



Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
ΔΠΜΣ : Επιστήμη & Τεχνολογία Υδατικών Πόρων

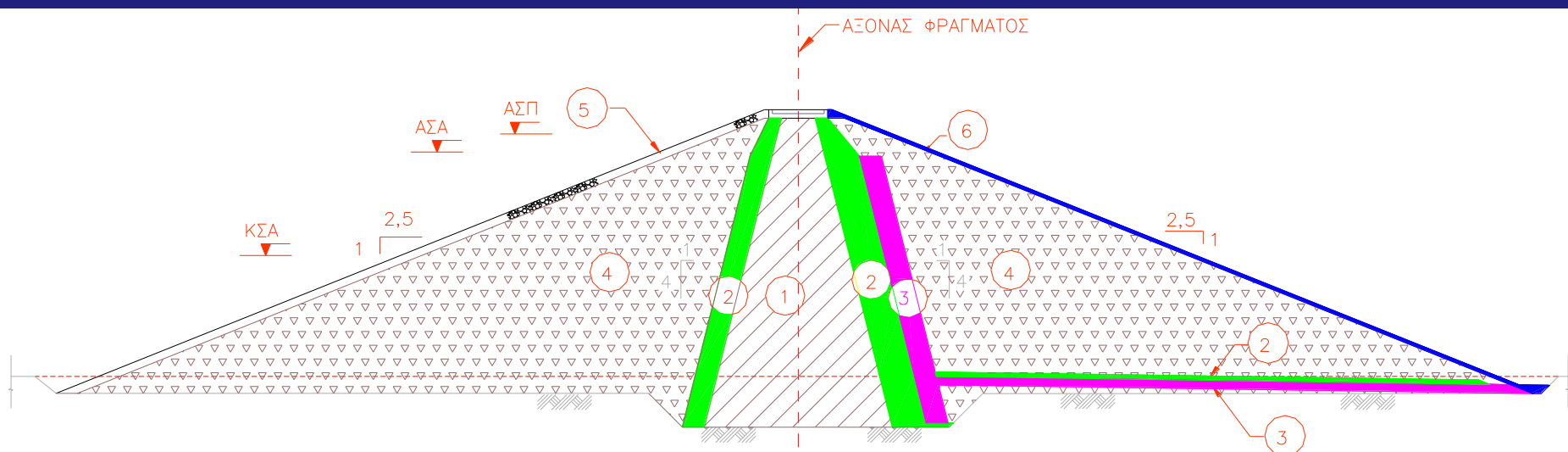
Μάθημα: ΦΡΑΓΜΑΤΑ

Κελύφη Γεωφραγμάτων
Ν. Ι. Μουτάφης

Ροή λάβας - Galapagos



Κελύφη ή Σώματα Φράγματος ή Αντιπυρήνες



Ζώνη 1 - Πυρήνας	Αδιαπέρατα υλικά
Ζώνη 2 – Φίλτρο	Διαβαθμισμένο αμμώδες υλικό
Ζώνη 3 – Στραγγιστήριο	Διαβαθμισμένο χαλικώδες υλικό
Ζώνη 4 – Κελύφη	Αμμοχάλικα, κορήματα, λιθορριπή
Ζώνη 5 – Ανάντη ζώνη προστασίας	Ογκόλιθοι - Τρόχμαλοι
Ζώνη 6 – Κατάντη ζώνη προστασίας	Λίθοι - κροκάλες



Τα κελύφη :

- συγκρατούν τον πυρήνα στη θέση του
- παρέχουν τους απαιτούμενους συντελεστές ευστάθειας του αναχώματος έναντι ολίσθησης
- Διαμορφώνουν υπόβαση στις ζώνες προστασίας του αναχώματος από τους κυματισμούς του ταμιευτήρα και τη διαβρωτική ενέργεια των βροχοπτώσεων



Υλικά κατασκευής κελυφών

Στόχοι :

Αξιοποίηση υλικών από την περιοχή του έργου
Χρήση υλικών με τη μικρότερη δυνατή επεξεργασία

Γαιώδη υλικά

- αμμοχάλικα ποτάμιων αποθέσεων
- υλικά παλαιών αναβαθμίδων
- πλευρικά κορήματα
- αποσαθρωμένος βράχος

Βραχώδη υλικά

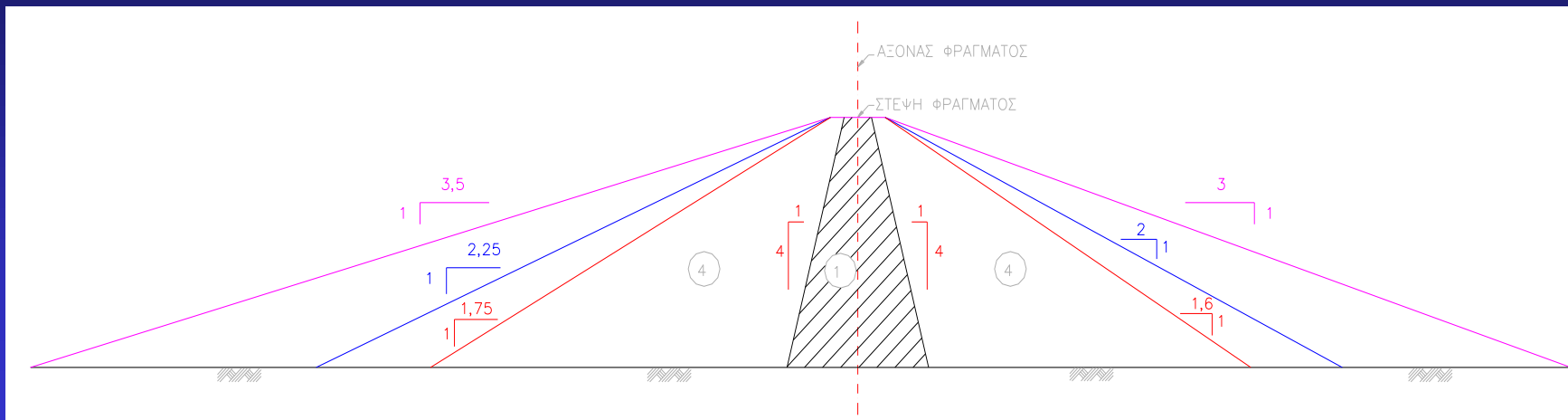
- προϊόντα απαιτούμενων εκσκαφών σε βραχώδεις σχηματισμούς
- προϊόντα εκσκαφής από λατομείο



