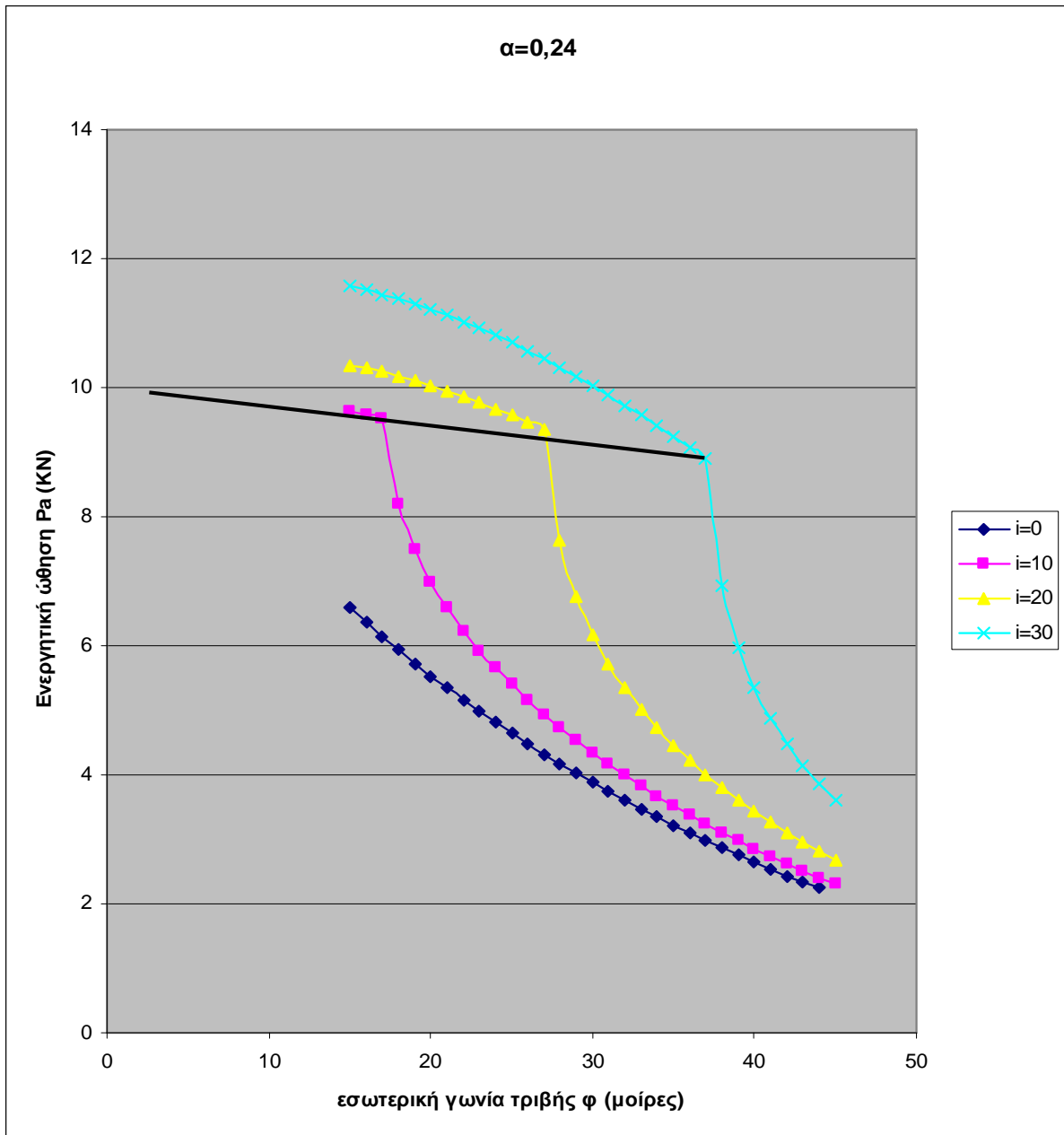
$K_{ae \max}$ είναι $P_{a \max} = 1/2 * g * K_{ae \max} * (1 - a_v) * H_{ol}^2$



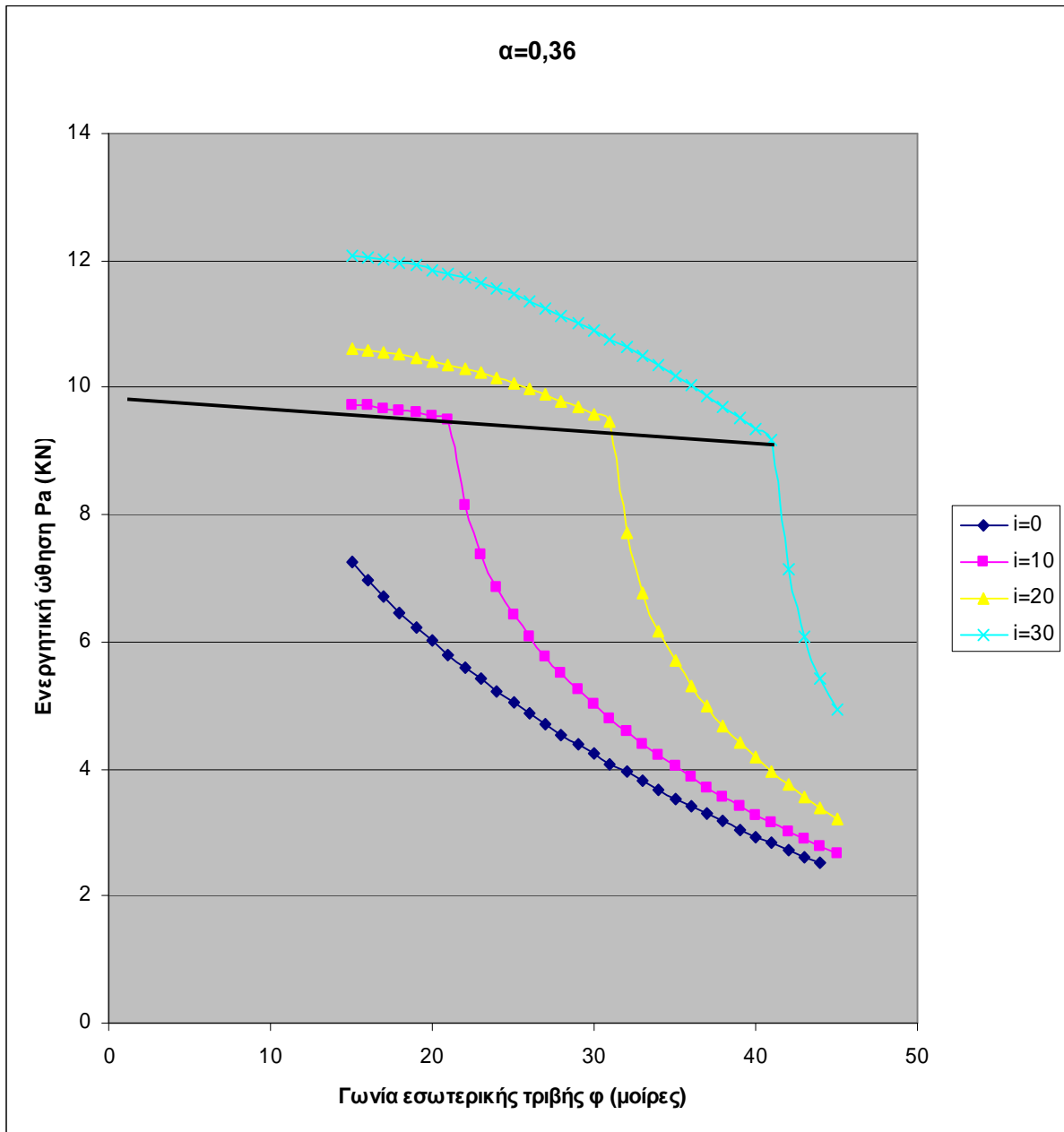
Εικόνα 4.1



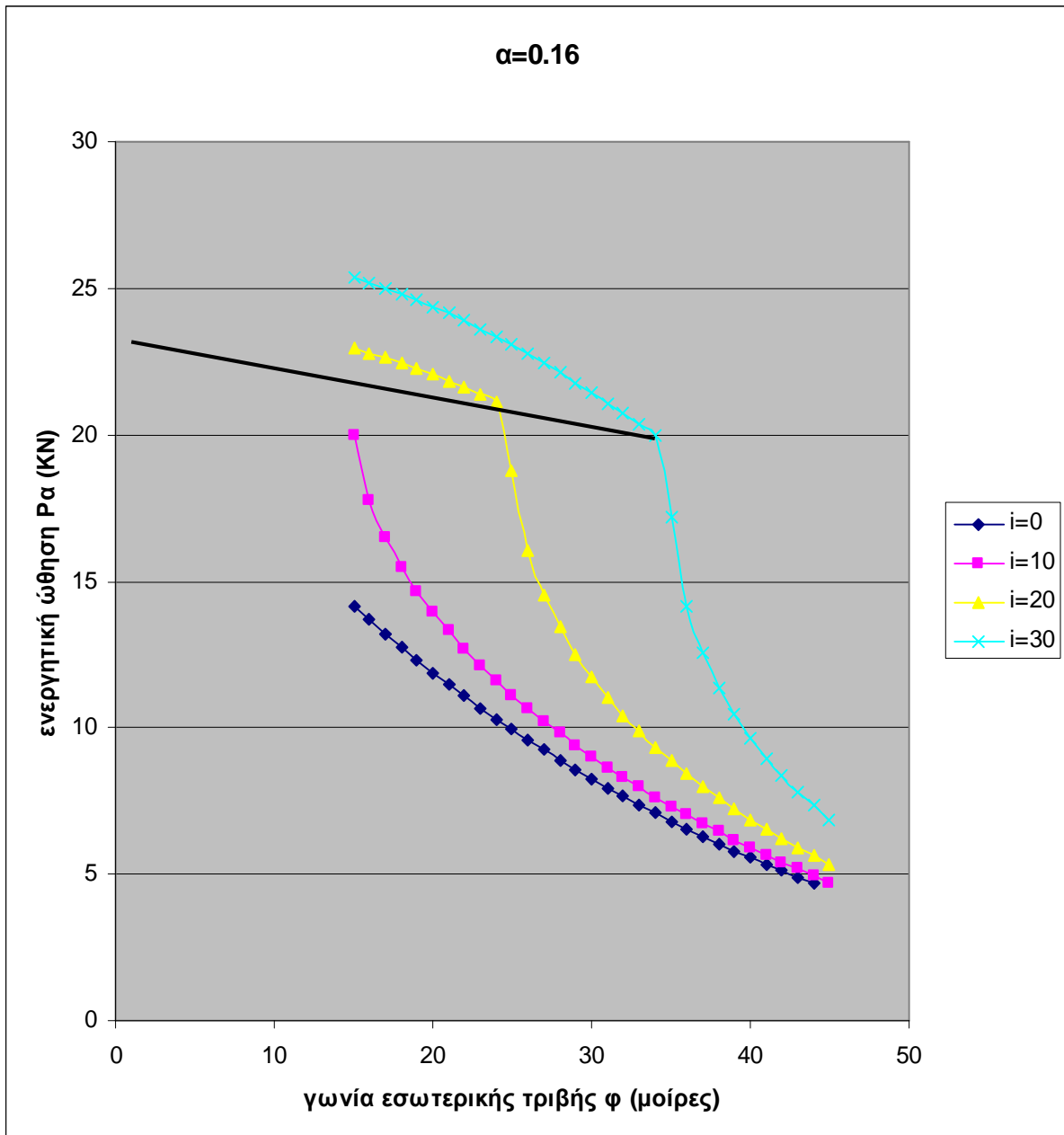
Διάγραμμα 4.1 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=1m$



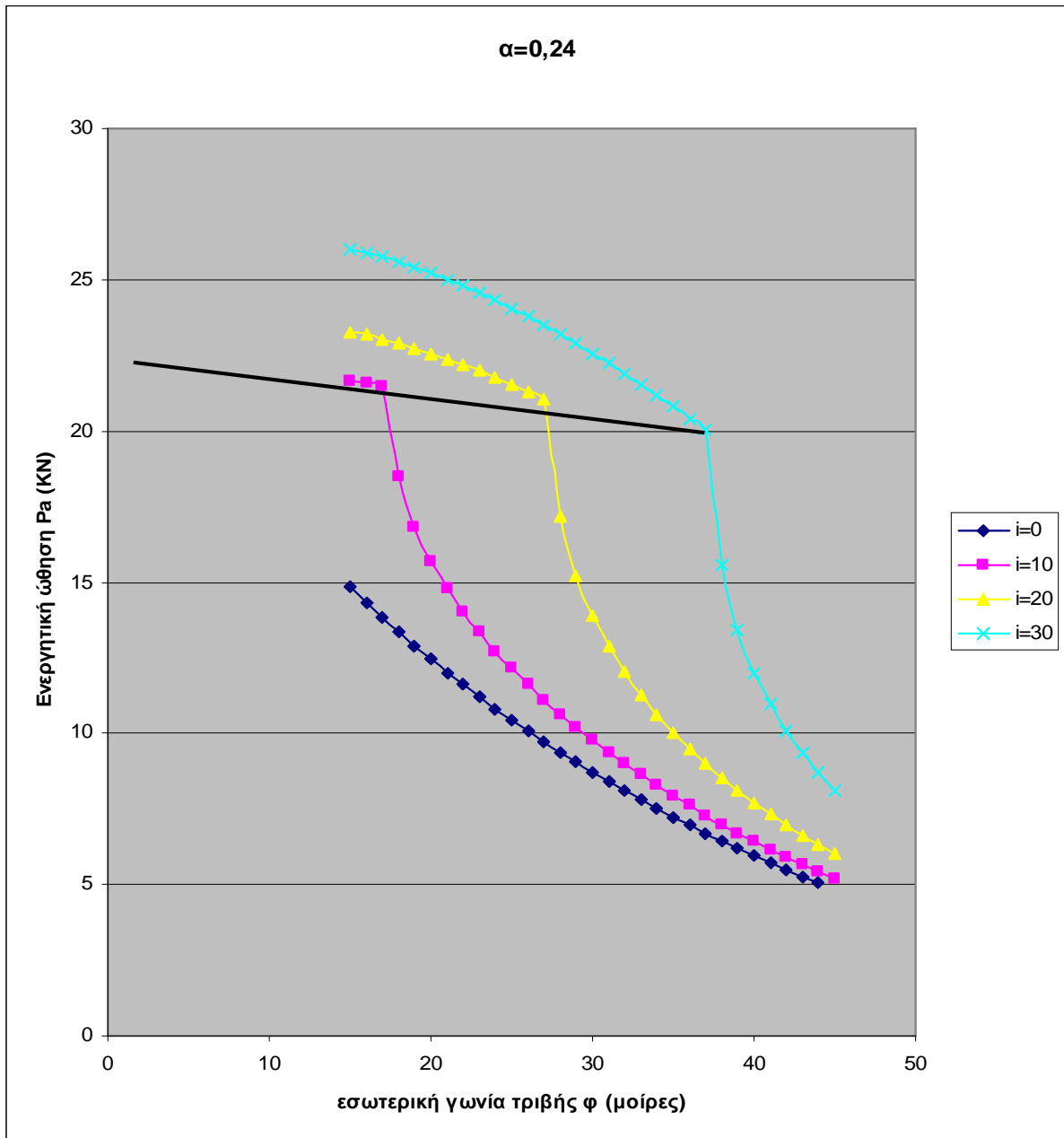
Διάγραμμα 4.2 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=1m$



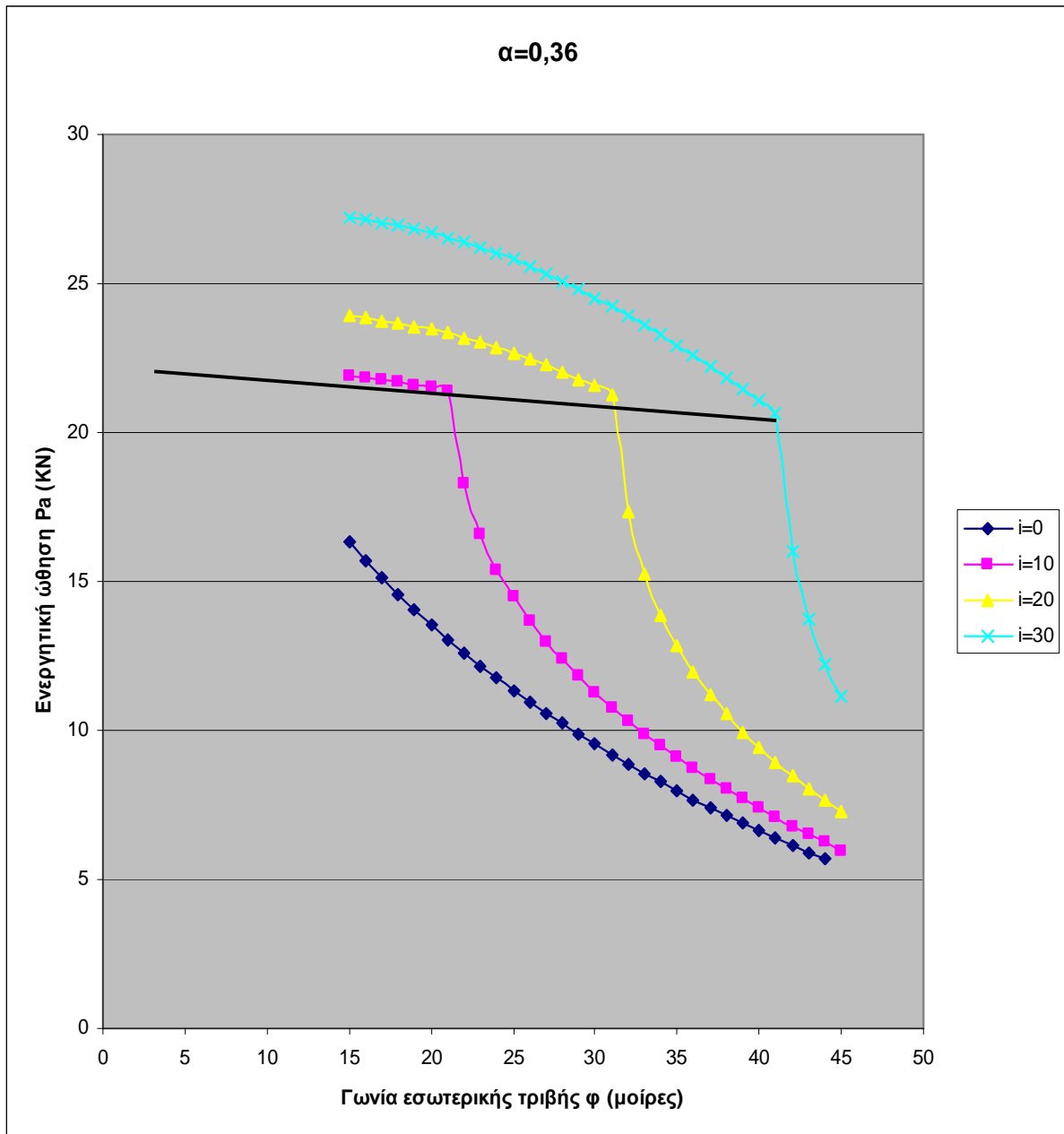
Διάγραμμα 4.34.4 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=1\text{m}$



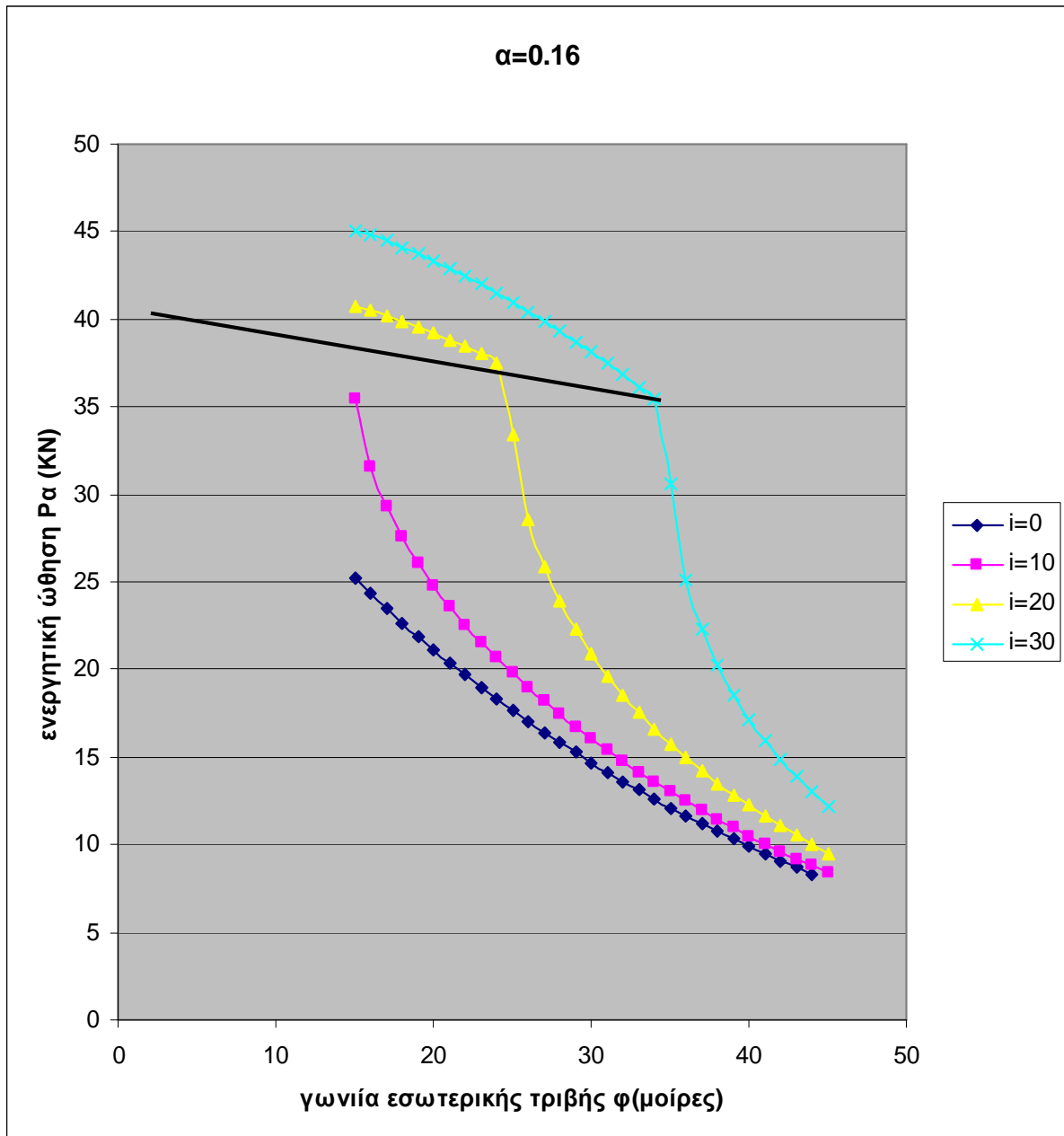
Διάγραμμα 4.5 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=1.5\text{m}$