Βραχώδη υλικά με ή χωρίς λεπτόκοκκο κλάσμα

Χωρίς λεπτόκοκκα
Όχι η βέλτιστη λύση
Δυσκολίες διάστρωσης
και συμπύκνωσης

Με λεπτόκοκκα
Ευκολία διάστρωσης και
συμπύκνωσης



Υλικό κελύφους με υψηλότερη διατμητική αντοχή
⇒
πιο απότομες κλίσεις πρανών αναχώματος φράγματος
⇒
μείωση όγκου φράγματος
⇒
μείωση κόστους (?)



ΠΡΟΣΟΧΗ : κόστος μονάδας

η μείωση του όγκου του αναχώματος
λόγω επιλογής υλικού κατασκευής
δεν συνεπάγεται κατ' ανάγκη
και μείωση του κόστους του

-

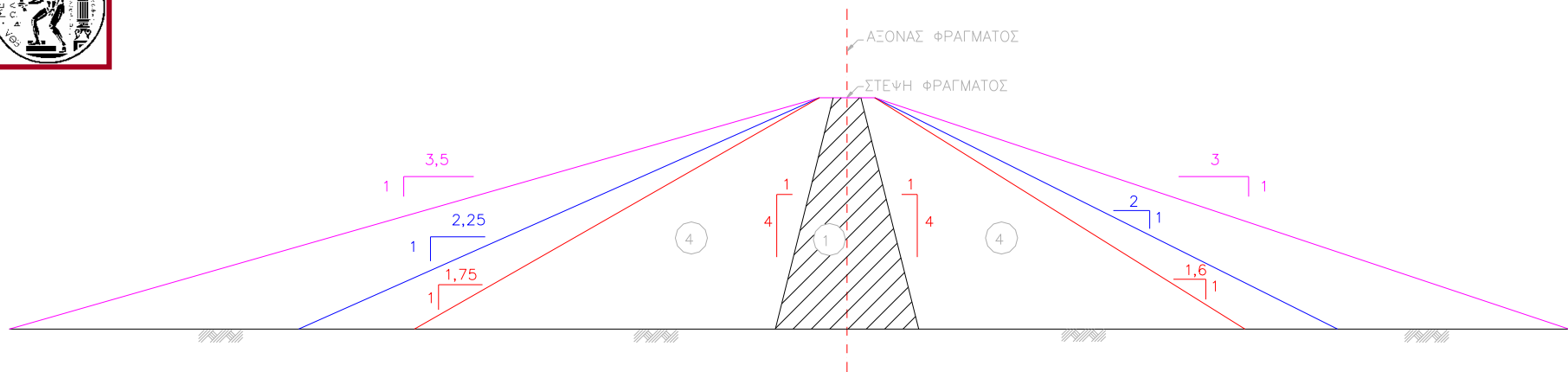
Κόστος εξόρυξης – παραγωγής υλικού
Κόστος μεταφοράς υλικού
Κόστος διάστρωσης & συμπύκνωσης



Κλίσεις πρανών κελυφών

Είναι συνάρτηση τεσσάρων
κύριων παραγόντων :

- Αντοχή υλικού κελύφους
- Αντοχή θεμελίωσης φράγματος
- Επιπτώσεις παρουσίας νερού
- Σεισμική καταπόνηση



Αρχική εκτίμηση κλίσης πρανών κελυφών

Υλικό	φ	εφφ	εφφ /1,5	α	Κλίση (Ο:Κ)
Αργιλικό	23°	0,424	0,283	16°	3,5:1
Αμμοχάλικο	36°	0,726	0,484	26°	2:1
Λιθορριπή	42°	0,900	0,600	31°	1,7:1



Θεμελίωση φράγματος σε βραχώδεις ή εδαφικούς σχηματισμούς

Περιοχή κοίτης ποταμού

- Σε ποτάμιες (αλλουβιακές) αποθέσεις
- Σε βράχο μετά από εκσκαφή των ποτάμιων αποθέσεων

Περιοχή αντερεισμάτων

- Σε βράχο στα αντερείσματα
- Σε εδαφικά υλικά στα αντερείσματα



Στόχοι ορθού σχεδιασμού κελυφών:

- Να αποφεύγεται αντικατάσταση υλικού θεμελίωσης με ‘υποδεέστερο’ υλικό αναχώματος.
- Ομαλές γραμμές εκσκαφής – αποφυγή απότομων αλλαγών κλίσης και κυρτές γωνίες
- Καθορισμένη γεωμετρία εκσκαφής, όπου είναι πρακτικά δυνατόν
- Εύκολα υλοποιήσιμη (τοπογραφικά) γεωμετρία εκσκαφής