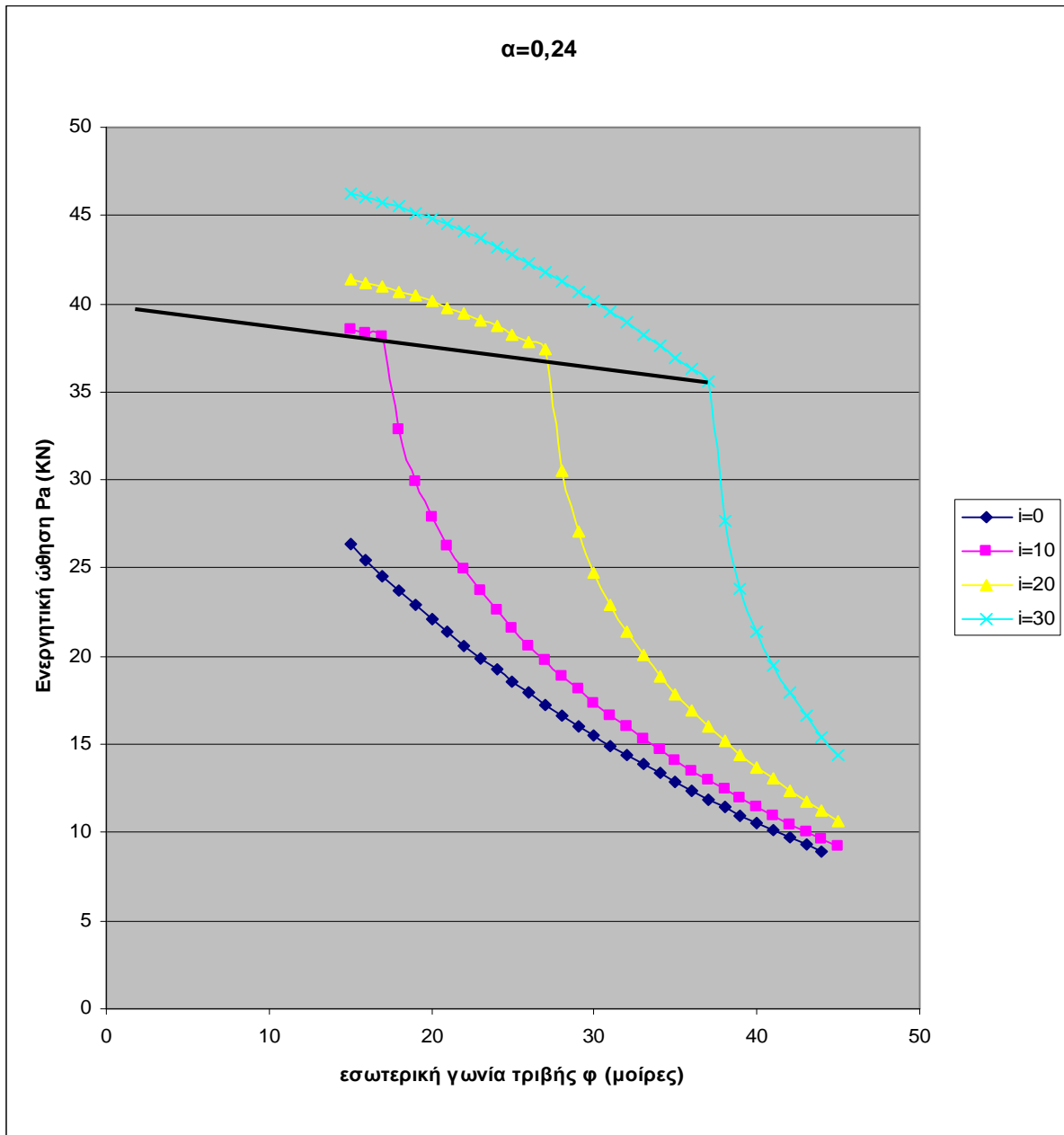
Διάγραμμα 4.6 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής φ για α=0.24 και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με H=1.5m



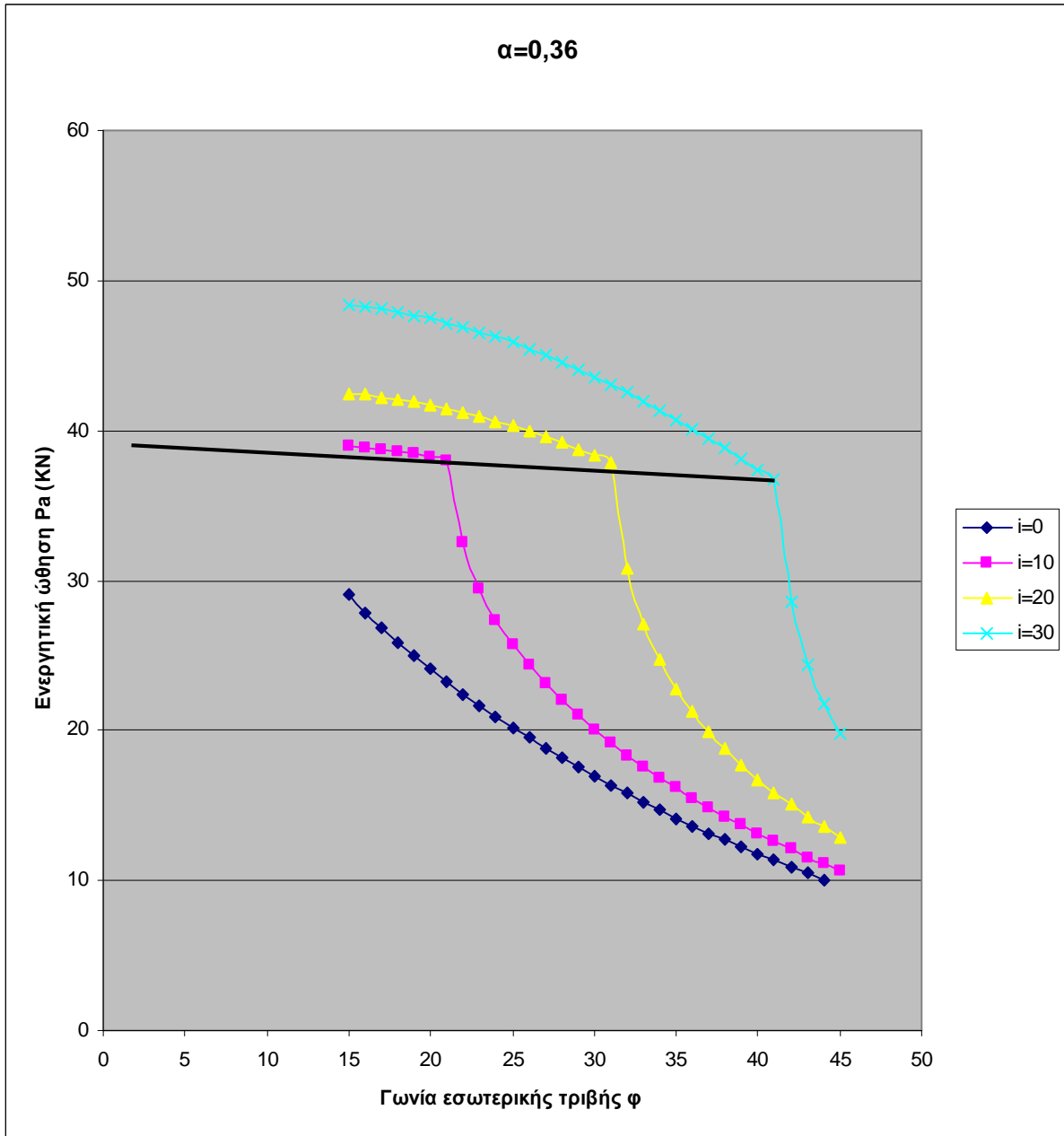
Διάγραμμα 4.7 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=1.5m$



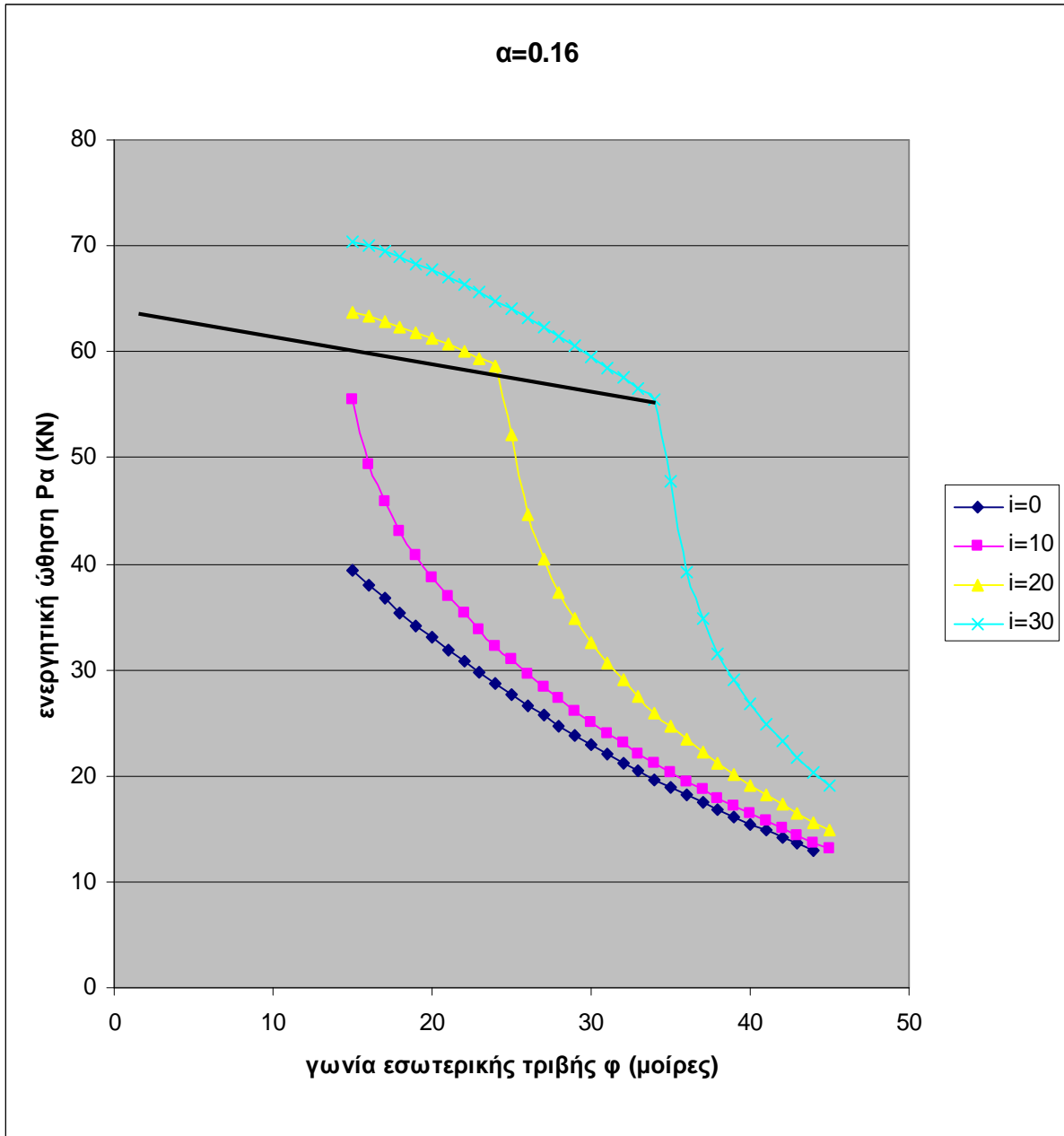
Διάγραμμα 4.8 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=2m$



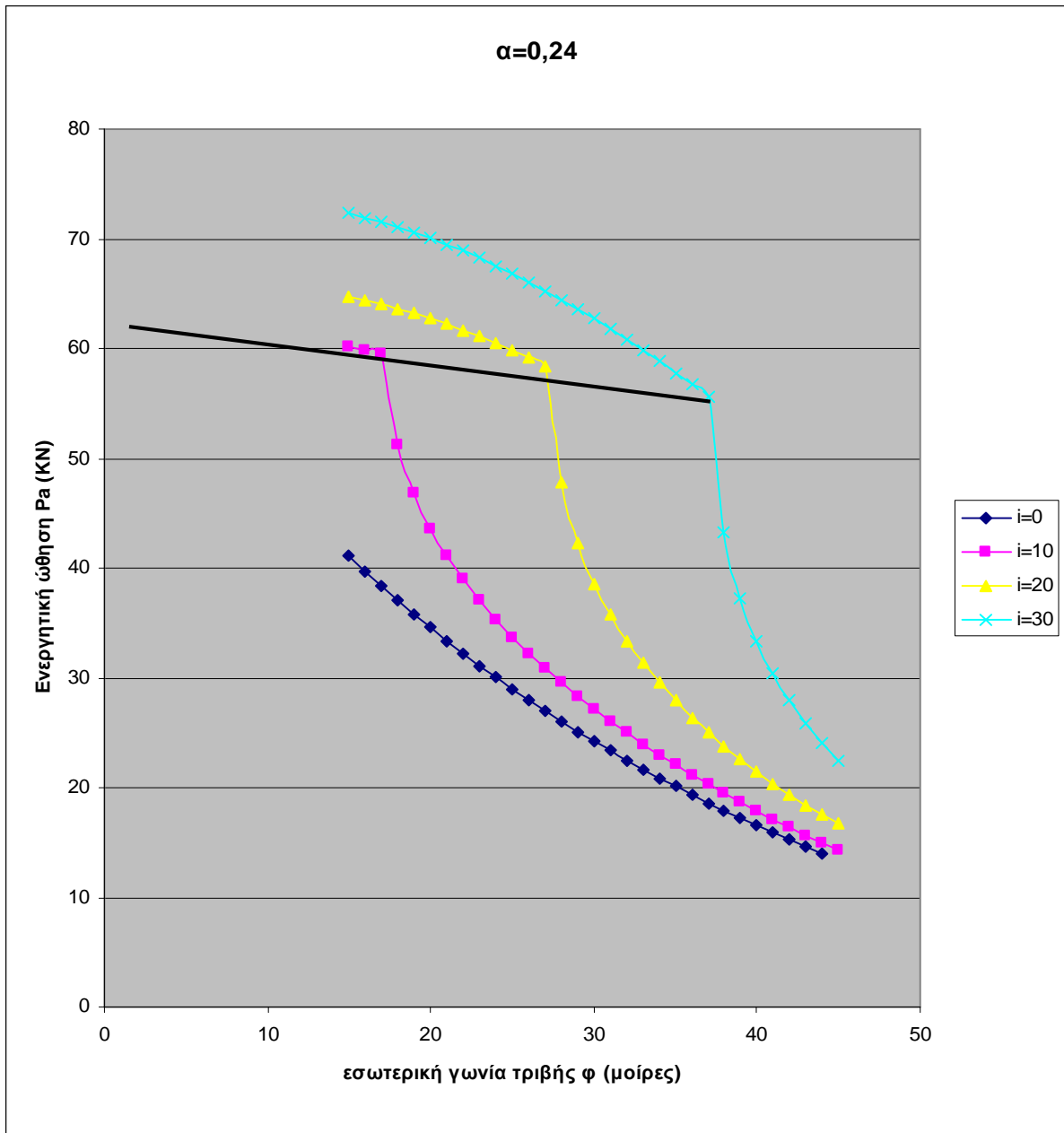
Διάγραμμα 4.9 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=2\text{m}$



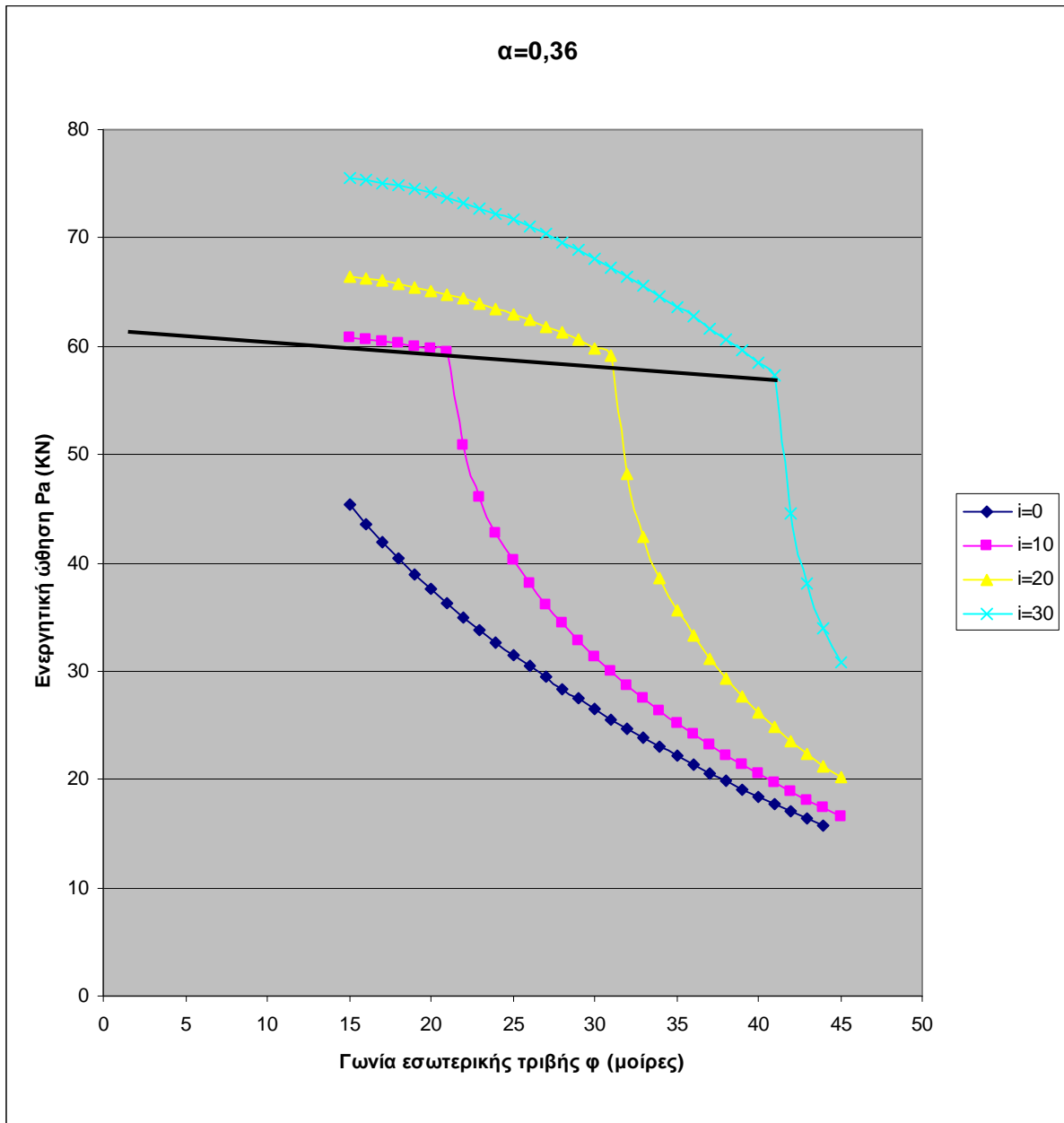
Διάγραμμα 4.10 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=2m$



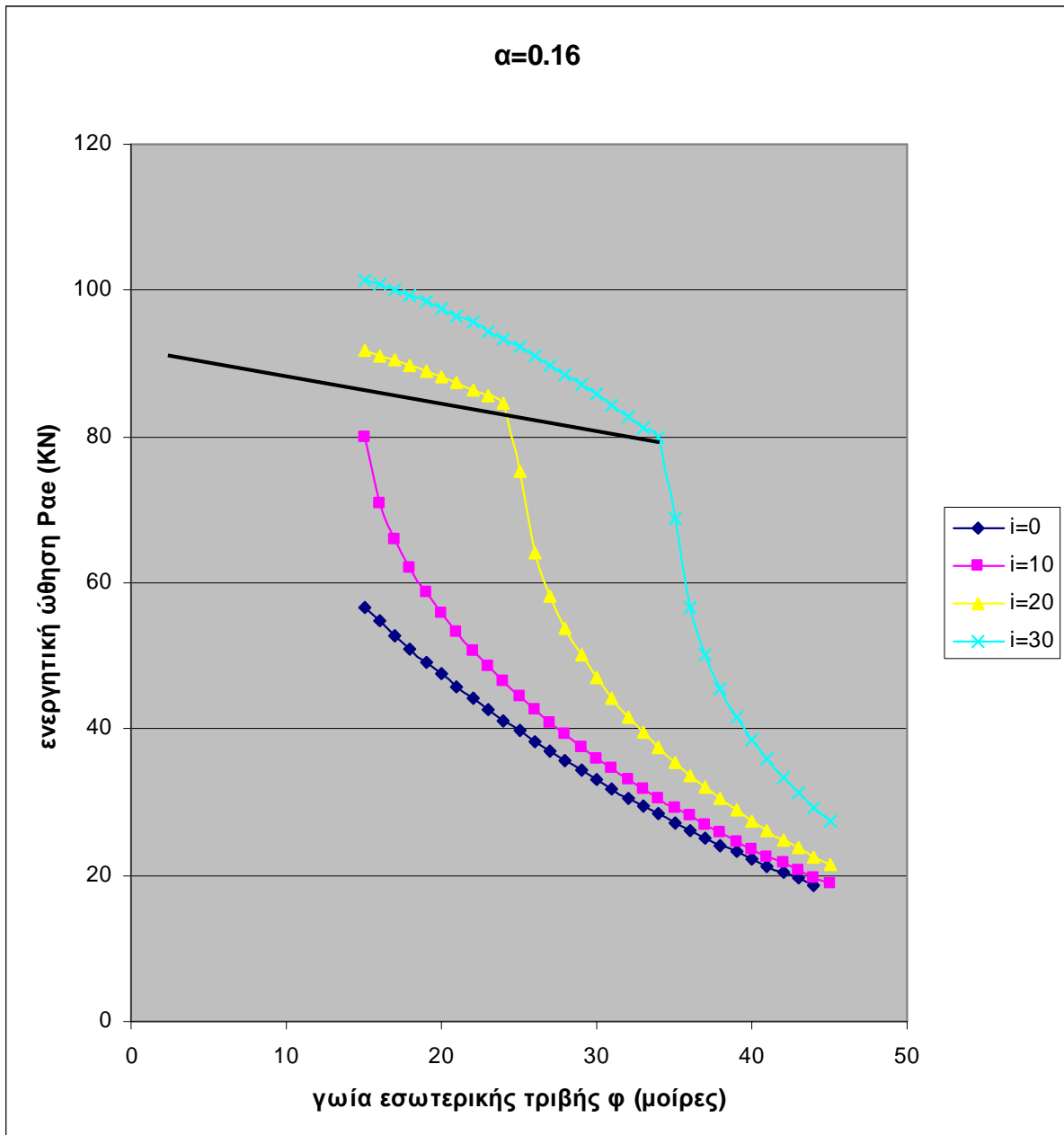
Διάγραμμα 4.11 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=2.5m$