Διάστρωση Υλικών

- οριζόντιες στρώσεις -

- Πάχος στρώσεων :

- Αμμοχάλικα : 0,40 - 0,60 m

- Ενδεικτική τιμή 0,50 m

- Λιθορριπή 0,70 – 2,00 m

- Ενδεικτική τιμή 1,0 m

Τα πάχη των στρώσεων μετρούνται μετά τη συμπύκνωση



Μέγιστη διάσταση λίθων :

- Αμμοχάλικα : 90% πάχους στρώσης
- Λιθορριπή : 100% πάχους στρώσης



Διάστρωση αμμοχαλίκων - Φρ. Φανερωμένης Κρήτης





Διάστρωση λιθορριπής - Φρ. Φανερωμένης Κρήτης





Διάστρωση υλικών κελύφους - Λιθορριπή - Φράγμα Σισανίου – Ν. Κοζάνης





Συμπύκνωση υλικών - Εξοπλισμός -

- Δονητικοί κυλινδρο-συμπυκνωτές
- Λείο τύμπανο
- Στατικό βάρος > 10 τόνων
- Ταχύτητα κίνησης < 5 km/h





Συμπύκνωση υλικών

Προσδιορισμός:

πάχους στρώσεων και αριθμού διελεύσεων

συμπυκνωτικού μηχανήματος

ώστε να επιτευχθεί

η απαιτούμενη πυκνότητα



Αριθμός διελεύσεων δονητικού κυλινδρο-συμπυκνωτή

Επιλογή πάχους στρώσεων και αριθμού
διελεύσεων με δοκιμαστικό ανάχωμα

Τετραμερισμός αναχώματος Μέτρηση

- κατακόρυφης παραμόρφωσης
- μέτρου παραμορφωσιμότητας
- πυκνότητας

Για διάφορες υγρασίες

Για διάφορους αριθμούς διελεύσεων



Αριθμός διελεύσεων

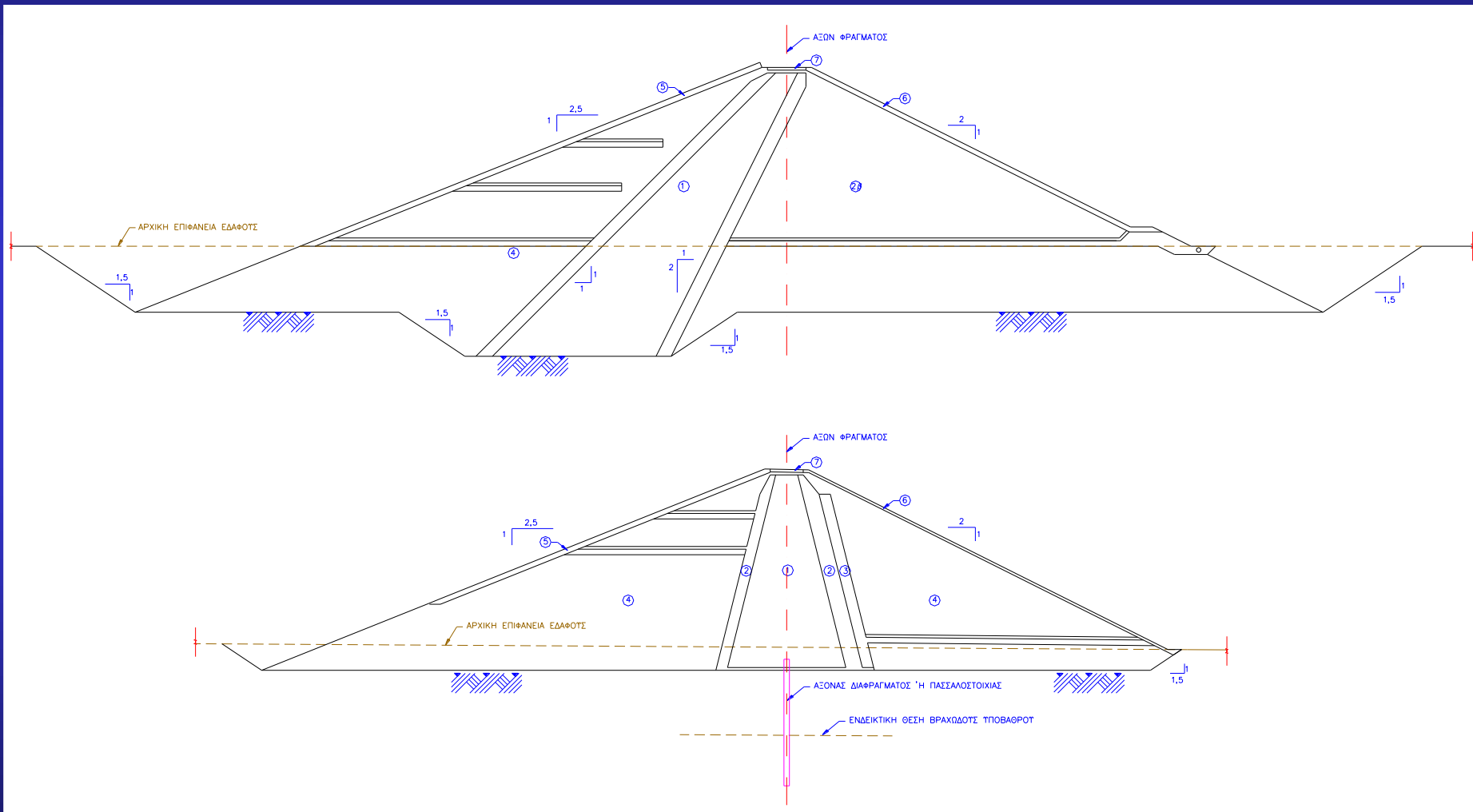
Ενδεικτικές τιμές:

Αμμοχάλικα : 4 ή 8 διελεύσεις

Λιθορριπή : 4 διελεύσεις



Εκσκαφές κοίτης σε βραχώδες υπόβαθρο ή σε ποτάμια αποθέσεις



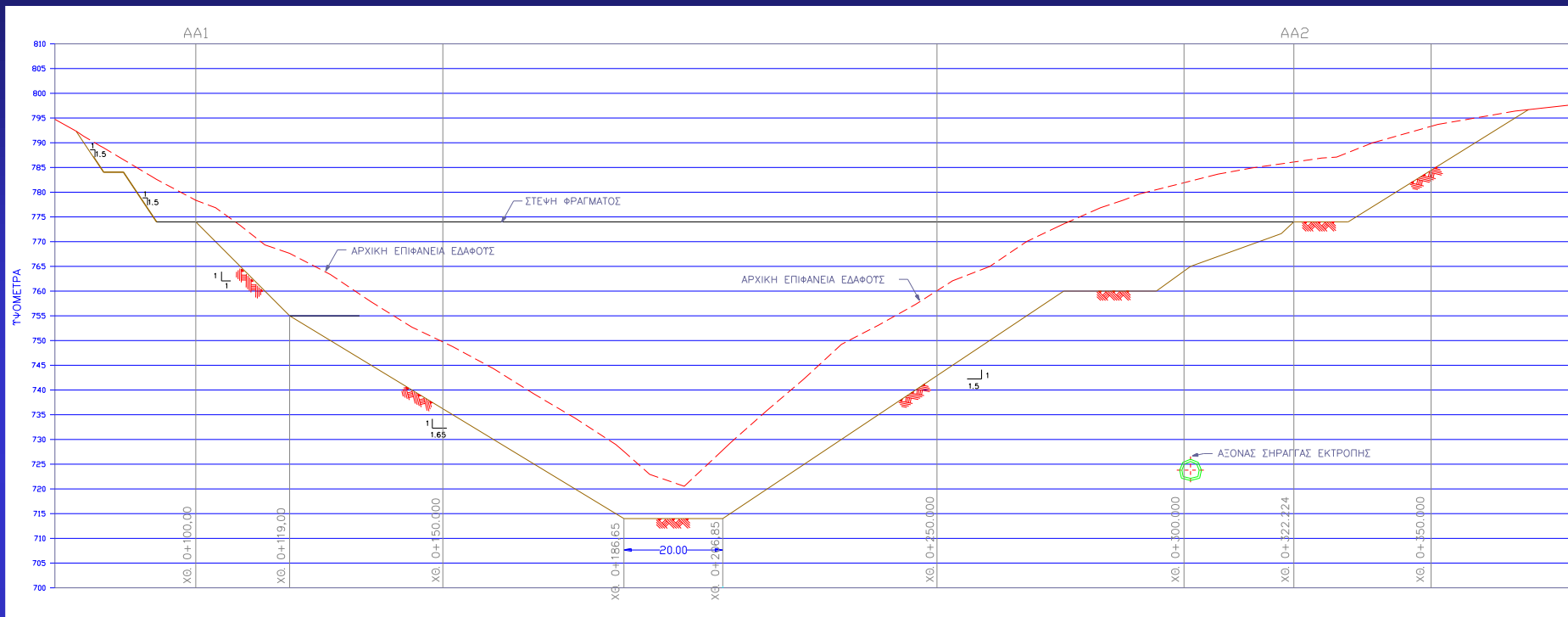
Σχεδιασμός εκσκαφών φράγματος πυρήνα & κελυφών

Θεωρούνται γνωστά από τη
γεωλογική – γεωτεχνική μελέτη:

Ελάχιστο απαιτούμενο βάθος εκσκαφών
για απομάκρυνση ακατάλληλων υλικών
στην περιοχή θεμελίωσης
του πυρήνα και των κελυφών



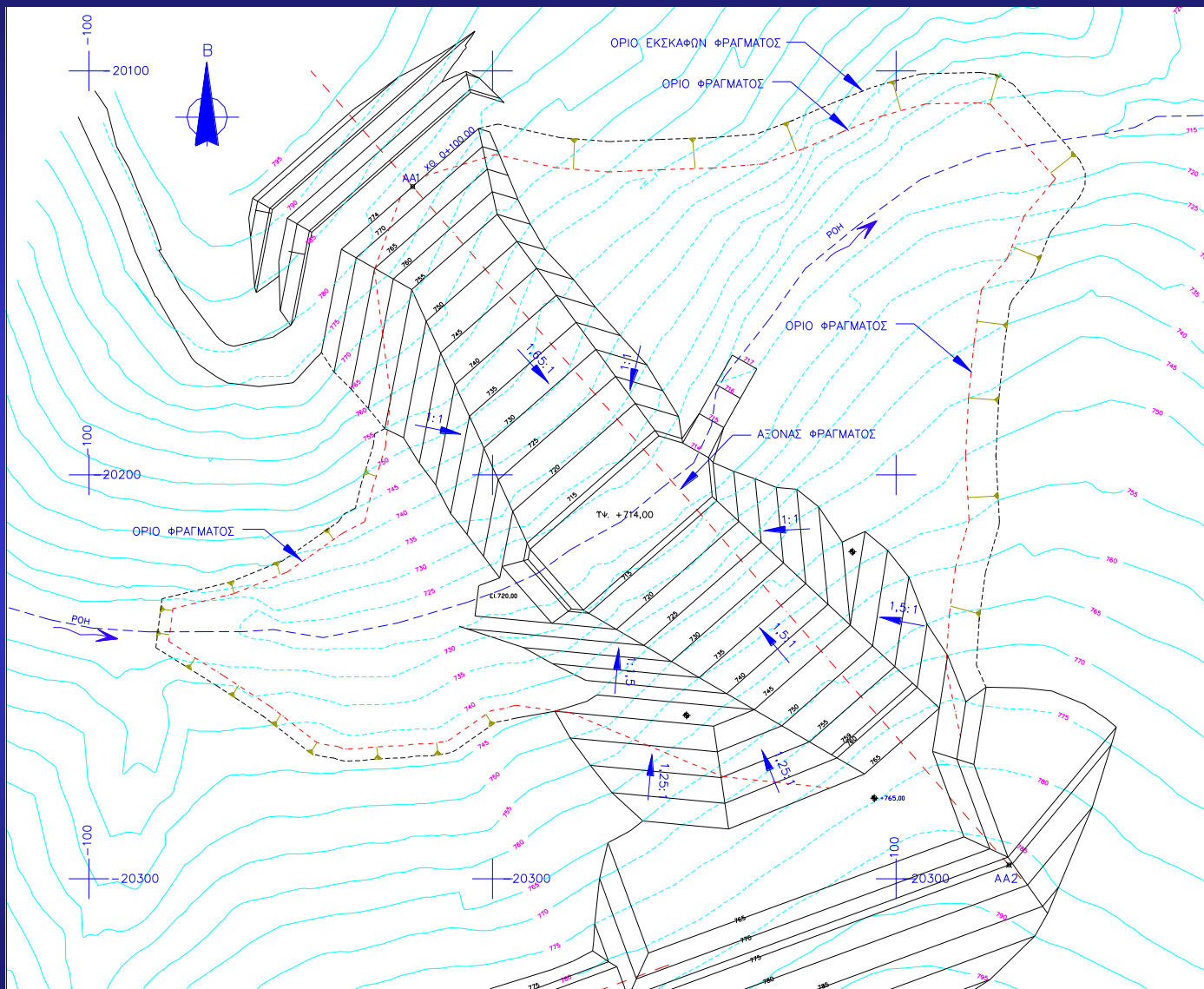
Μηκοτομή στον άξονα φράγματος – θεμελίωση πυρήνα



- Ελάχιστο πλάτος εκσκαφής στην κοίτη (εξοπλισμός)
- Ομαλές κατά μήκος κλίσεις – απαιτήσεις θεμελίωσης
- Χιλιομέτρηση φράγματος (AA1 – AA2)
- Απλοποίηση χιλιομέτρησης