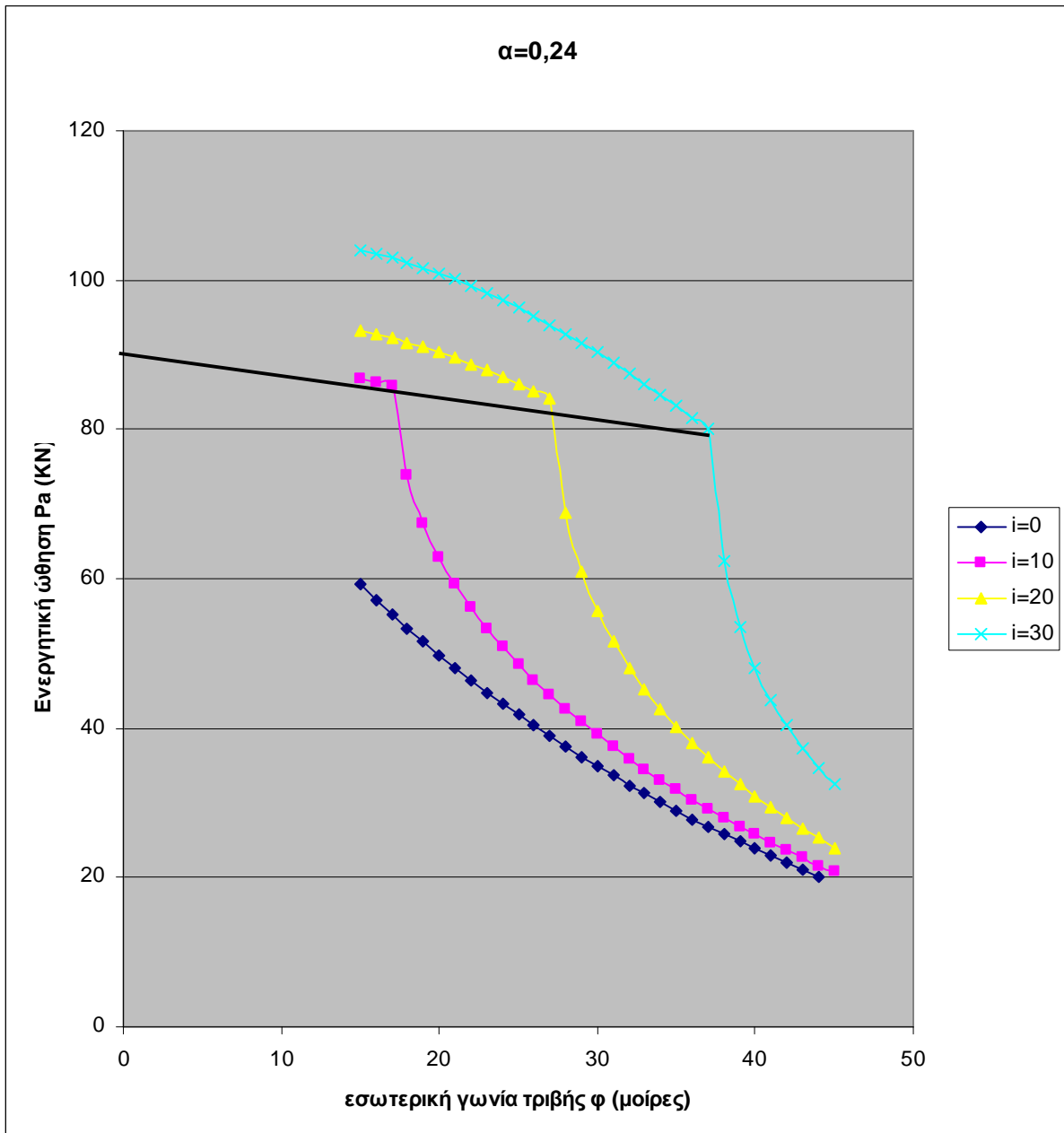
Διάγραμμα 4.12 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=2.5m$



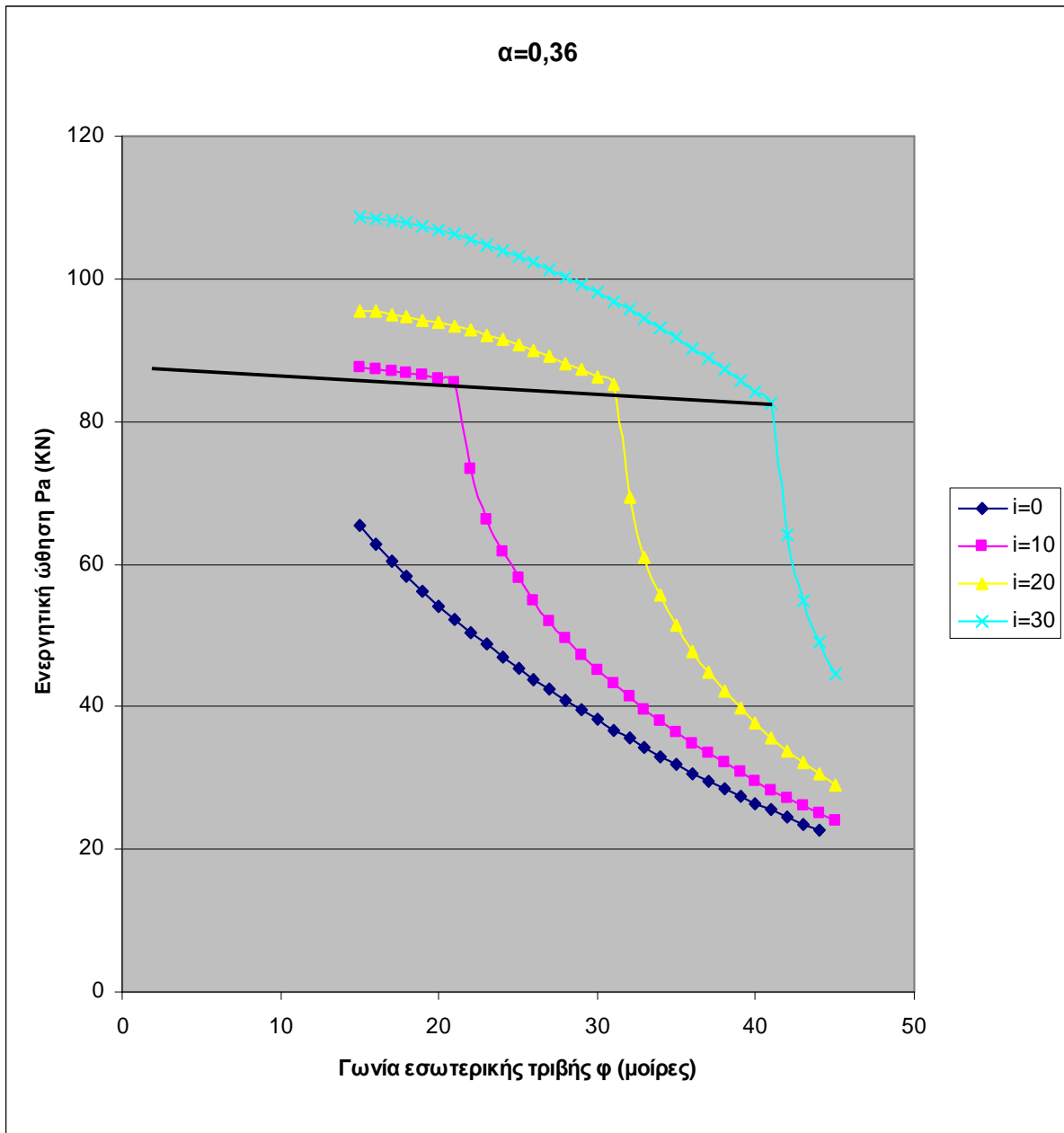
Διάγραμμα 4.13 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=2.5m$



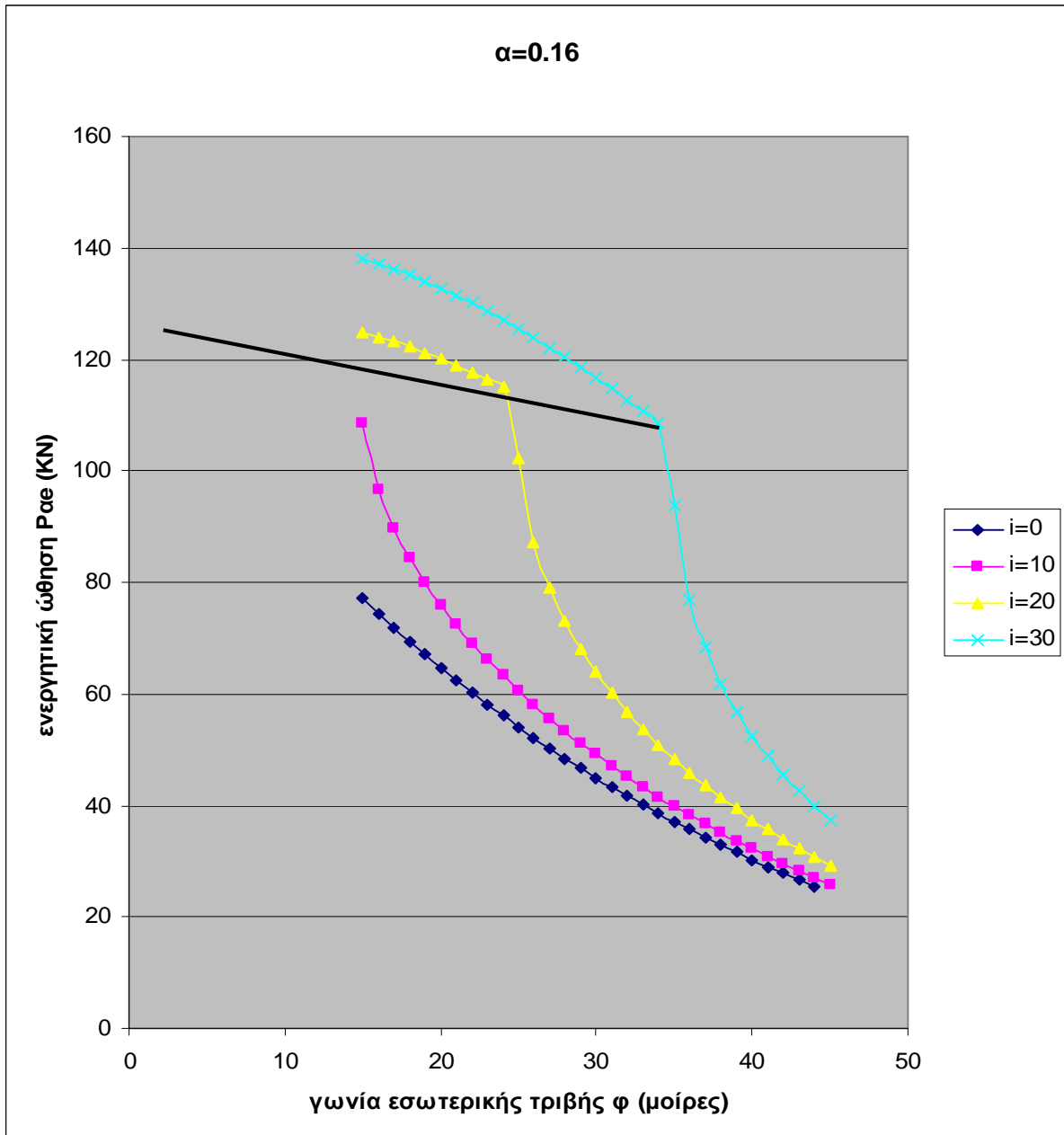
Διάγραμμα 4.14 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής φ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=3m$



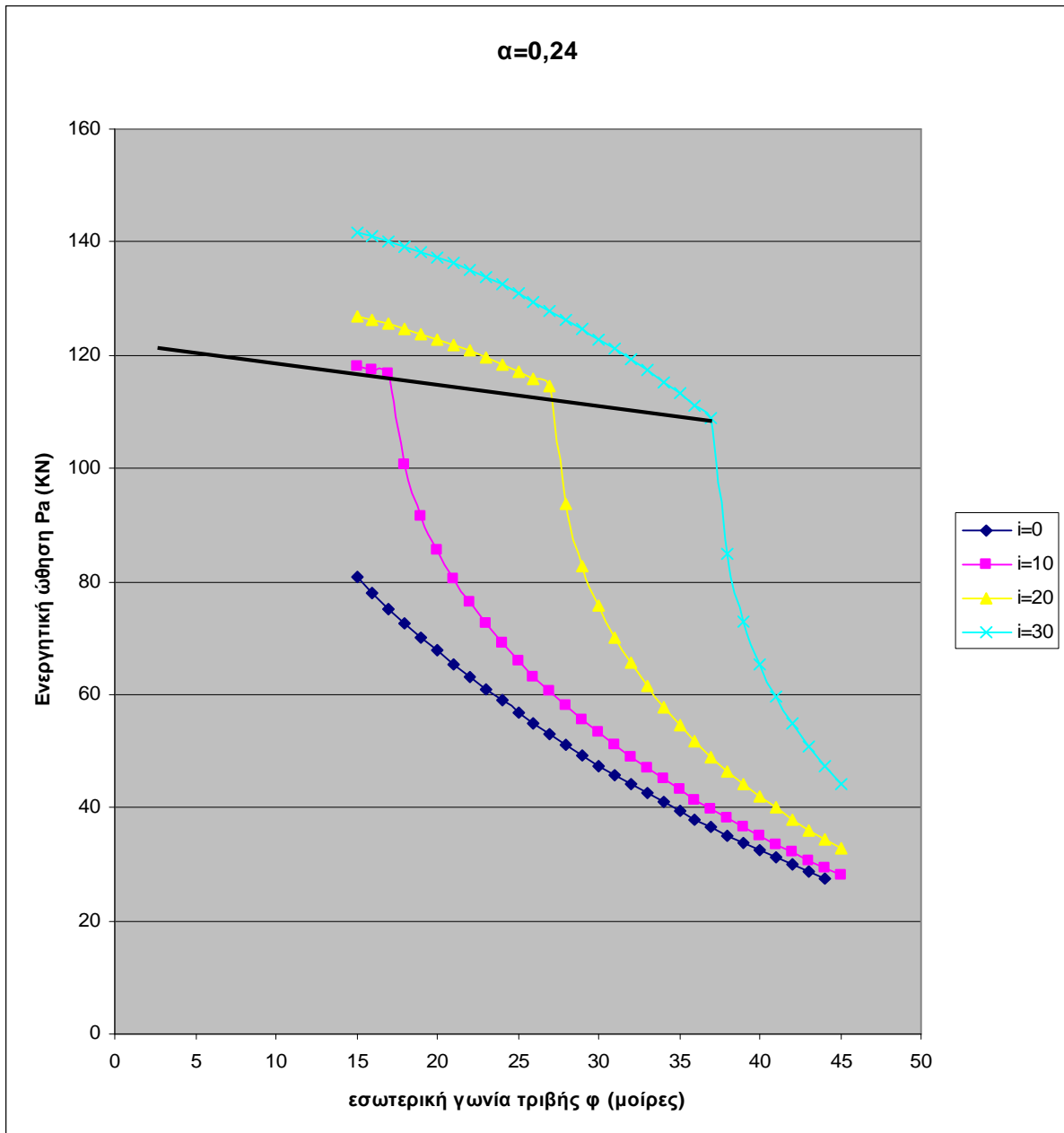
Διάγραμμα 4.15 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=3\text{m}$



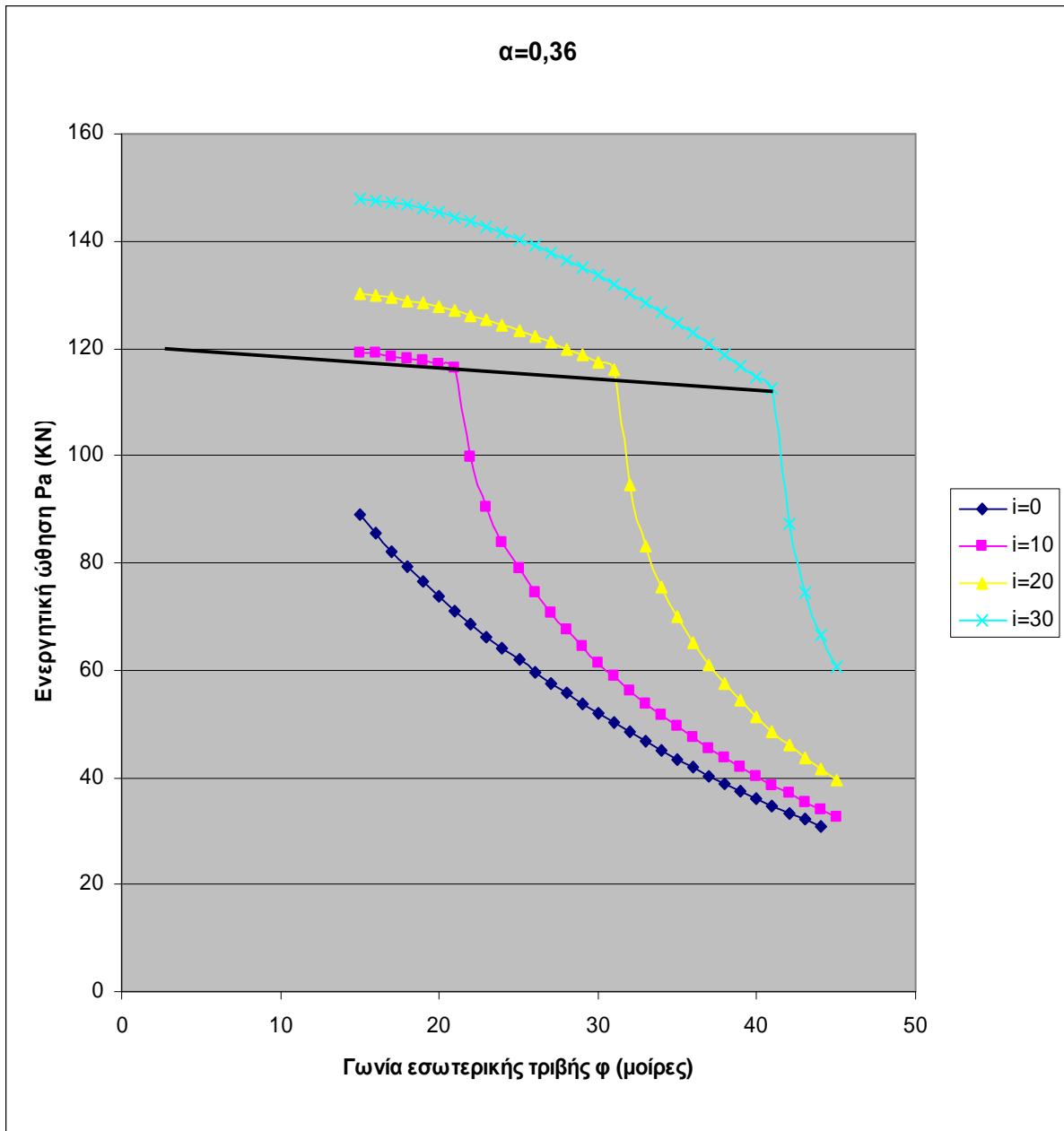
Διάγραμμα 4.16 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=3m$



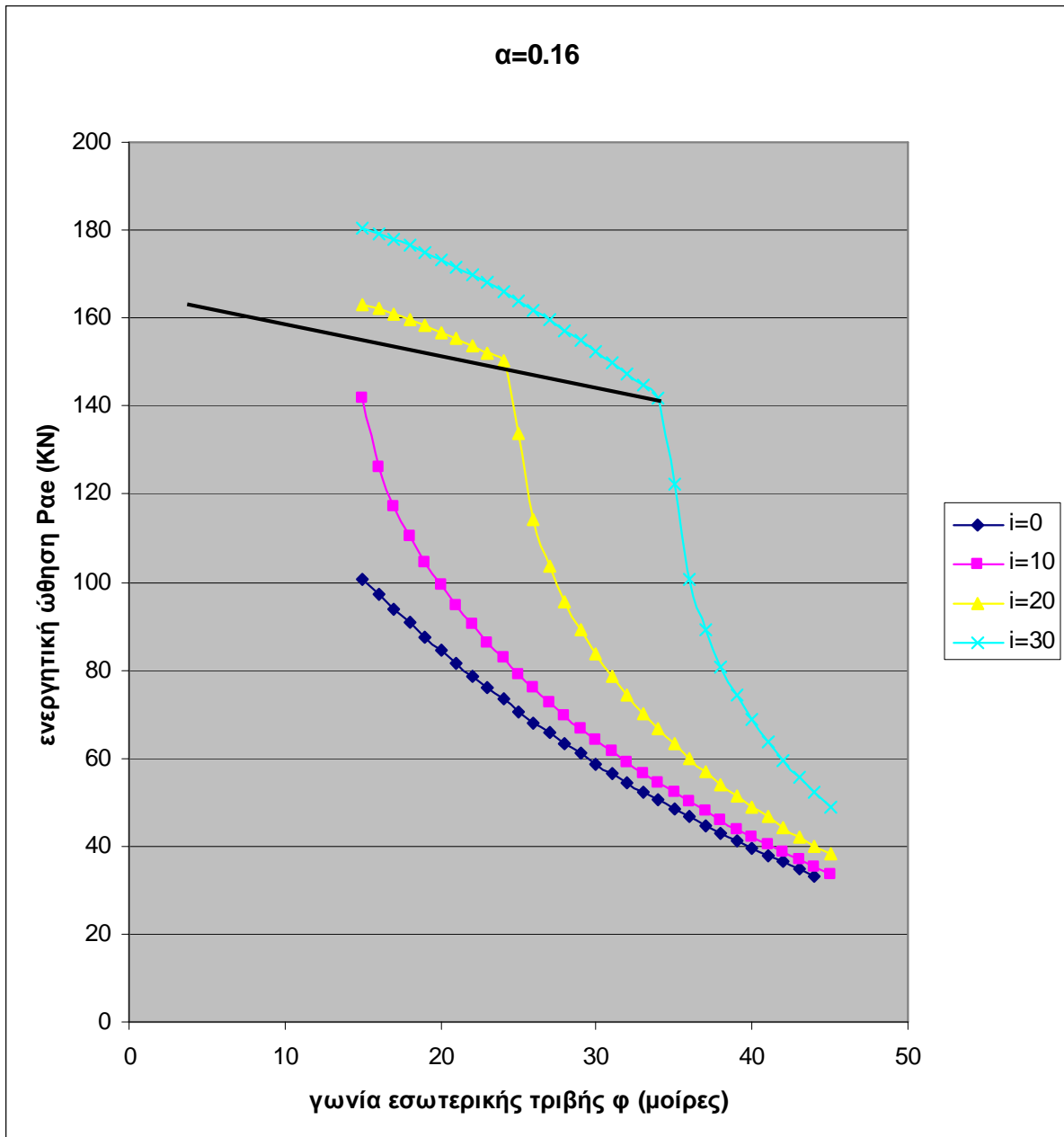
Διάγραμμα 4.17 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_{ae} -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=3.5\text{m}$



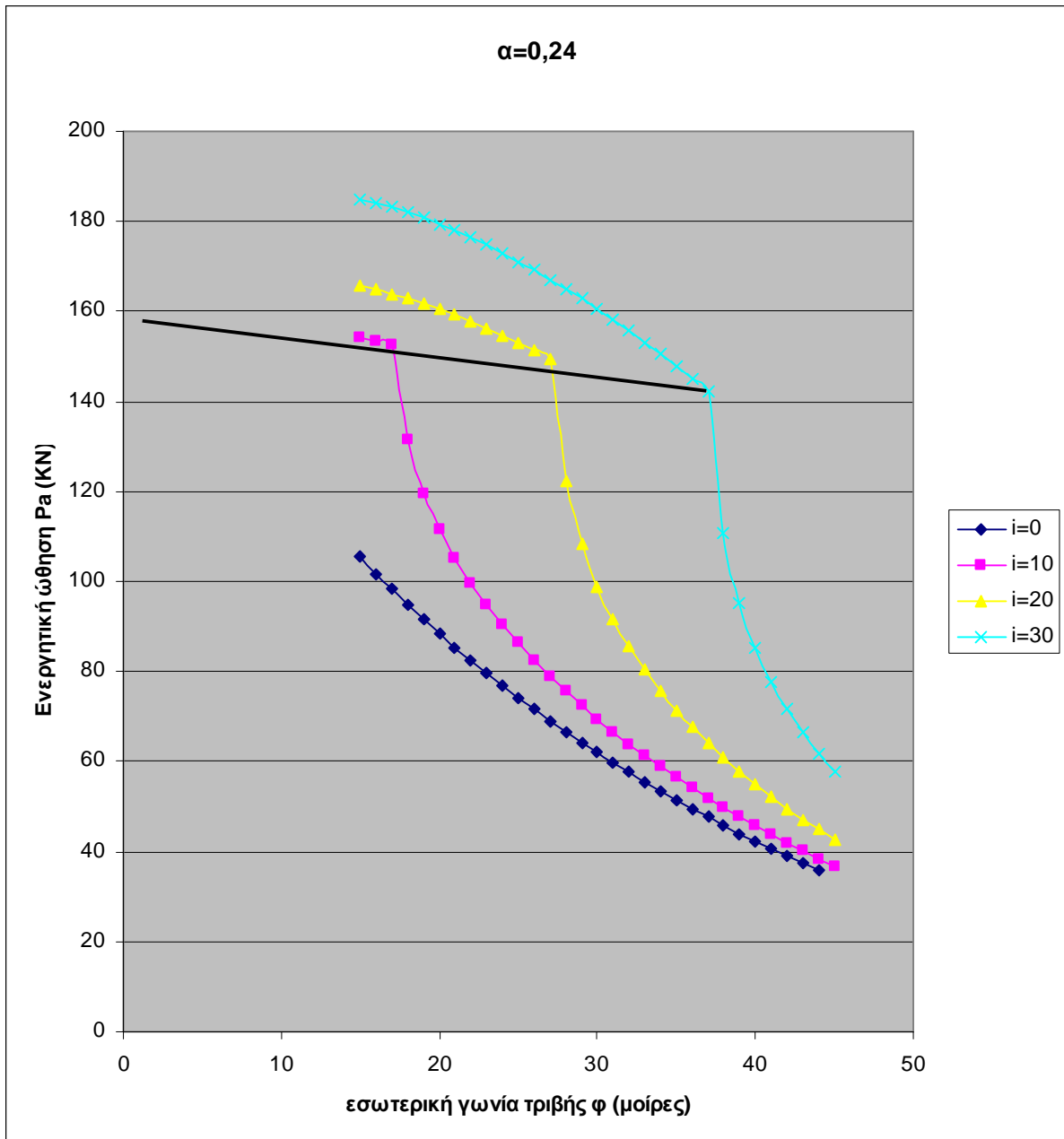
Διάγραμμα 4.18 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=3.5m$



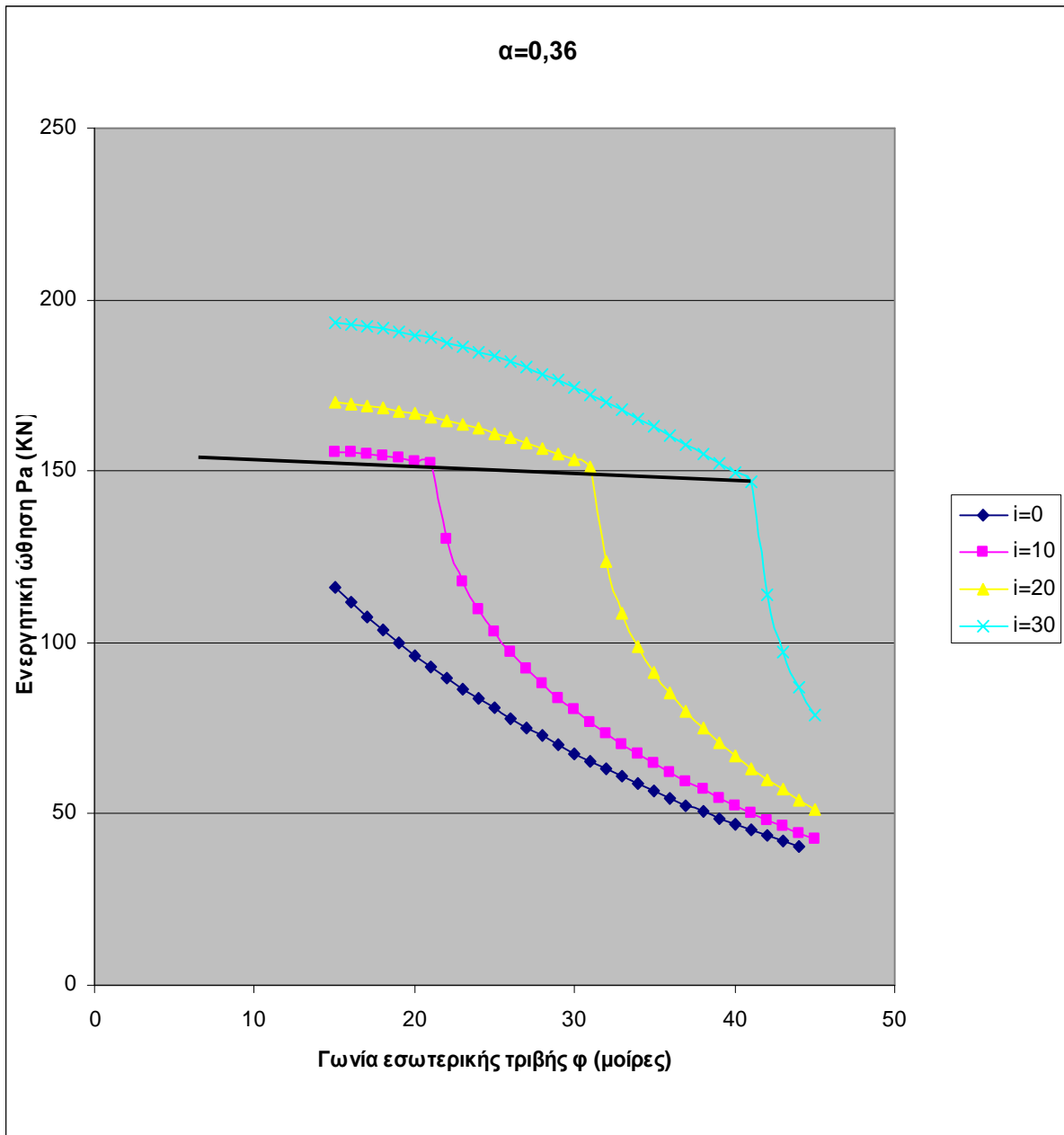
Διάγραμμα 4.19 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=3.5\text{m}$



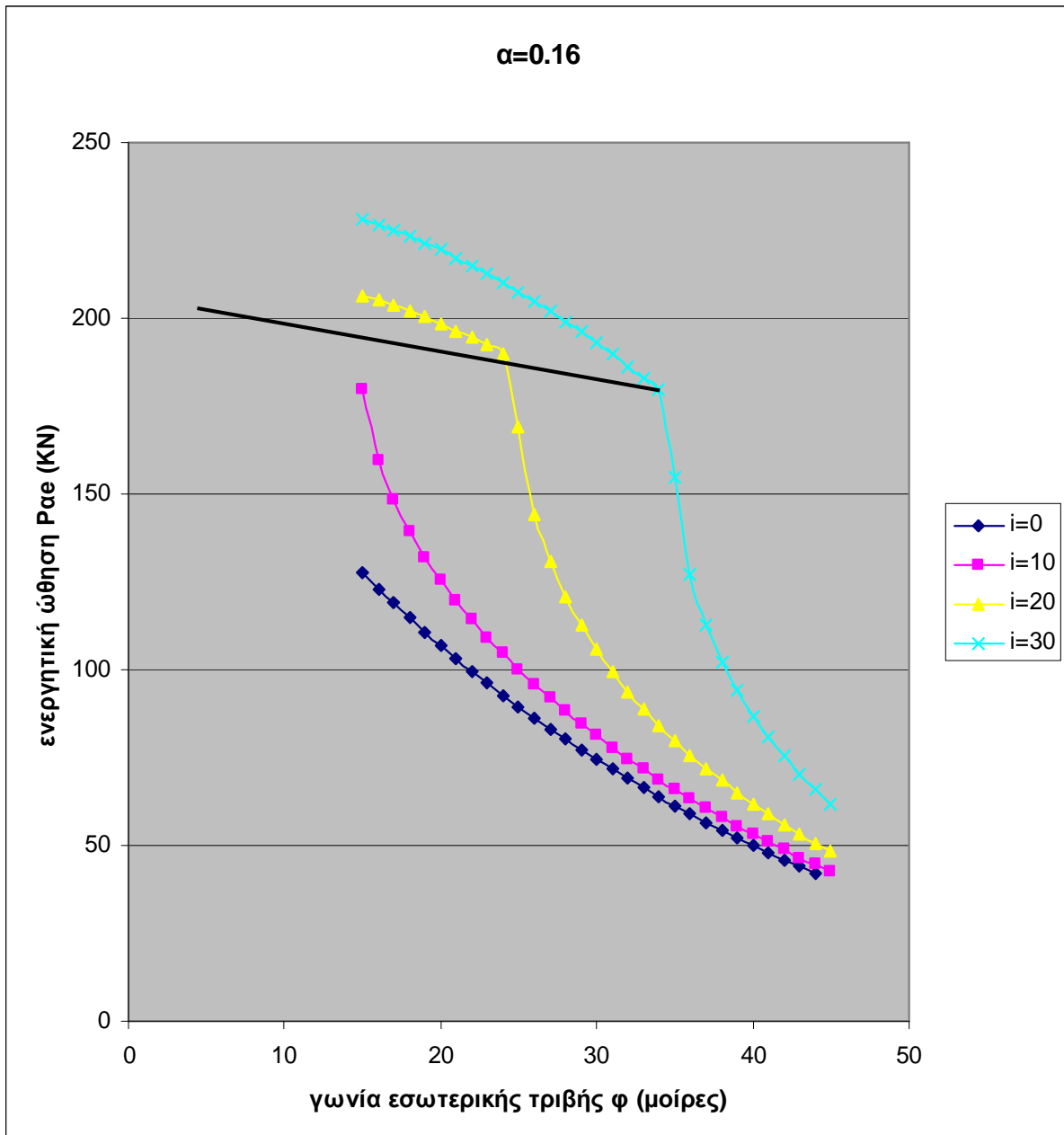
Διάγραμμα 4.20 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_{ae} -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=4m$



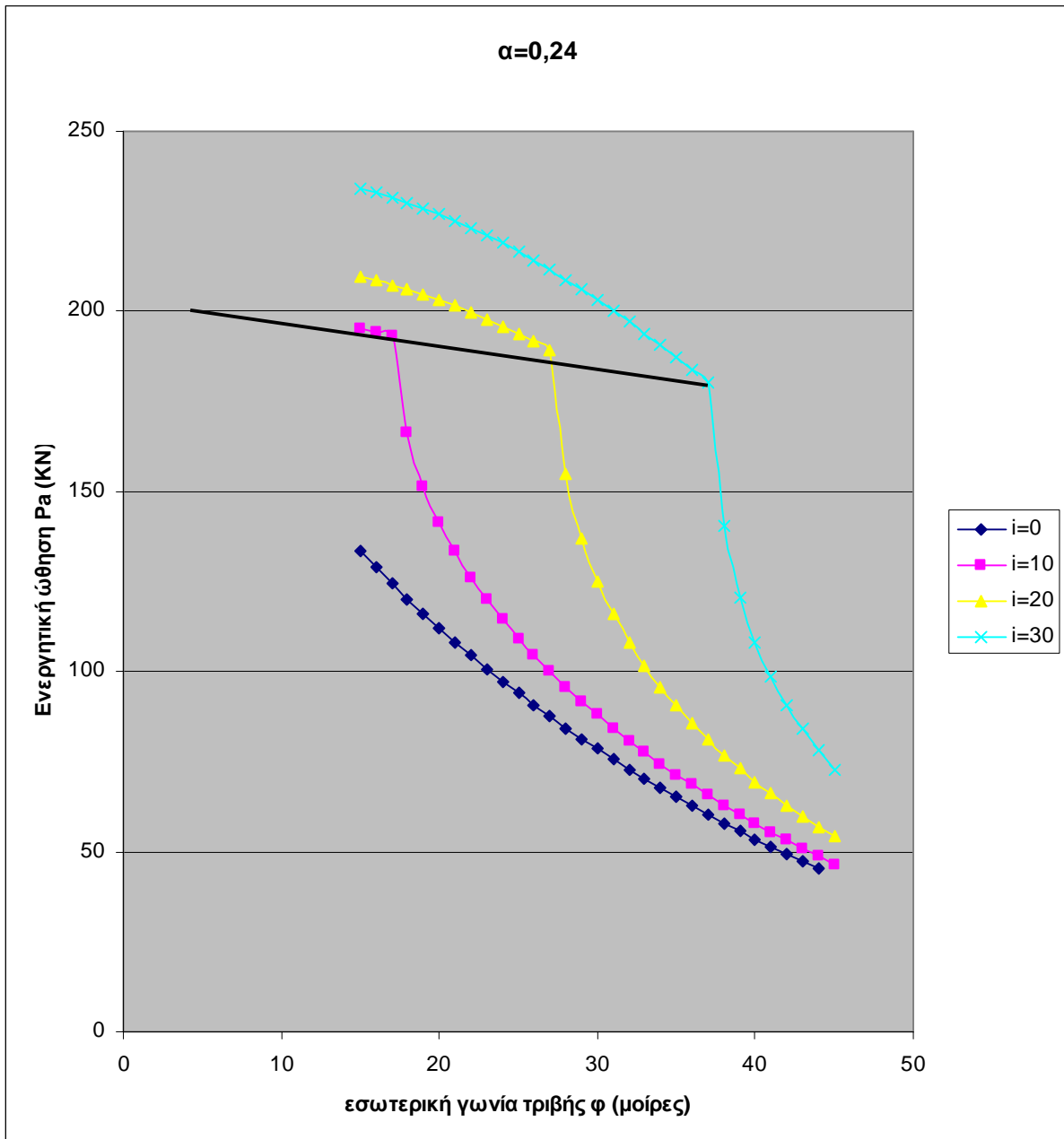
Διάγραμμα 4.21 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=4m$



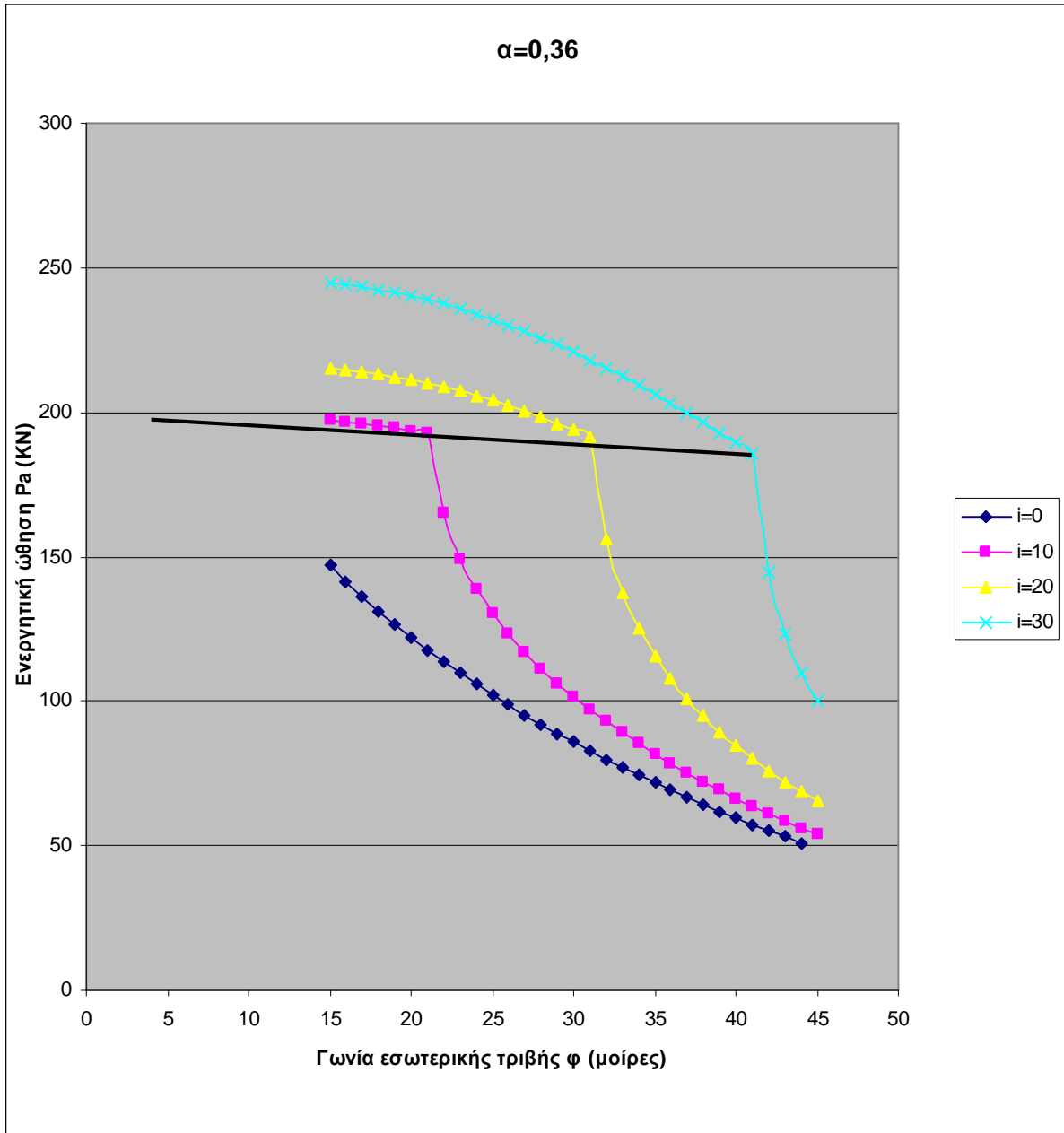
Διάγραμμα 4.22 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=4m$