Τελικό σχέδιο εκσκαφών κεκλιμένου πυρήνα



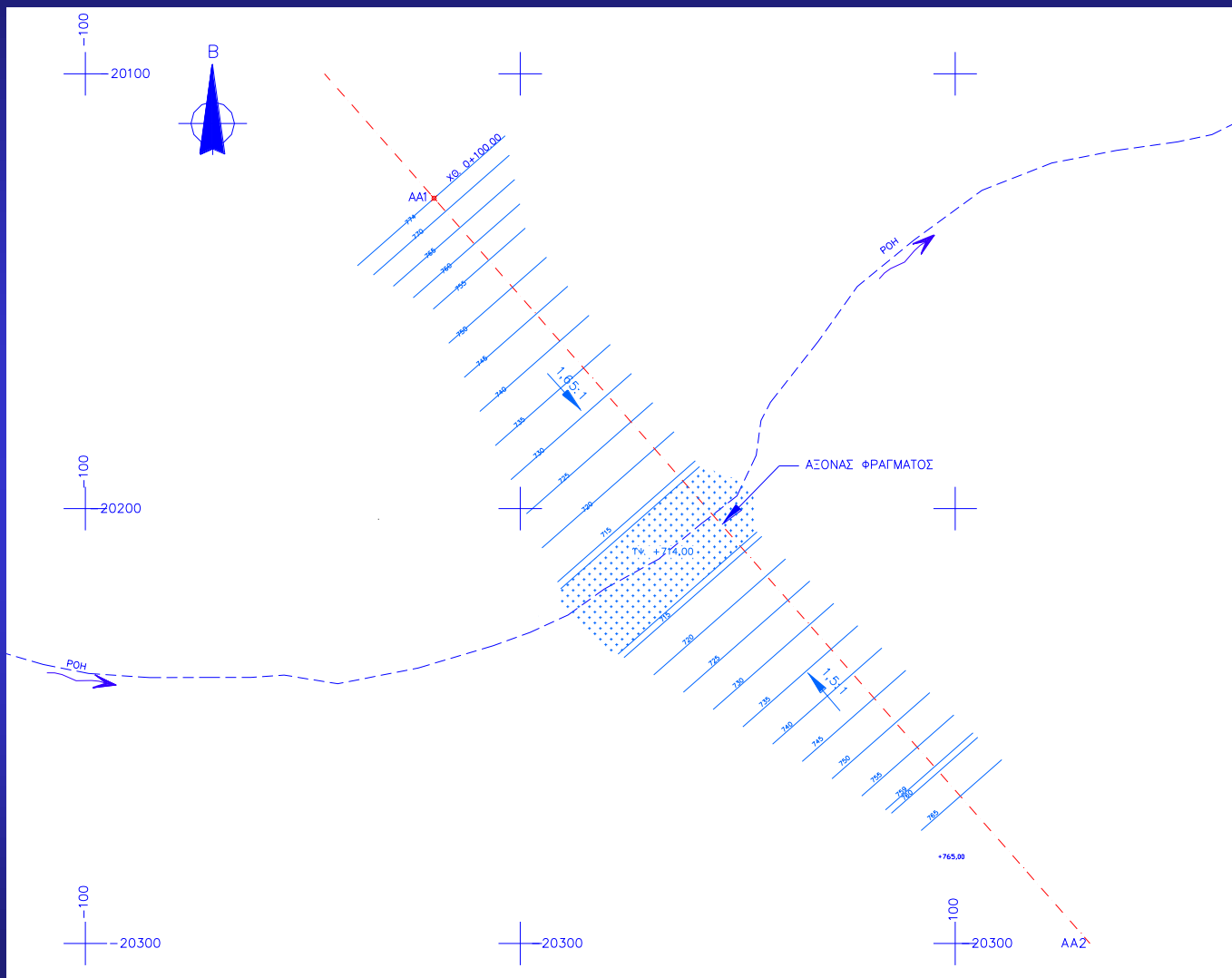


Διαμόρφωση τάφρου θεμελίωσης κεκλιμένου πυρήνα - Φράγμα Ιλαρίωνα -



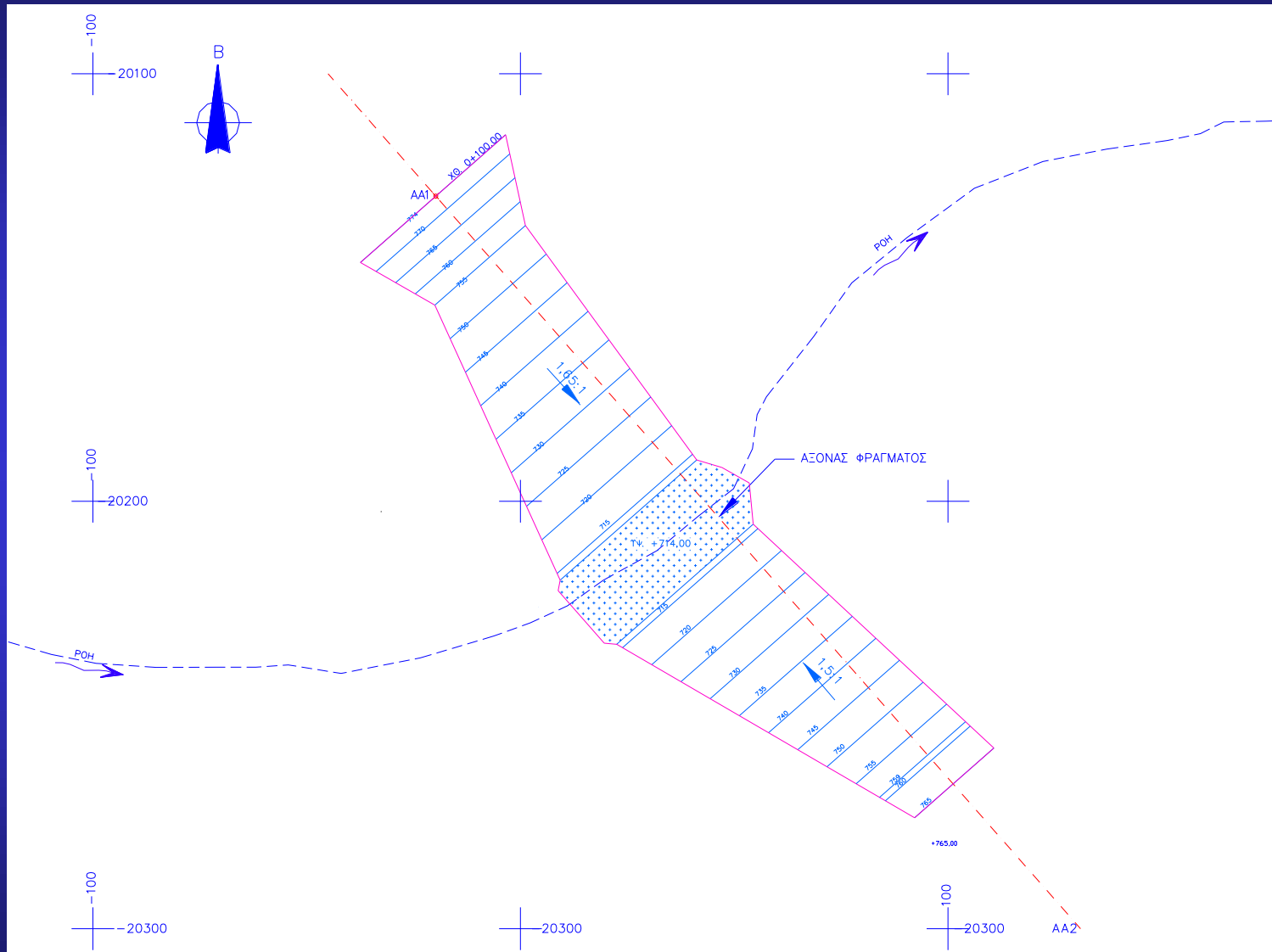