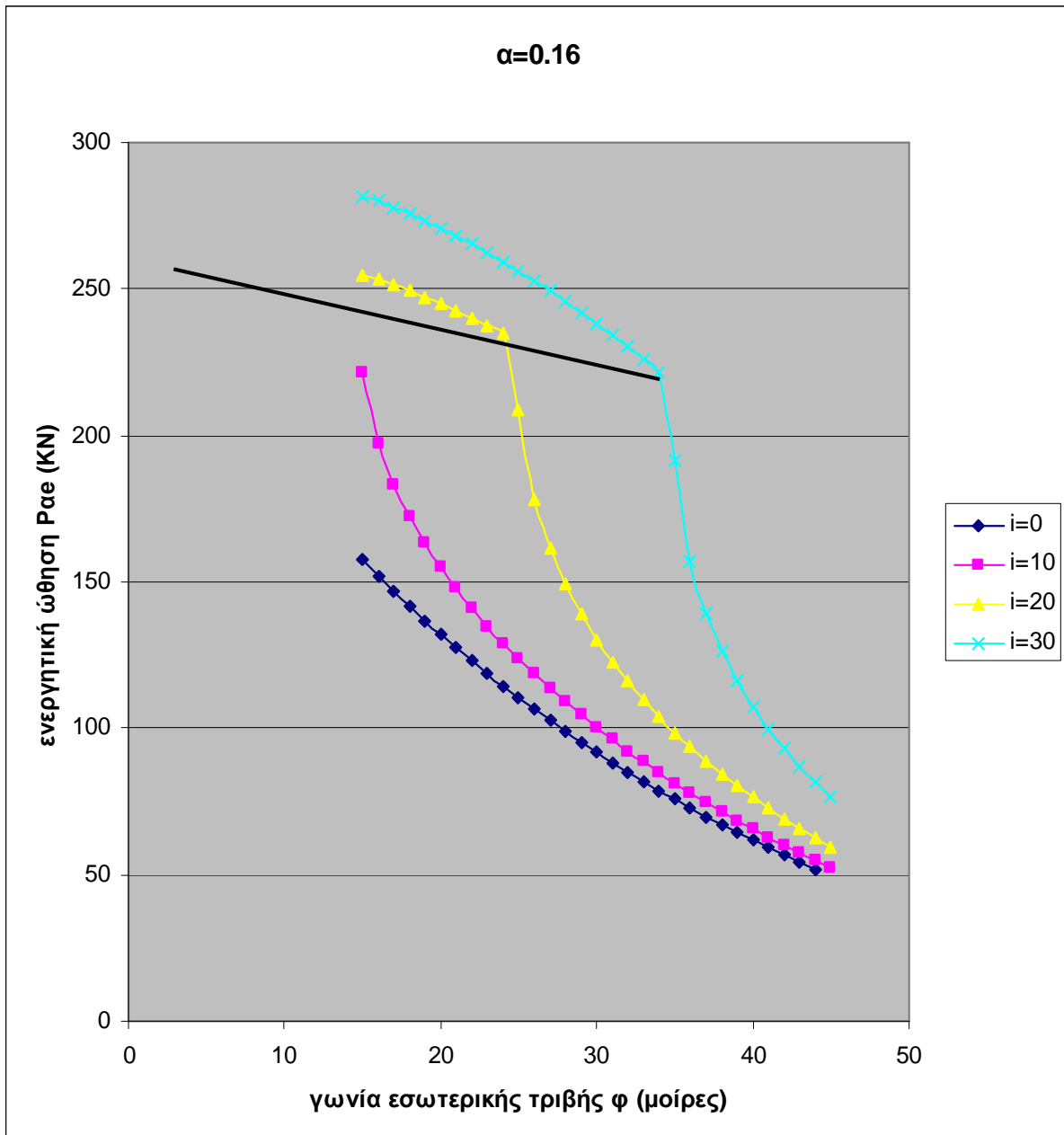
Διάγραμμα 4.23 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_{ae} -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=4.5\text{m}$



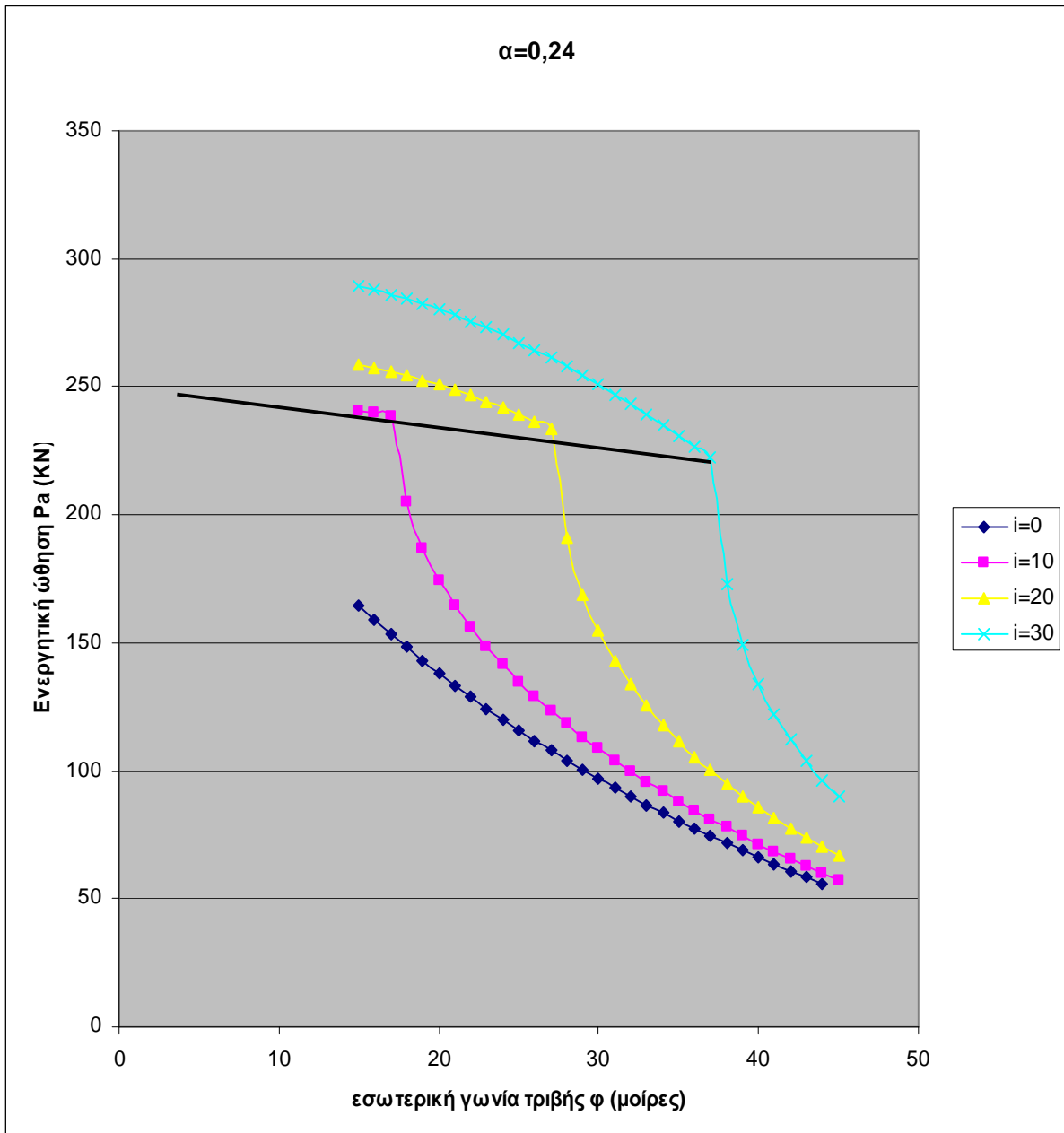
Διάγραμμα 4.24 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=4.5m$



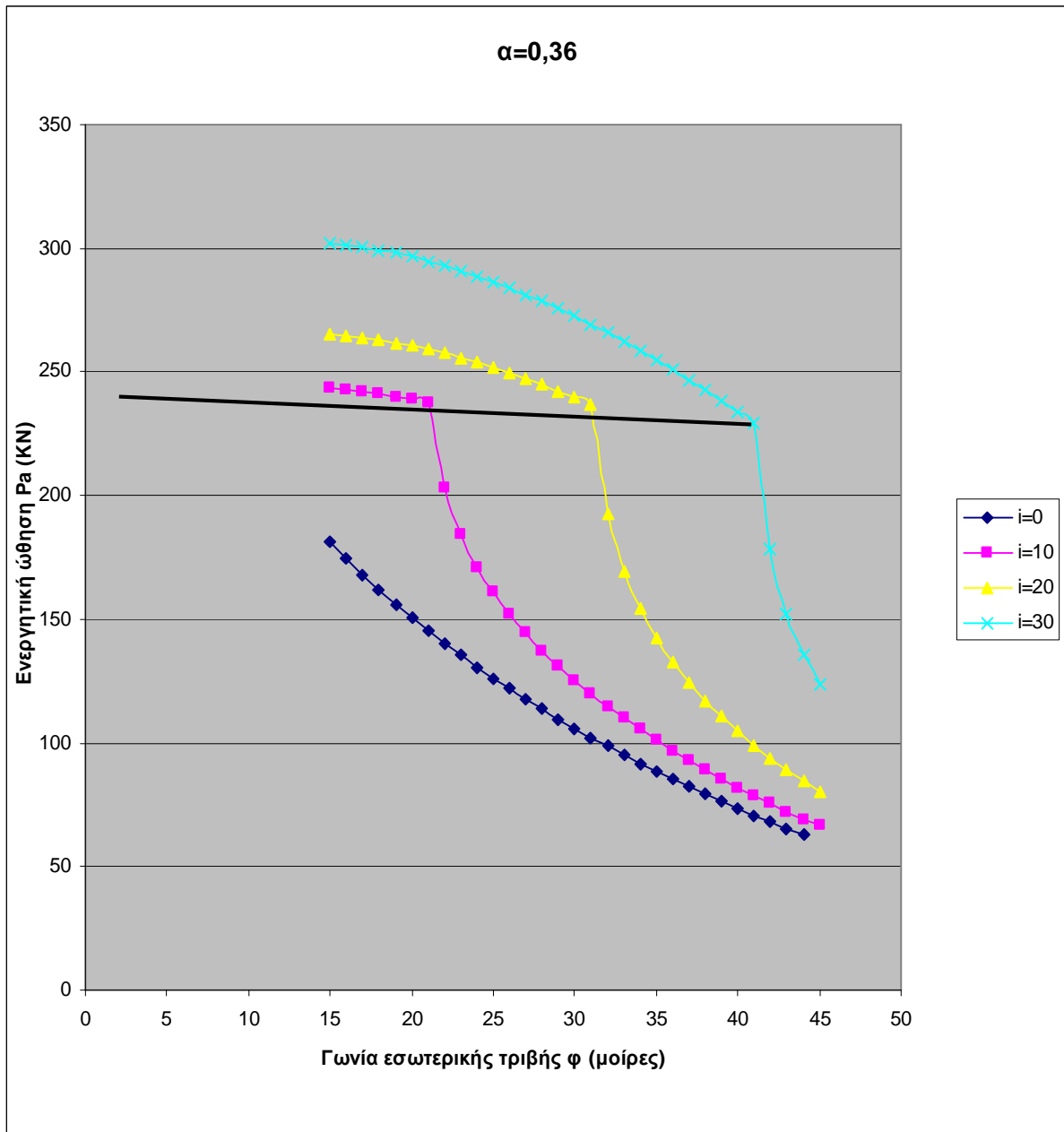
Διάγραμμα 4.25 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=4.5m$



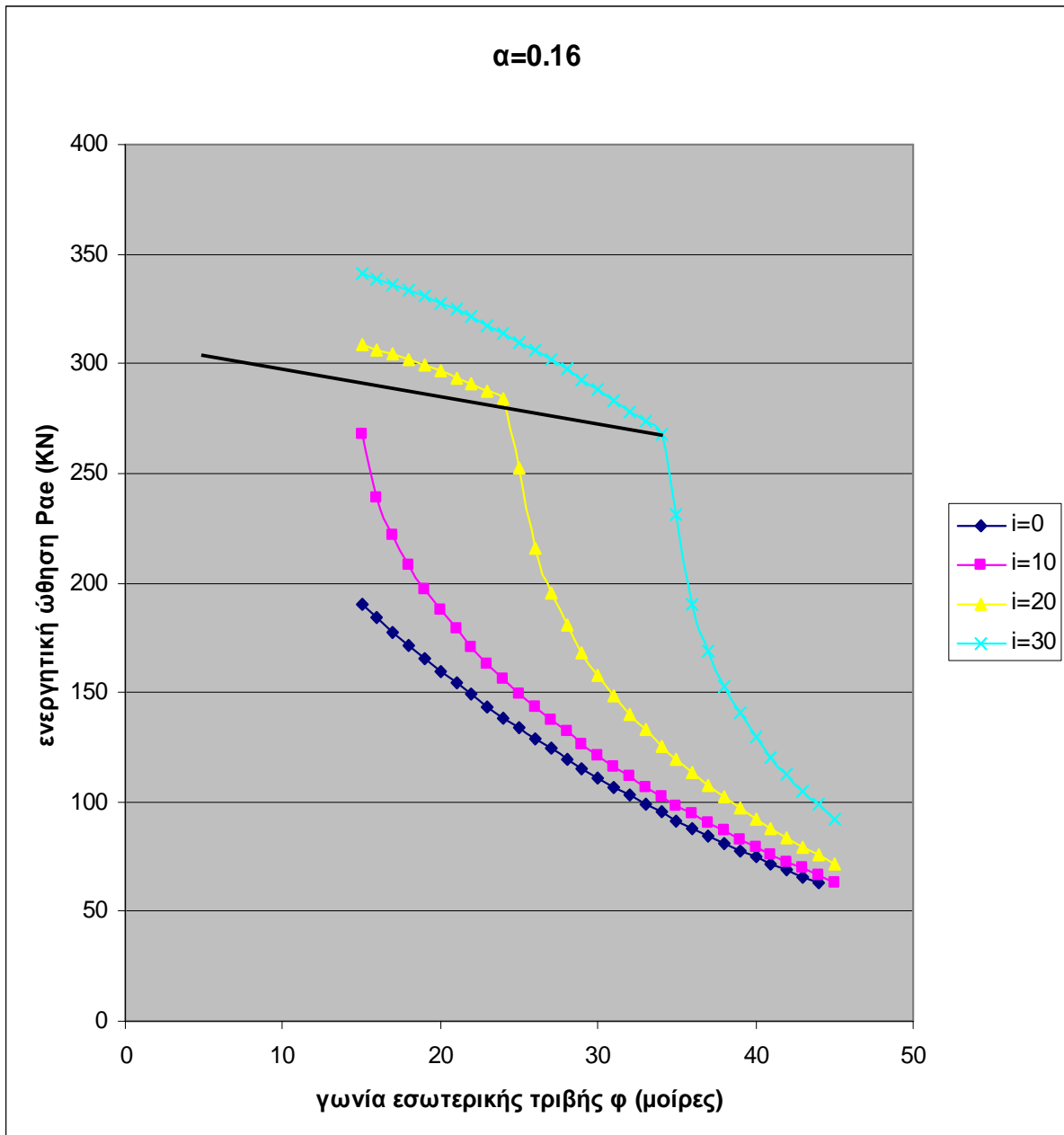
Διάγραμμα 4.26 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_{ae} -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=5m$



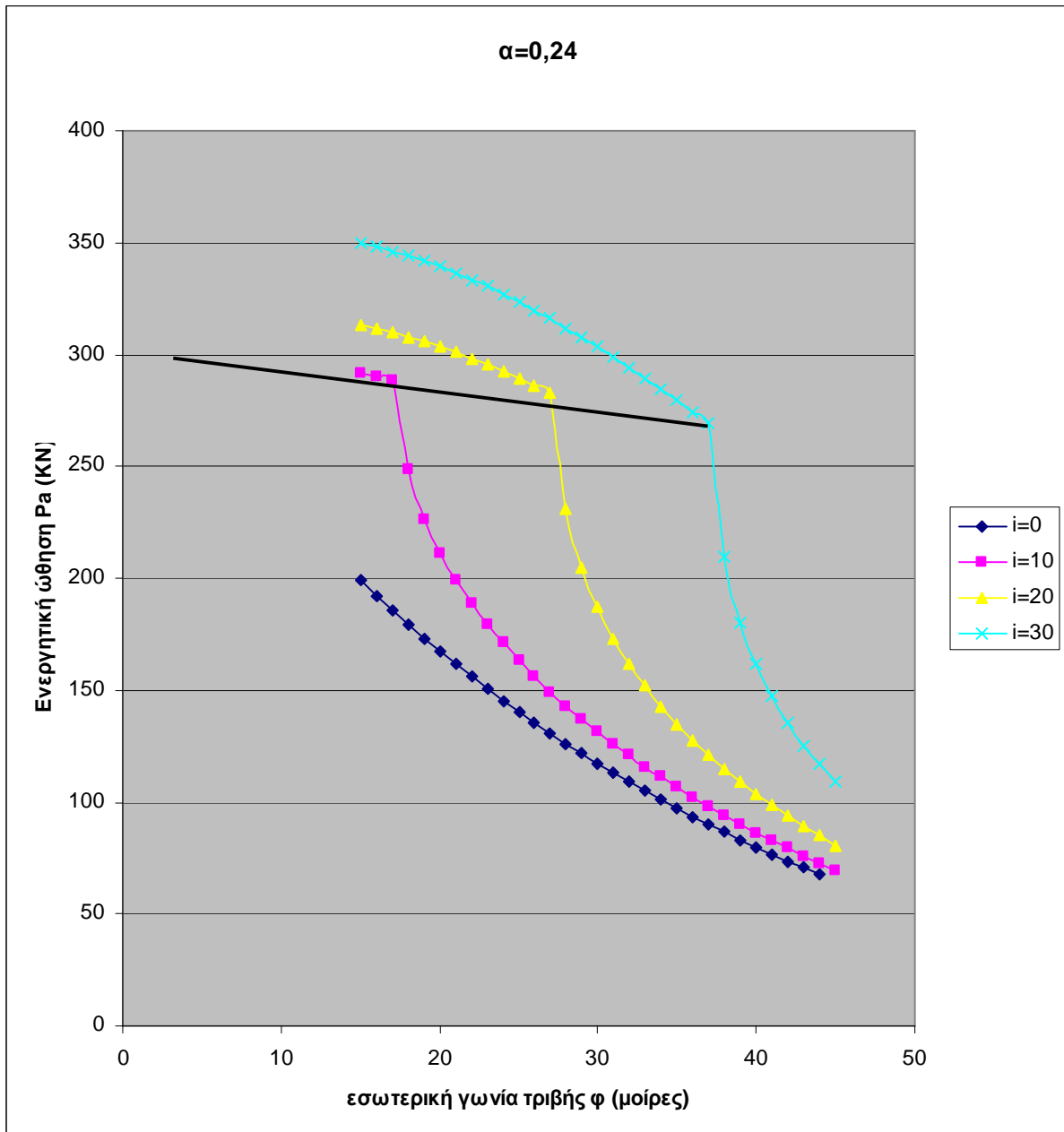
Διάγραμμα 4.27 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής φ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=5m$



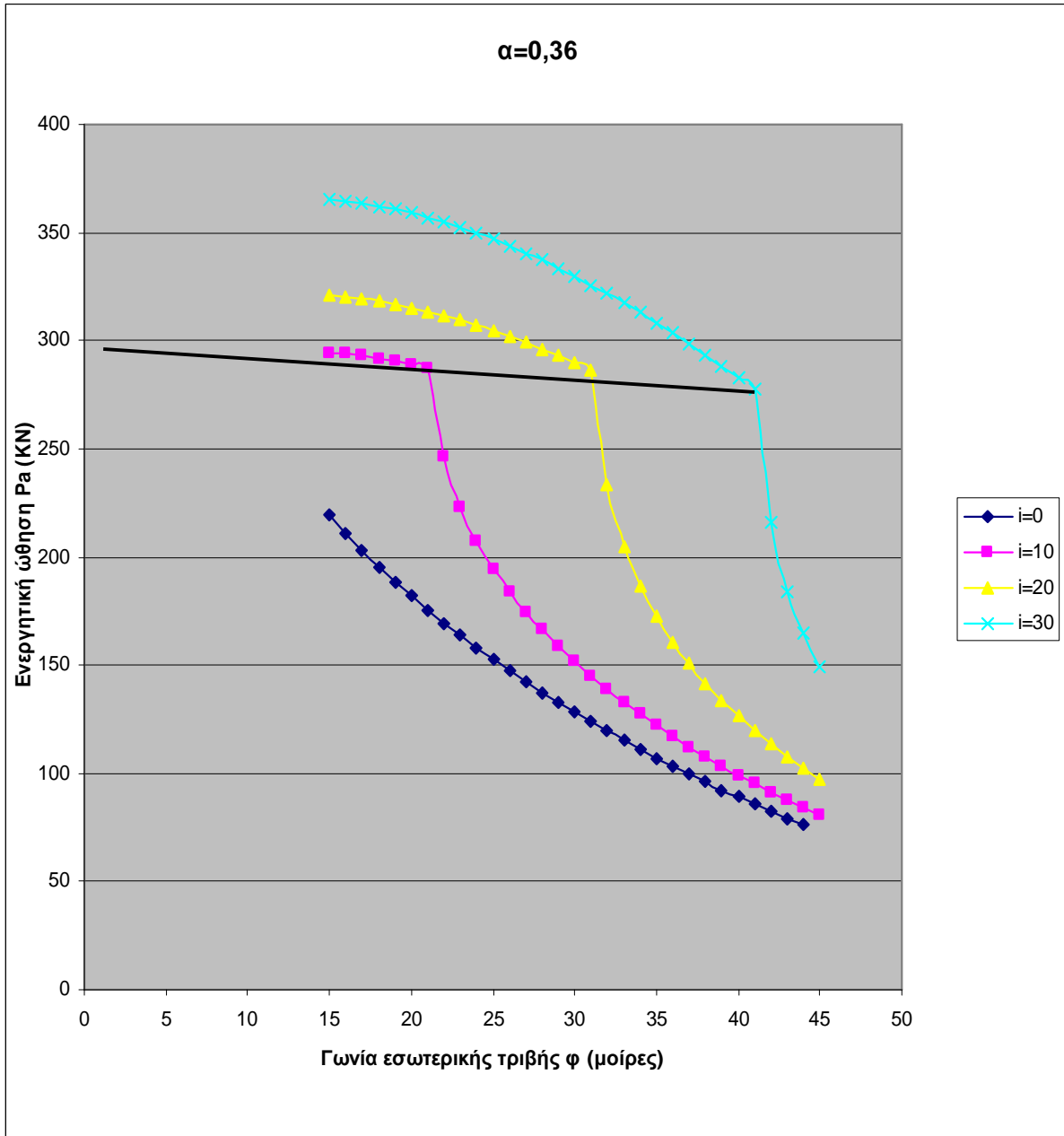
Διάγραμμα 4.28 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=5m$