1ο στάδιο σχεδιασμού εκσκαφών φράγματος : πυθμένας τάφρου πυρήνα



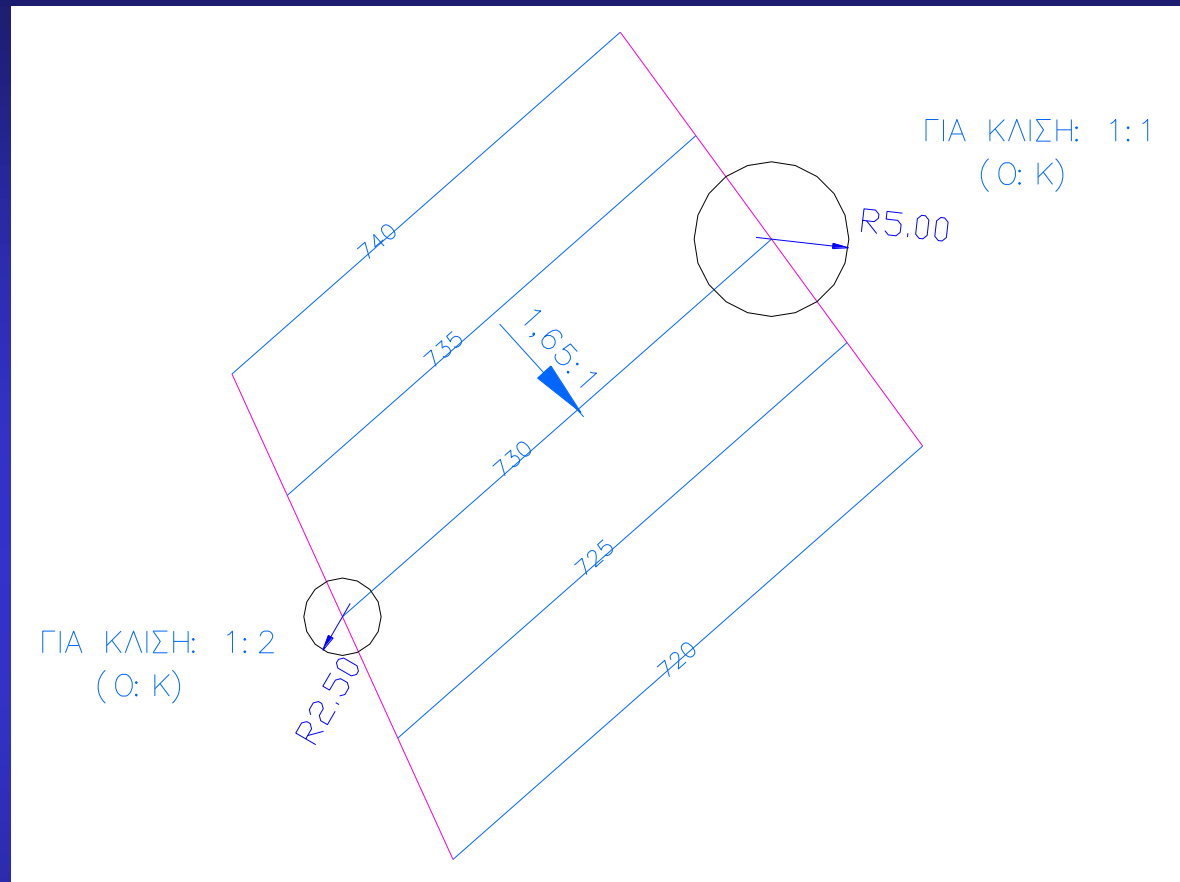


2ο στάδιο σχεδιασμού εκσκαφών φράγματος : όρια τάφρου πυρήνα





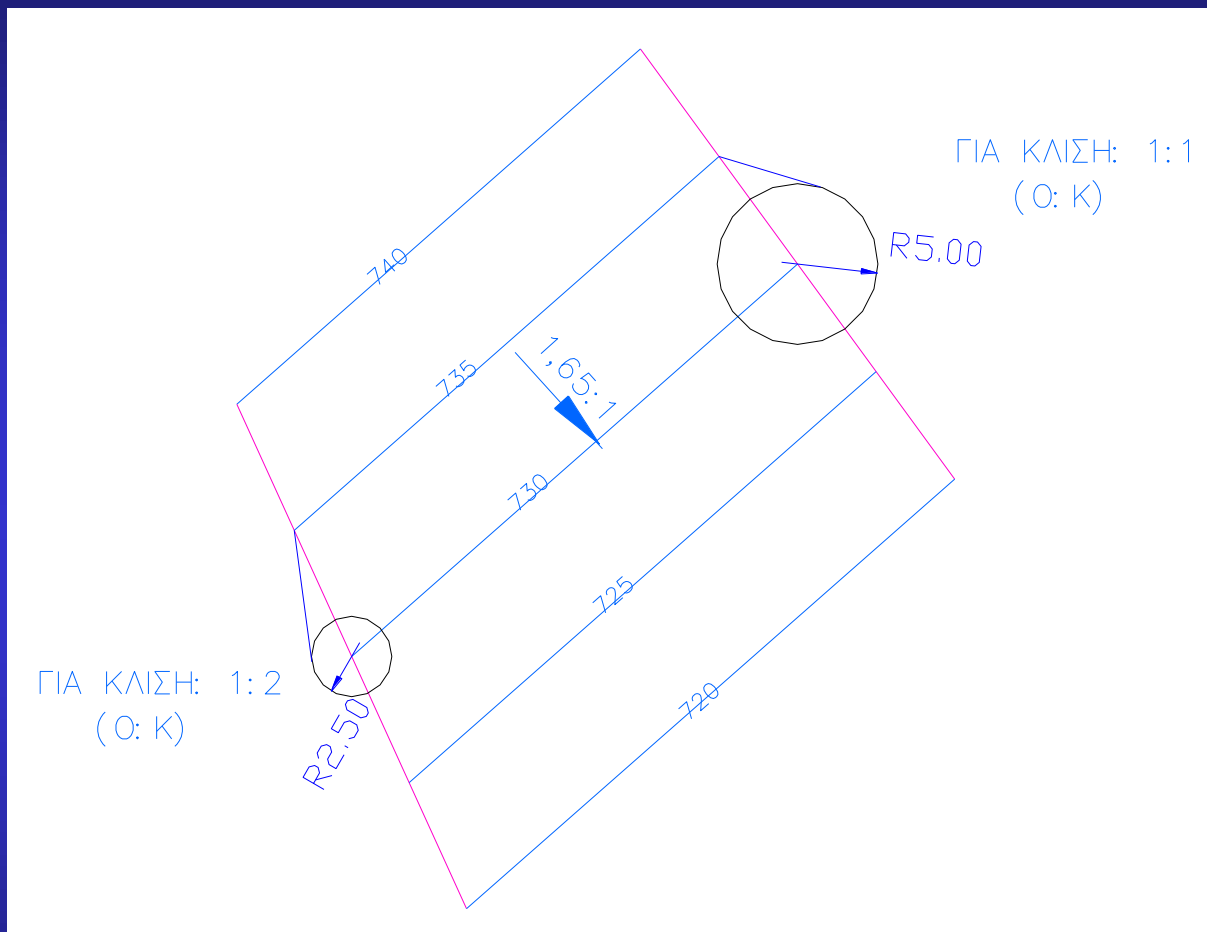
Σχεδιασμός παρειών εκσκαφής