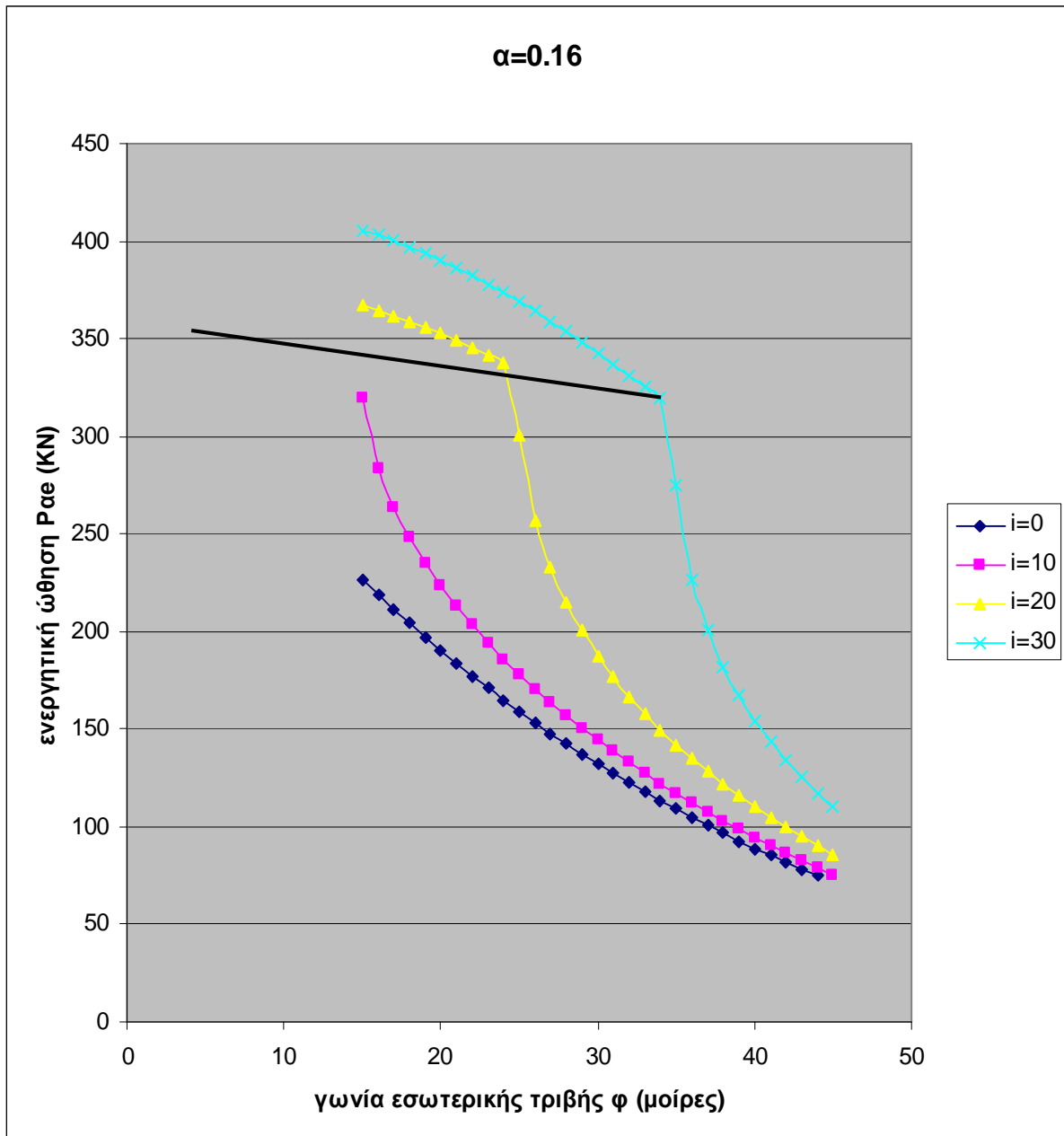
Διάγραμμα 4.29 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_{ae} -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=5.5m$



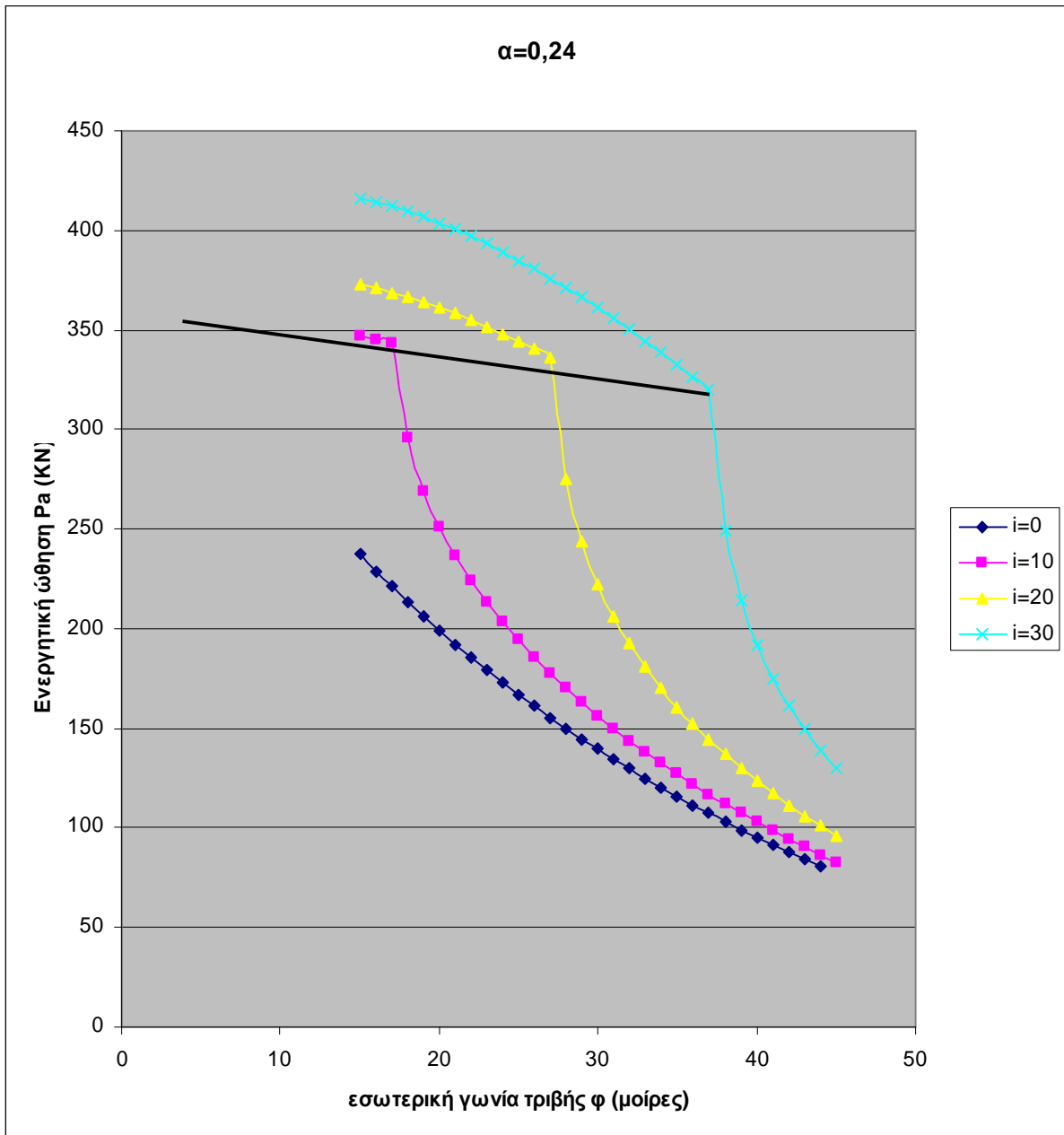
Διάγραμμα 4.30 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής φ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=5.5m$



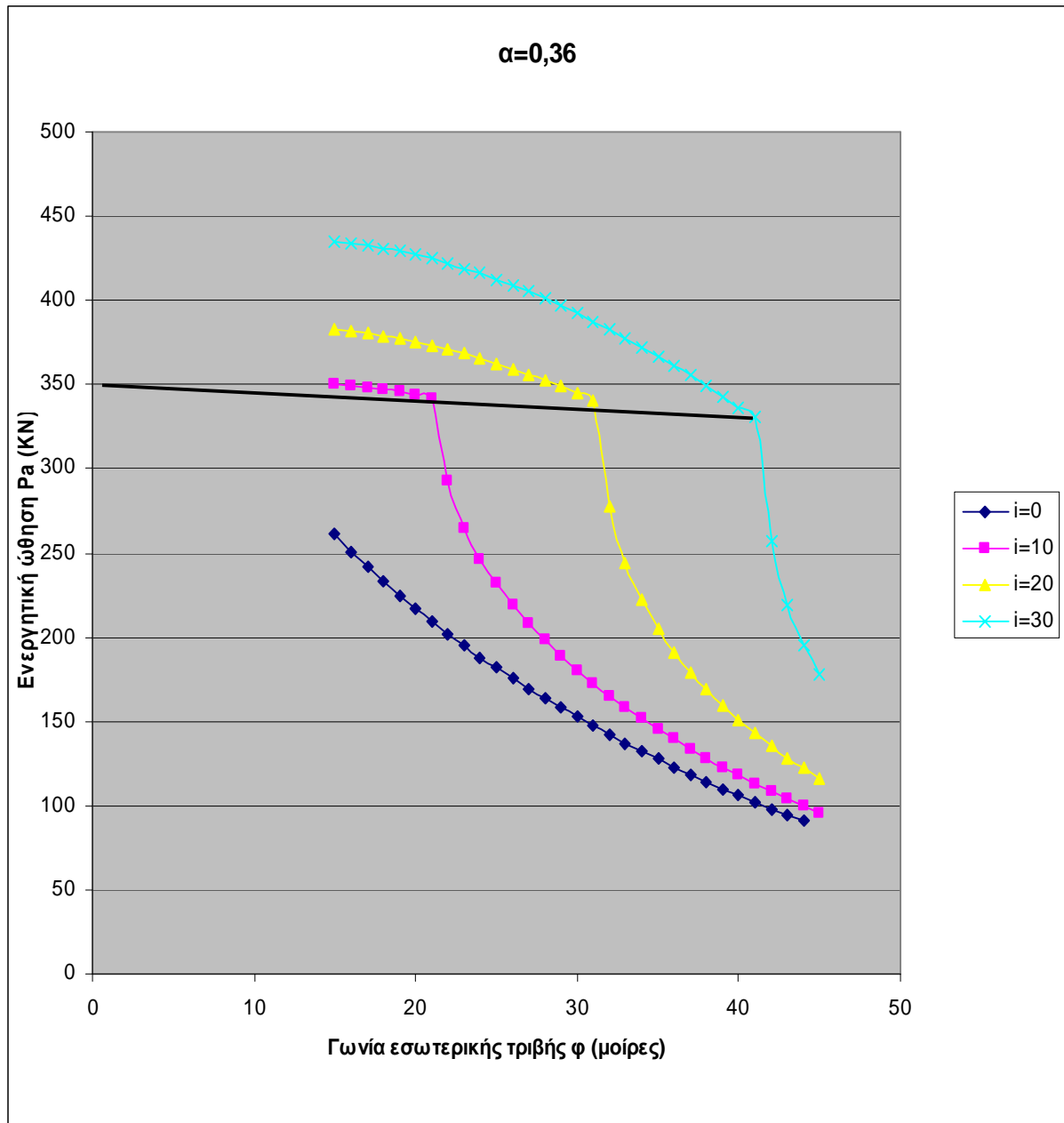
Διάγραμμα 4.31 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=5.5m$



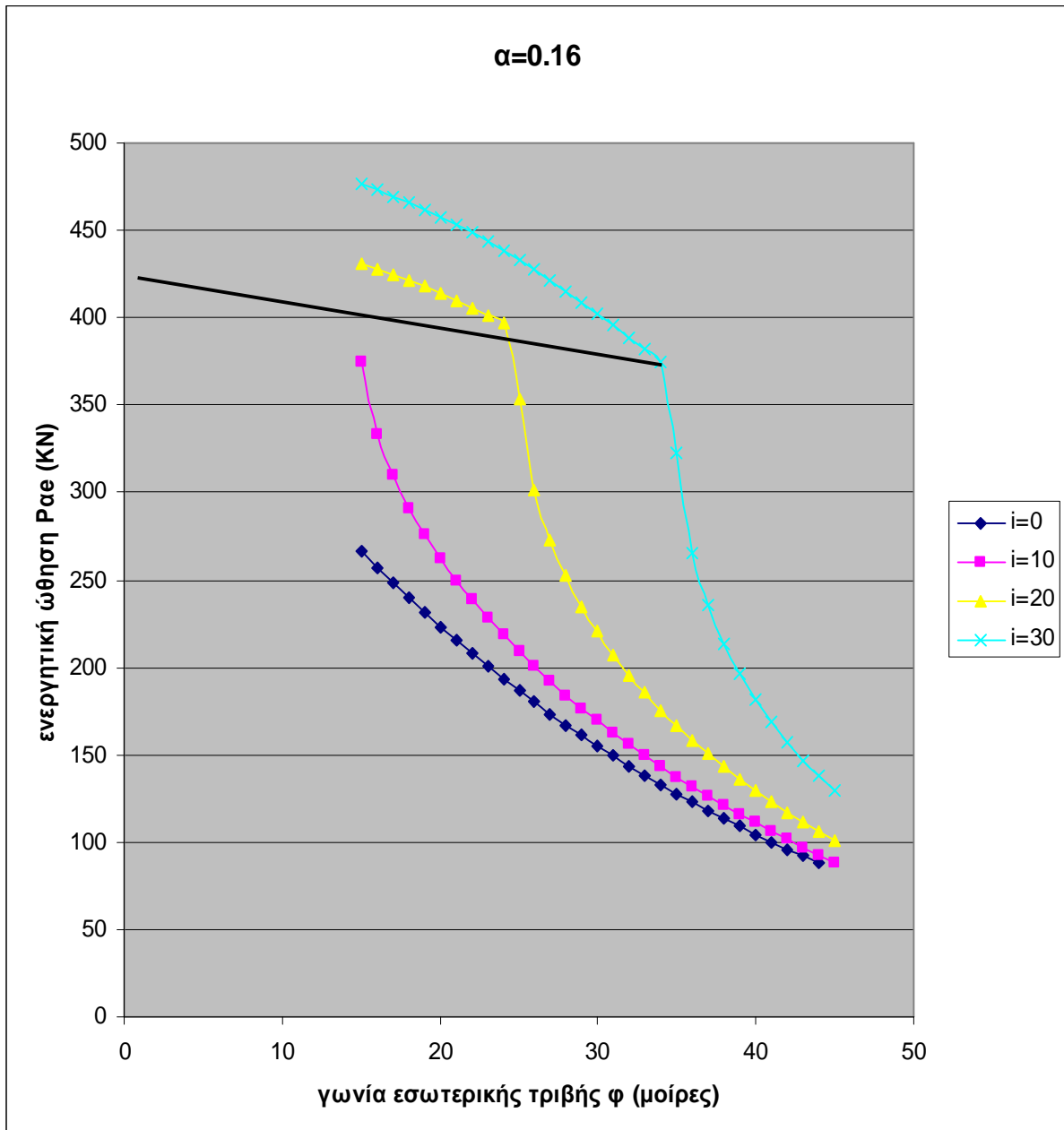
Διάγραμμα 4.32 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_{ae} -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=6m$



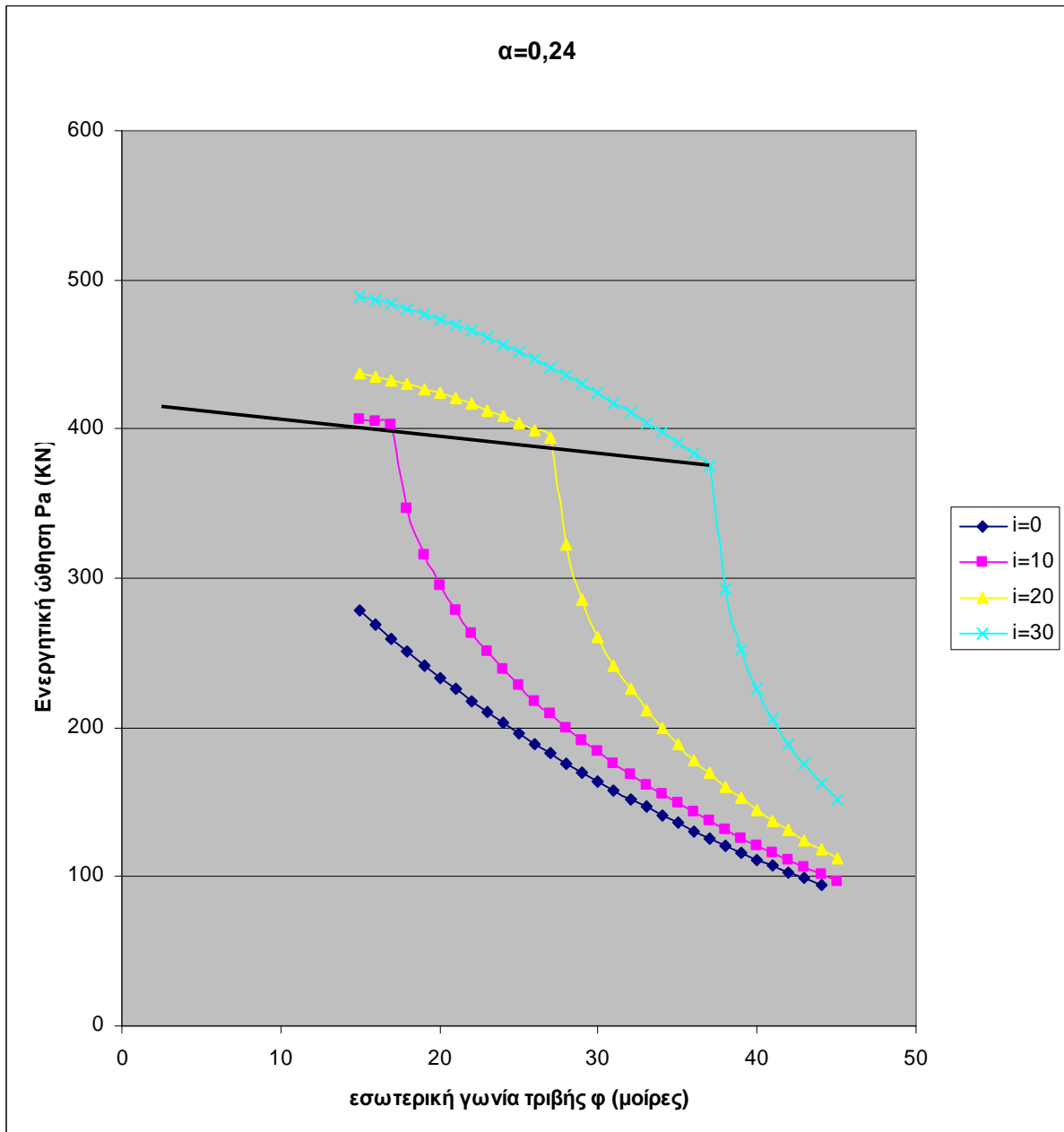
Διάγραμμα 4.33 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=6m$



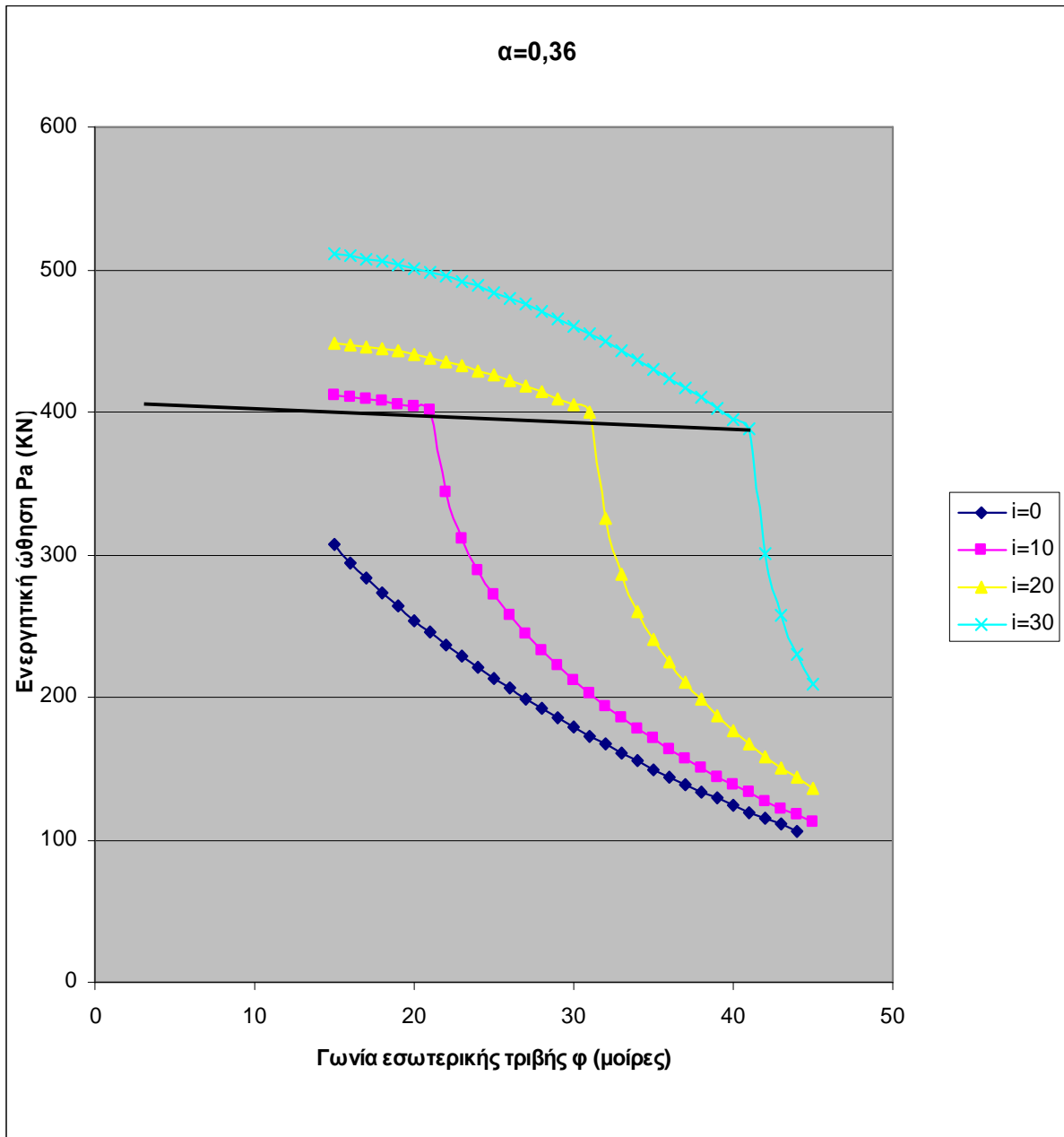
Διάγραμμα 4.34 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=6m$



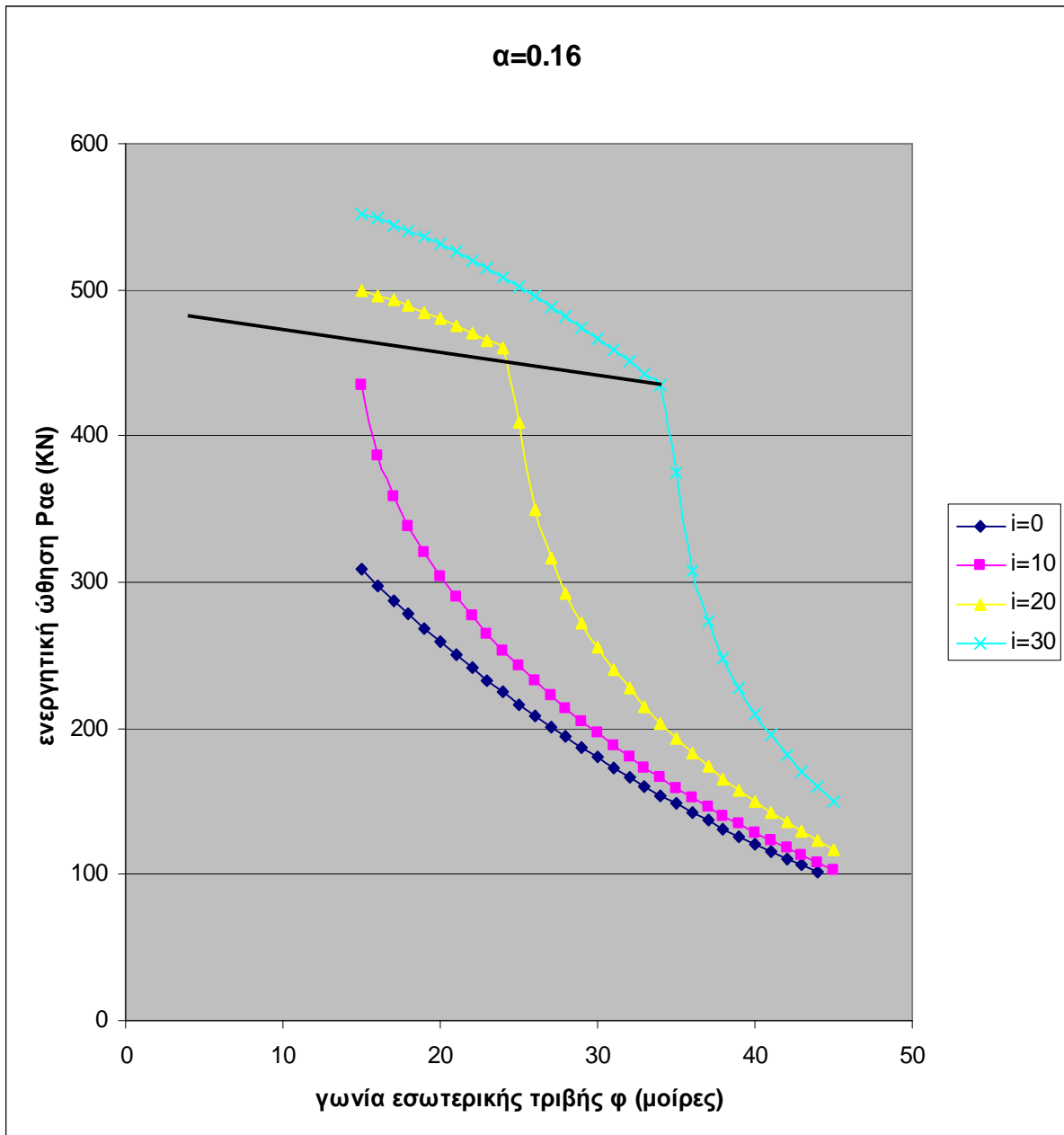
Διάγραμμα 4.35 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_{ae} -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=6.5\text{m}$



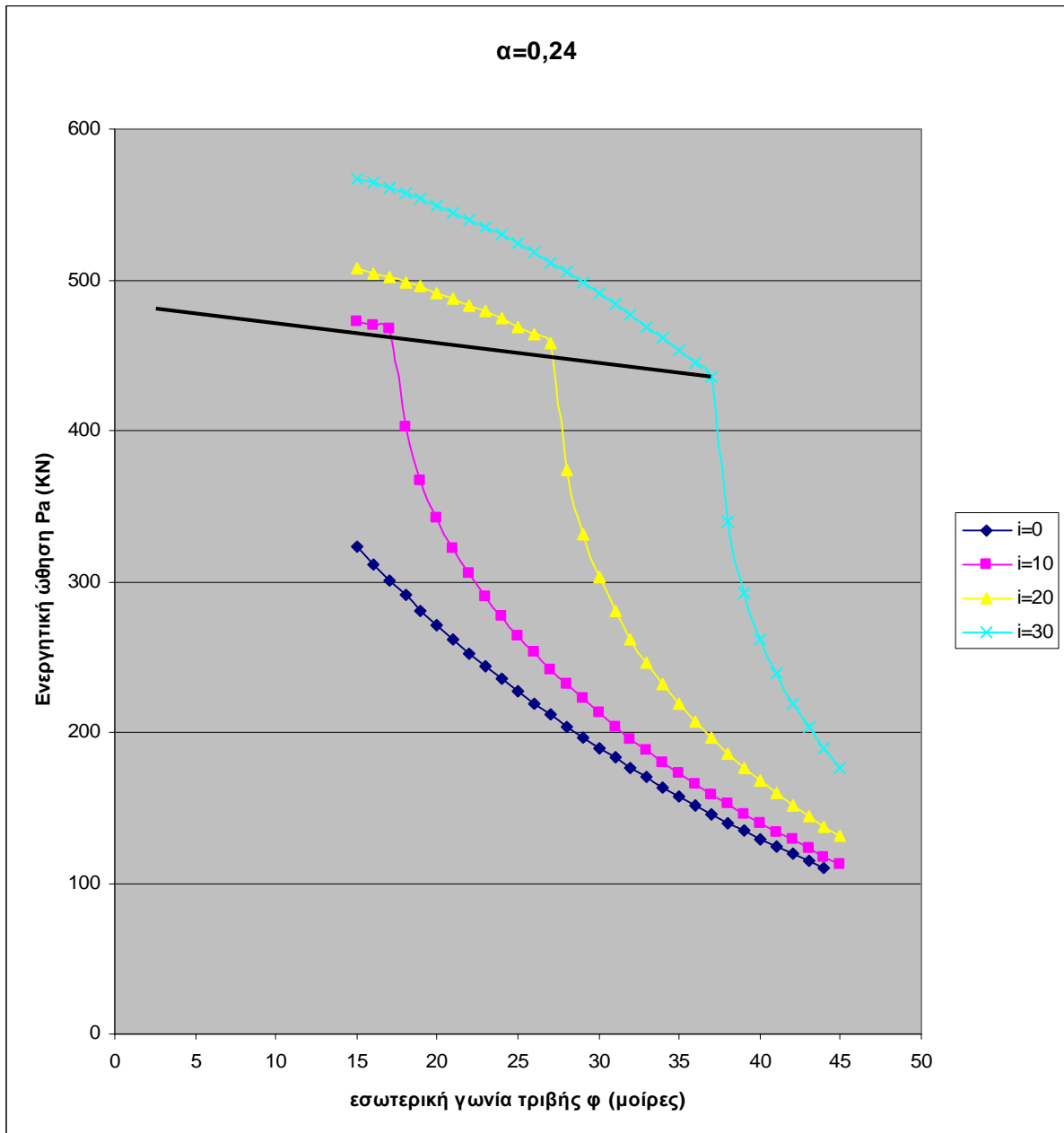
Διάγραμμα 4.36 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=6.5m$



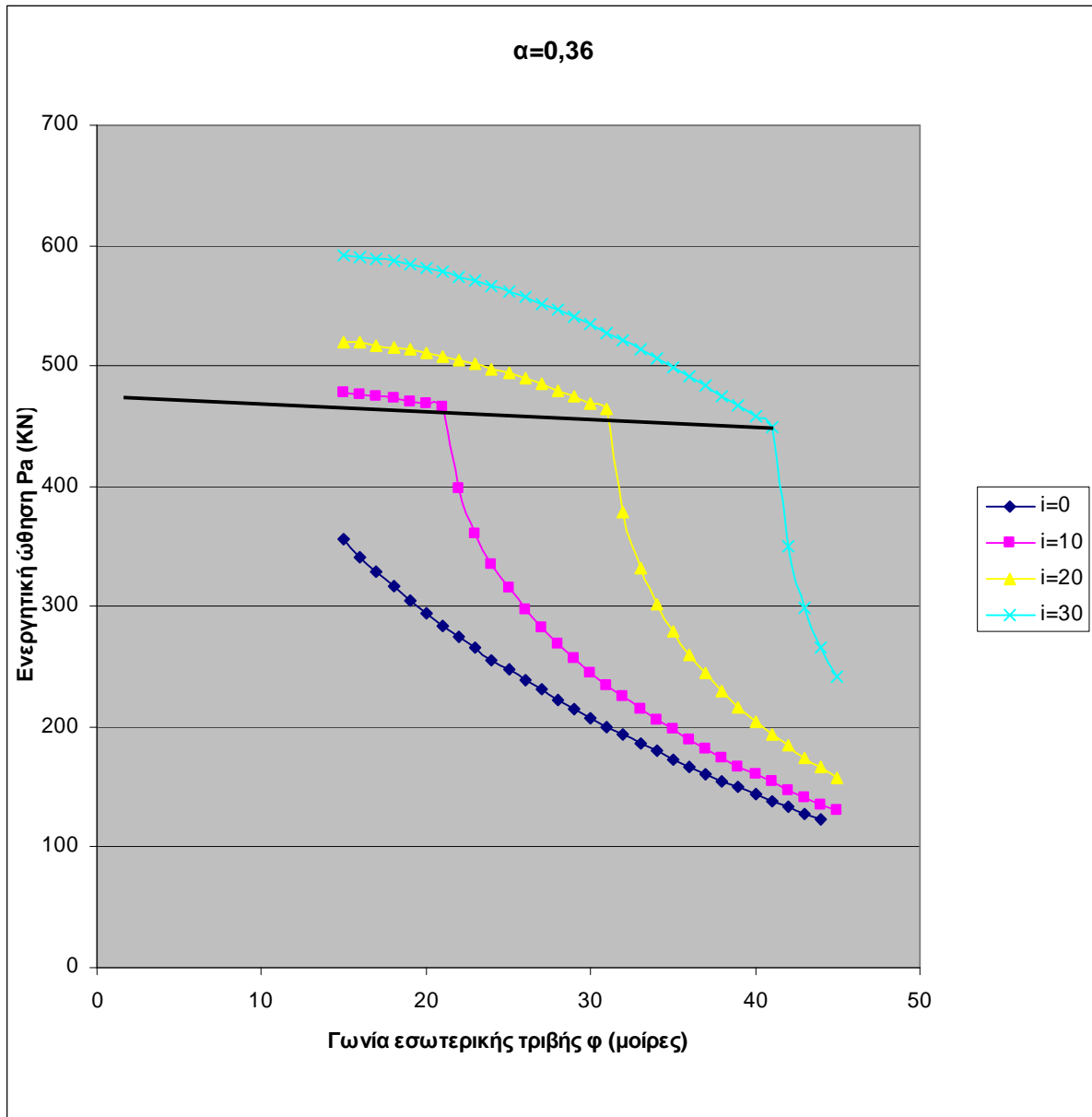
Διάγραμμα 4.37 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=6.5m$



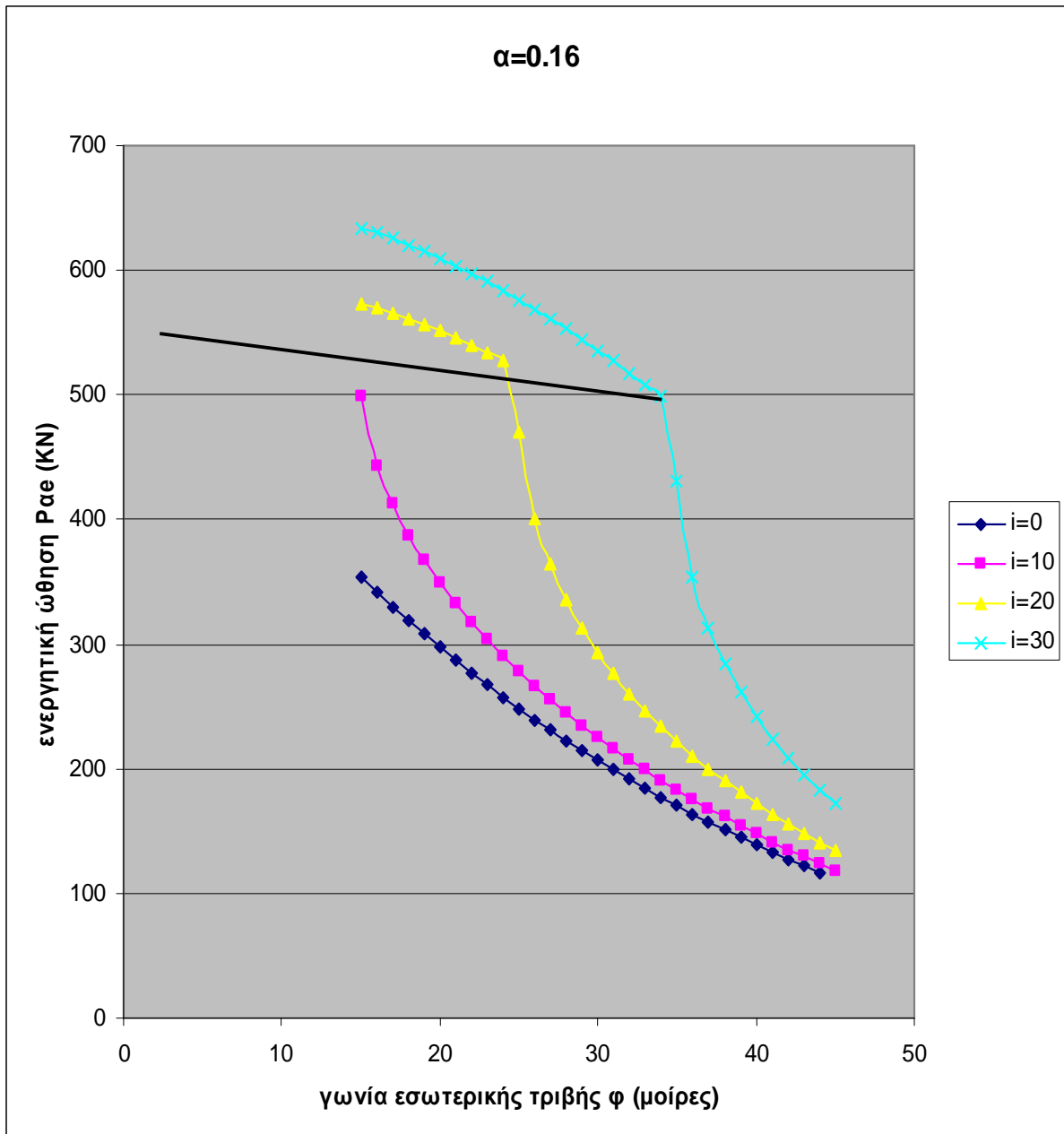
Διάγραμμα 4.38 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_{ae} -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=7m$



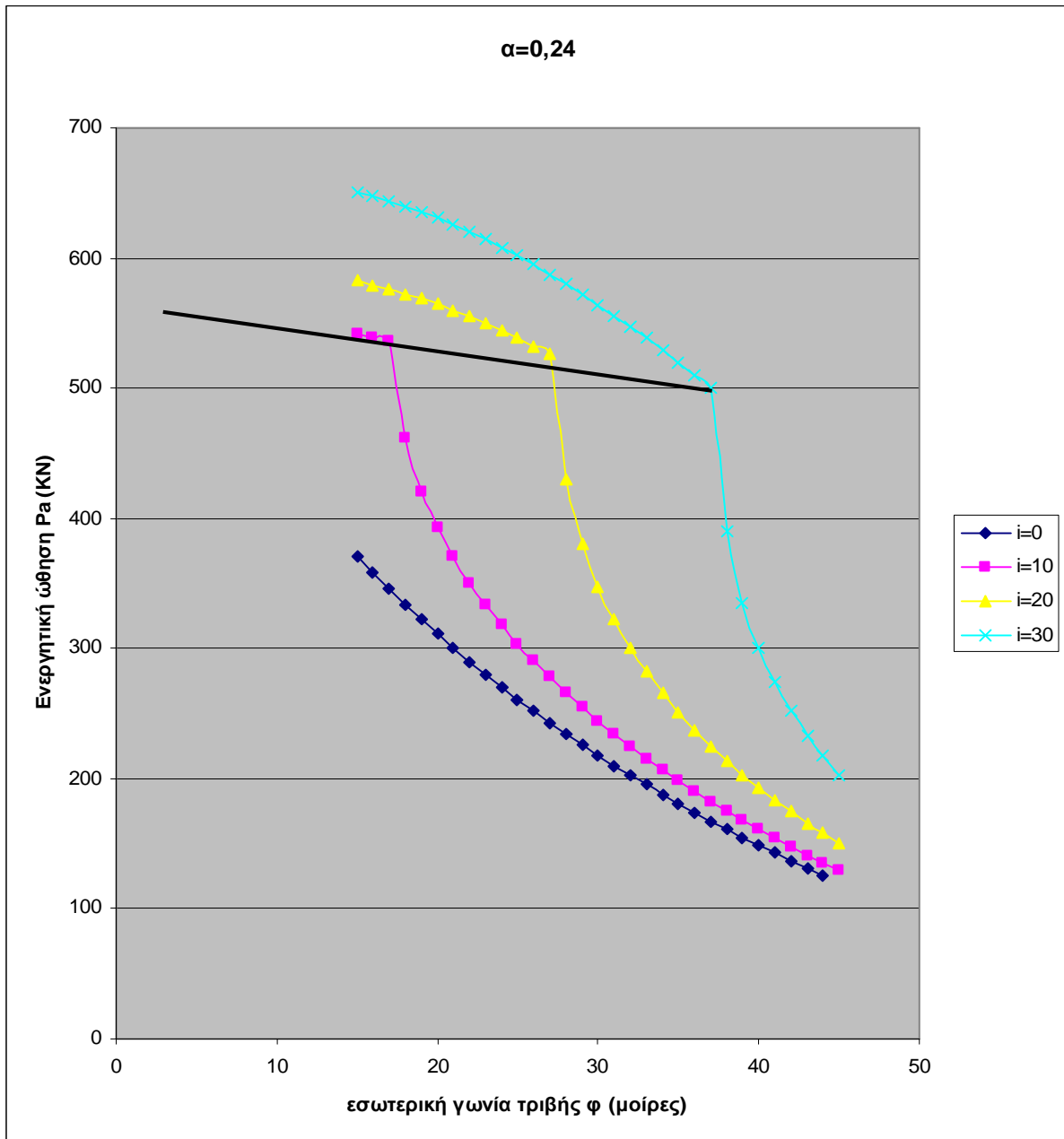
Διάγραμμα 4.39 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=7m$



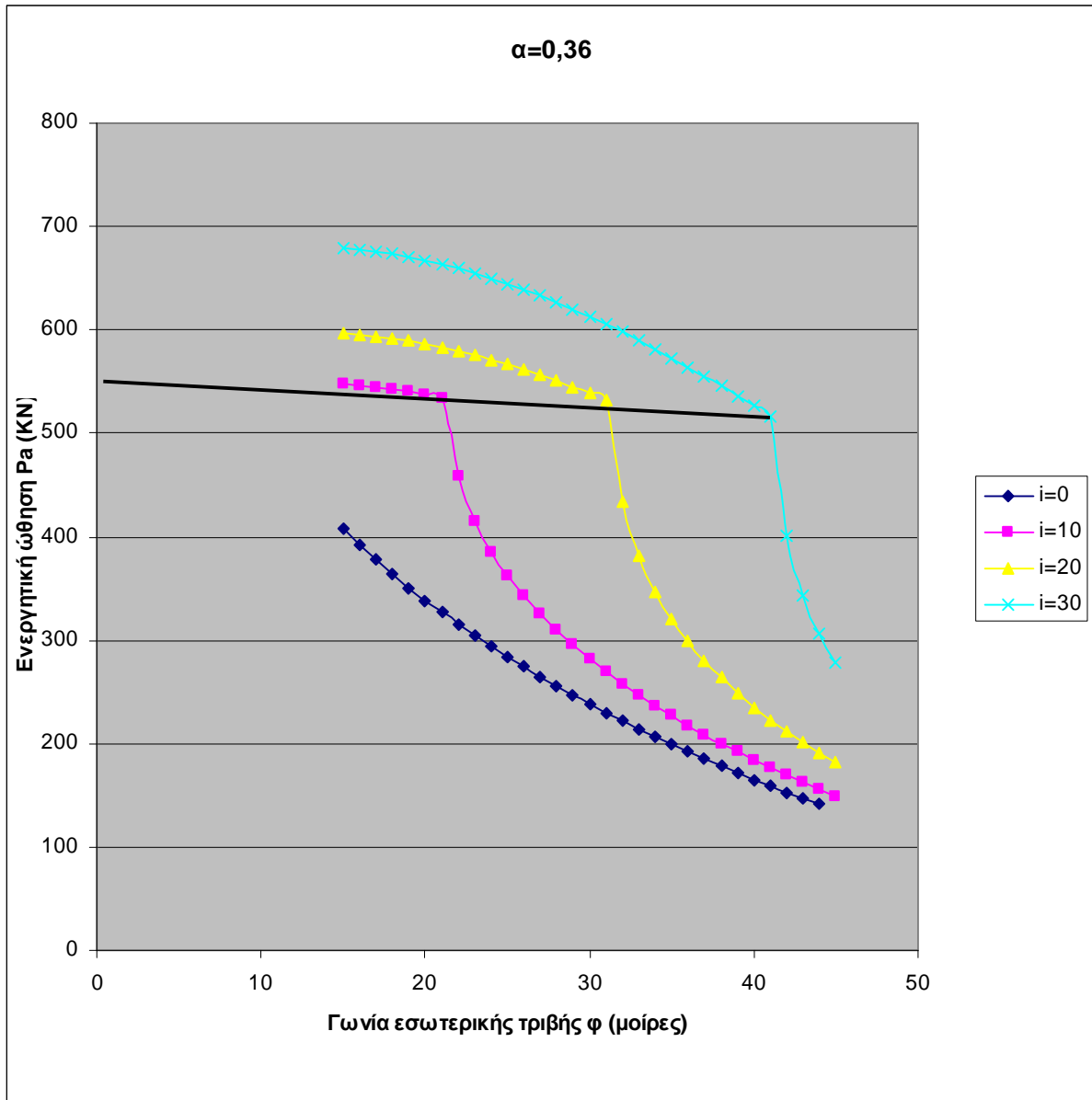
Διάγραμμα 4.40 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=7m$



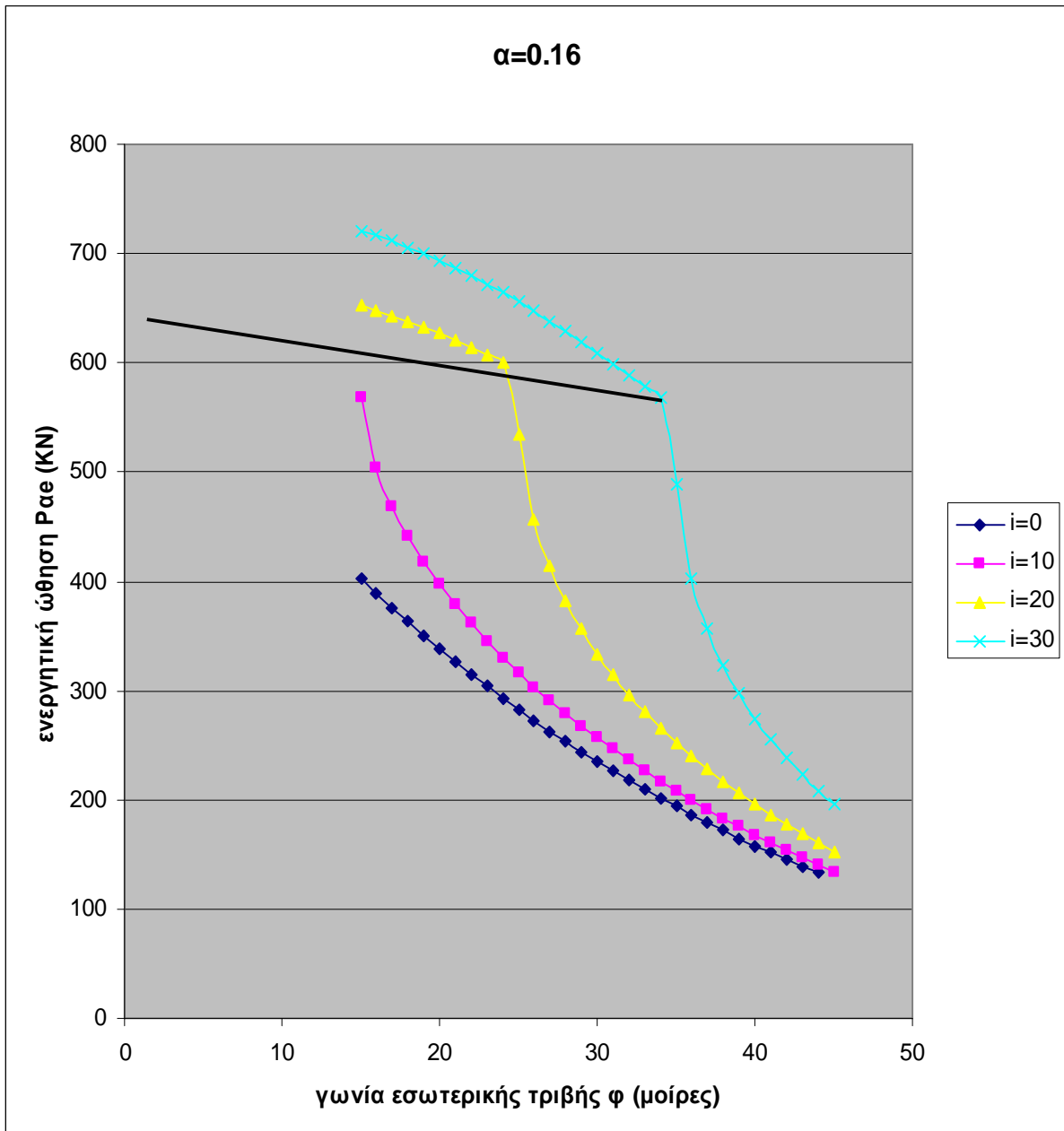
Διάγραμμα 4.41 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_{ae} -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=7.5m$



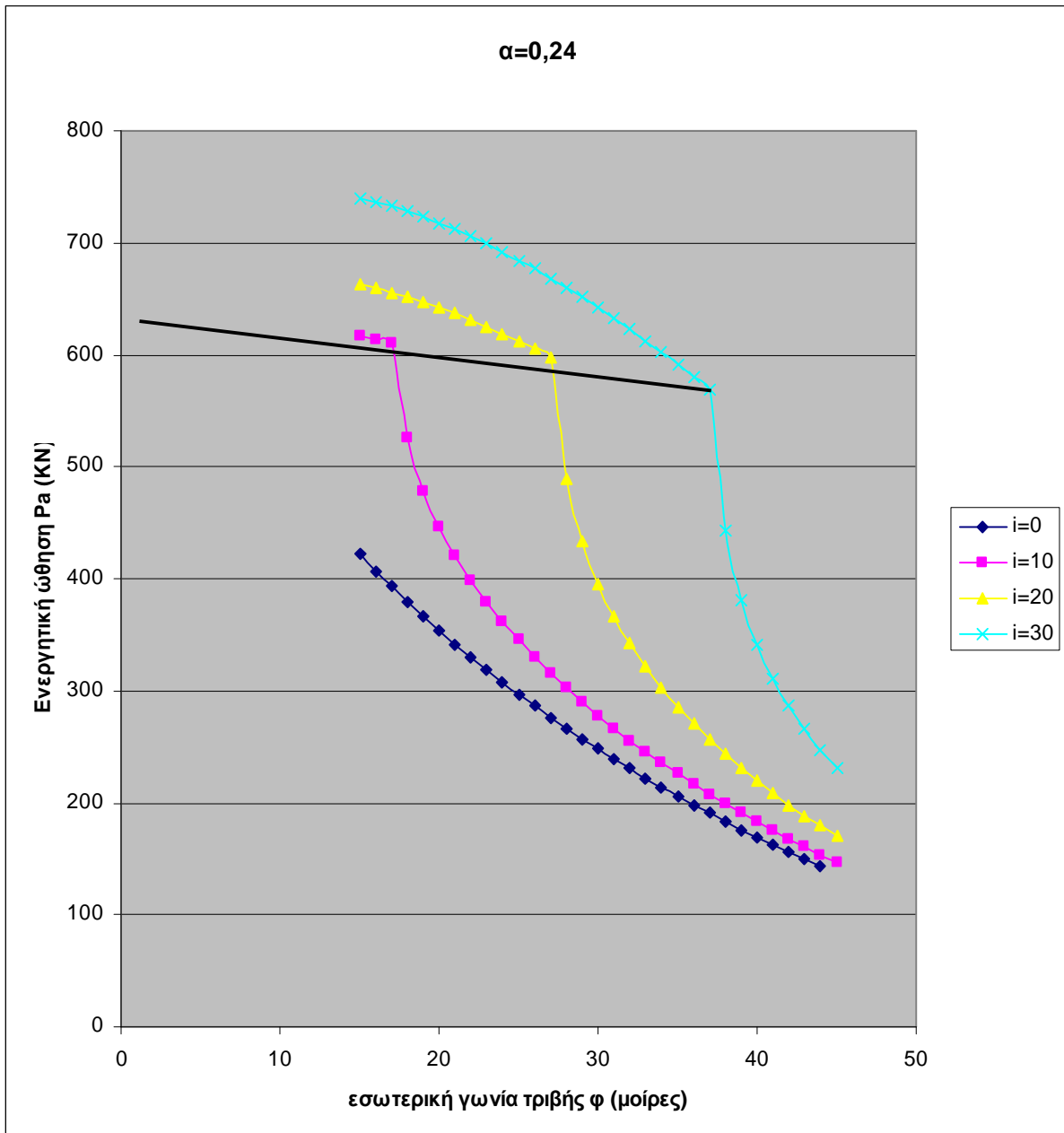
Διάγραμμα 4.42 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_a -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=7.5m$



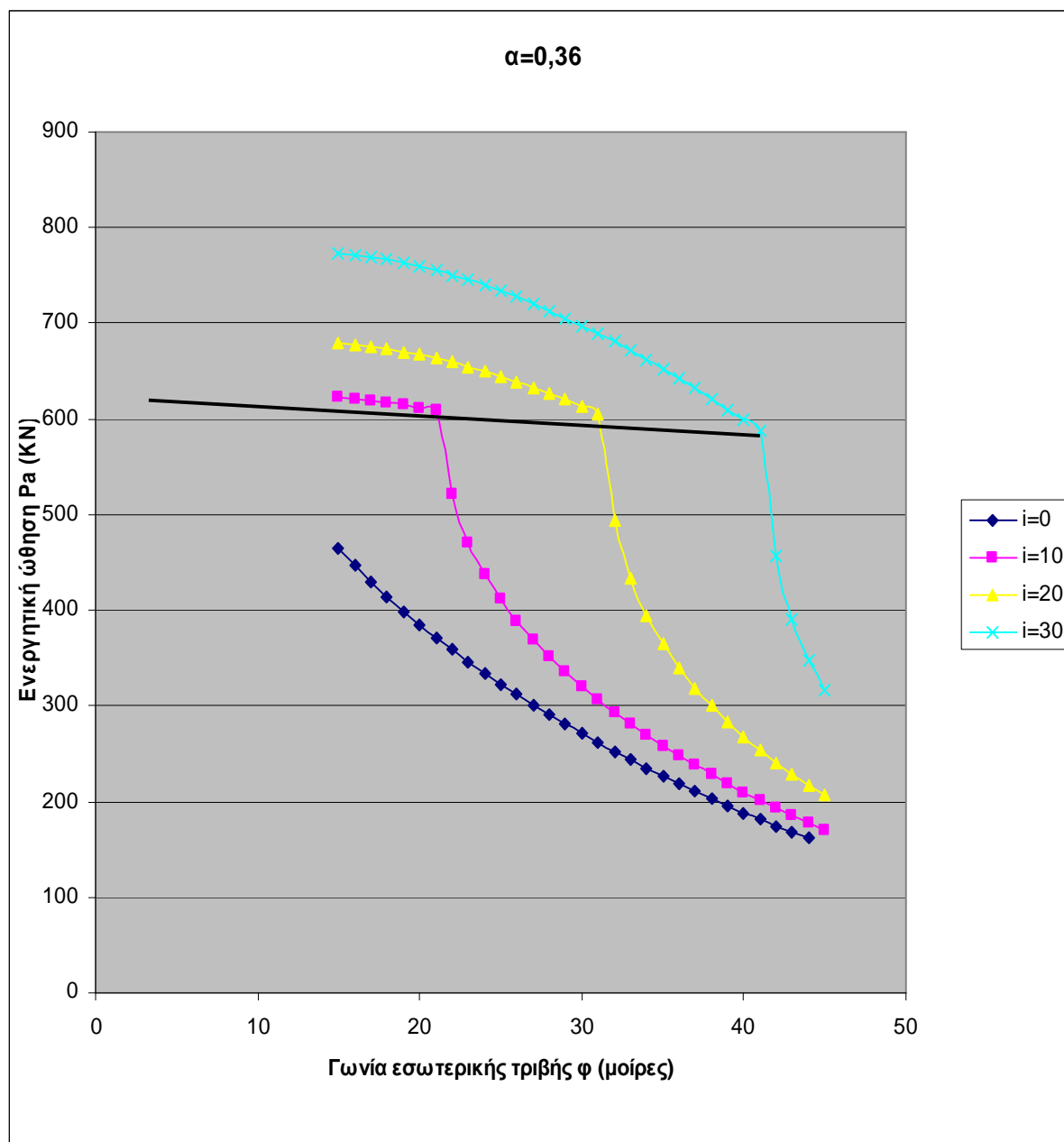
Διάγραμμα 4.43 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=7.5m$



Διάγραμμα 4.44 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης P_{ae} -γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.16$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=8m$



Διάγραμμα 4.45 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής ϕ για $\alpha=0.24$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=8m$



Διάγραμμα 4.46 Διάγραμμα ενεργητικής ώθησης Pa-γωνίας εσωτερικής τριβής φ για $\alpha=0,36$ και για διάφορες κλίσεις εδάφους όπισθεν τοίχου αντιστήριξης με $H=8m$

4.2 Συμπεράσματα παραμετρικής μελέτης

Από τα παραπάνω διαγράμματα μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε ότι η ενεργητική ώθηση Pa έχει μεγάλη μεταβολή όταν ο όρος $\sin(\varphi-\theta-i)$ του τύπου (3,1) του προηγούμενου κεφαλαίου τείνει να μηδενισθεί. Επιπλέον οι τιμές της ενεργητικής ώθησης όπου ξεπερνάνε την Ka_{\max} δεν πρέπει να λαμβάνονται υπ όψιν. Επειδή οι τιμές τις ενεργητικής ώθησης Pa οι οποίες βρίσκονται πάνω από την Pa_{\max} (μαύρη

γραμμή) δεν έχουν φυσικό νόημα αφού για σεισμό που προκαλεί $\varphi > \theta - i$ δεν είναι δυνατή η ισορροπία του πρανούς με κλίση $i > \varphi - \theta$.

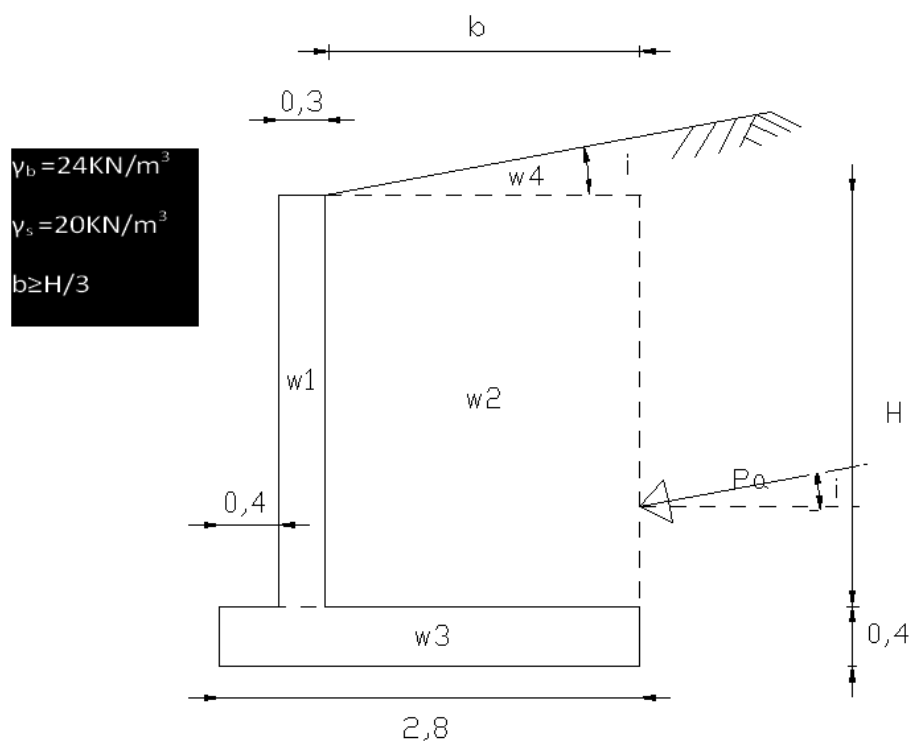
Ο συντελεστής ασφάλειας έναντι ανατροπής πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 2, $SF_{\text{ανατροπής}} > 2$

$$FS_{\text{ανατροπής}} = \frac{\sum M_{\text{ευστάθειαV}}}{\sum M_{\text{ανατροπήV}}}$$

Όπου: $\sum M_{\text{ευστάθειαV}}$ = Σύνολο ροπών που συγκρατούν τον τοίχο

$\sum M_{\text{ανατροπήV}}$ = Σύνολο ροπών που τείνουν να ανατρέψουν τον τοίχο

Από το παρακάτω πίνακα συνάγεται ότι η μεταβολή του P_a λόγω της εσωτερικής γωνίας τριβής φ κρατώντας όλες τις άλλες παραμέτρους σταθερές έχει σημαντική επιρροή στο συντελεστή ασφαλείας έναντι ανατροπής. Το ίδιο και η κλίση του επιχώματος πίσω από τον τοίχο i που πρέπει να λαμβάνεται υπ όψιν από το μηχανικό γιατί όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα οι τιμές του συντελεστή ασφαλείας έναντι ανατροπής μειώνονται σημαντικά όσο αυξάνεται και η κλίση του επιχώματος πίσω από τον τοίχο.



Εικόνα 4.2 Τοίχος αντιστήριξης

H (m)	α	φ°	i°	P_{oe} (kN/m)	$P_{oe}\sin(i)$ (kN/m)	$P_{oe}\cos(i)$ (kN/m)	W1 (kN/m)	W2 (kN/m)	W3 (kN/m)	W4 (kN/m)	$\Sigma M_{ευστάθει}$ ας (kNm/m)	$\Sigma M_{αντροπ}$ ής (kNm/m)	$FS_{ANATROP}$ ΗΣ	
2	0,2 4	26	0	17,904	0	17,903 8	14,4	84	26,88	0	192,6	14,323	13,44 4	
2	0,2 4	26	2 0	37,844	12,944	35,562 1	14,4	84	26,88	16,05	162,5	37,510	6,998	*
2	0,2 4	32	0	14,394	0	14,393 8	14,4	84	26,88	0	192,6	11,515	16,72 2	
2	0,2 4	32	2 0	21,384	7,3138	20,094 6	14,4	84	26,88	16,05	246,7	21,195	11,64 1	
4	0,2 4	26	0	71,615	0	71,615 2	28,8	168	26,88	0	347,5	105,036	3,308	
4	0,2 4	26	2 0	151,37 8	51,774	142,24 9	28,8	168	26,88	16,05	526,	244,873	2,149	*
4	0,2 4	32	0	57,576	0	57,575 5	28,8	168	26,88	0	347,5	84,444	4,115	
4	0,2 4	32	2 0	85,537	29,255	80,378 5	28,8	168	26,88	16,05	463,1	138,367	3,347	
6	0,2 4	26	0	161,13 4	0	161,13 4	43,2	252	26,88	0	502,4	343,753	1,461	
6	0,2 4	26	2 0	359,47 6	122,95	337,79 7	43,2	252	26,88	16,05	880,4	806,696	1,091	*
6	0,2 4	32	0	129,54 5	0	129,54 5	43,2	252	26,88	0	502,4	276,362	1,818	
6	0,2 4	32	2 0	277,63 1	94,955	260,88 8	43,2	252	26,88	16,05	802	623,029	1,287	

* Σ αυτές τις τιμές το $\sin(\varphi-\theta-i)<0$ άρα δεν υπάρχει ισορροπία του πρανούς πίσω από τον τοίχο.

Πίνακας 4.1 Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής με χαρακτηριστικά της Εικόνα 4.2

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ, ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Θ. ΒΑΛΛΑΛΑΣ, Εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη α.ε.
2. Αντιστηρίξεις και θεμελιώσεις, ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Θ.ΒΑΛΛΑΛΑΣ, Εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη α.ε.
3. Τοίχος αντιστηρίξεως, Wilhelm Stiegler , Εκδότης Μ.Γκιούρδας
4. Ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός (ΕΑΚ 2000)
5. Σημειώσεις Εδαφομηχανικής II , Ειρήνη Βγενοπούλου, Τμήμα Πολιτικών Ε/Υ, ΤΕΙ Πάτρας
6. Εφαρμογές σε τοίχους ανιστήριξης , σημειώσεις οδοποιίας ,ΤΕΙ Αθήνας
7. Αντισεισμικός σχεδιασμός ,Εγχειρίδιο για τους μηχανικούς και αρχιτέκτονες D.J. Dowrick, Εκδότης Μ. Γκιούρδας Αθήνα 1983