- Επιλογή κλίσης παρειάς (γεωλογικά – γεωτεχνικά στοιχεία)
- Σχεδίαση κύκλου κατάλληλης ακτίνας



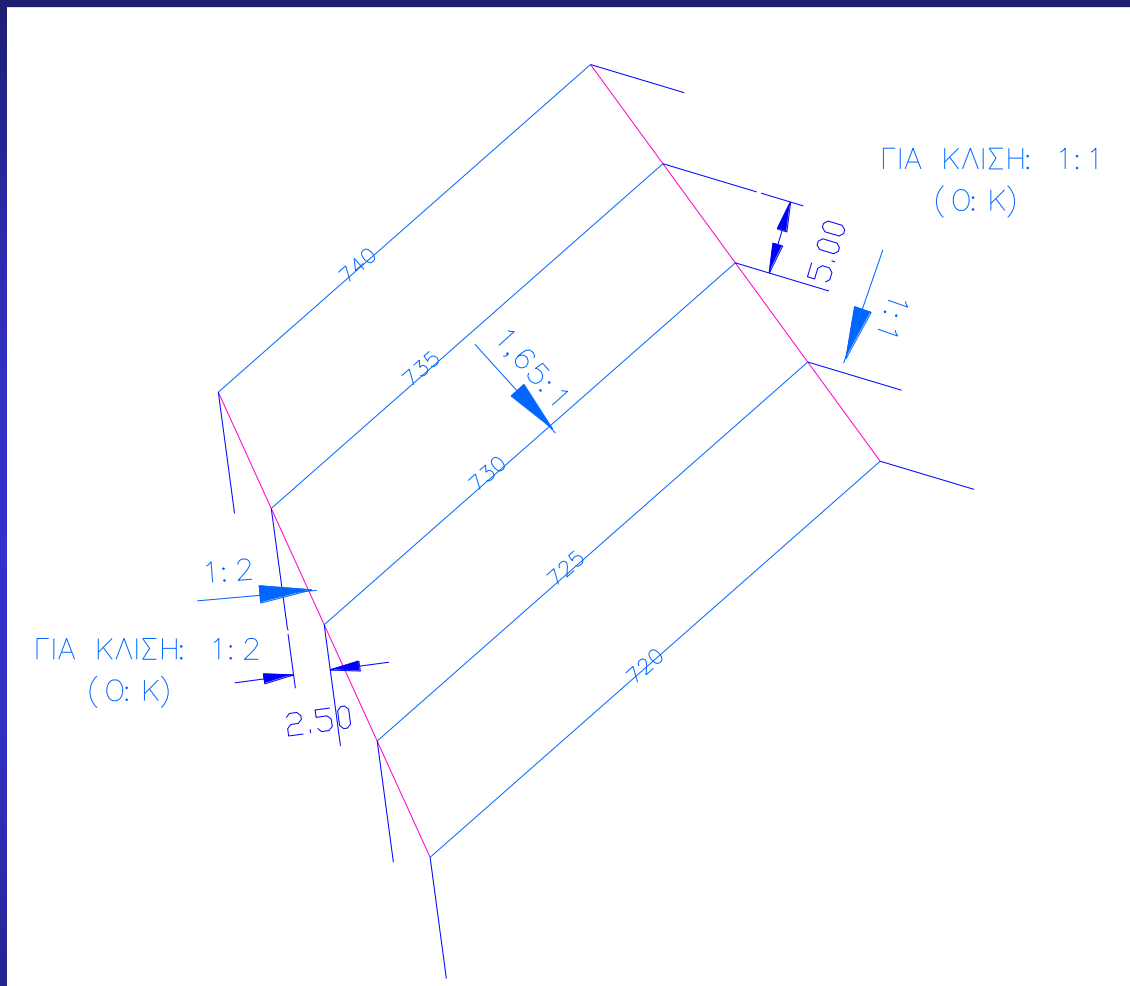
Σχεδιασμός παρειών εκσκαφής



Σχεδίαση εφαπτόμενης στον κύκλο



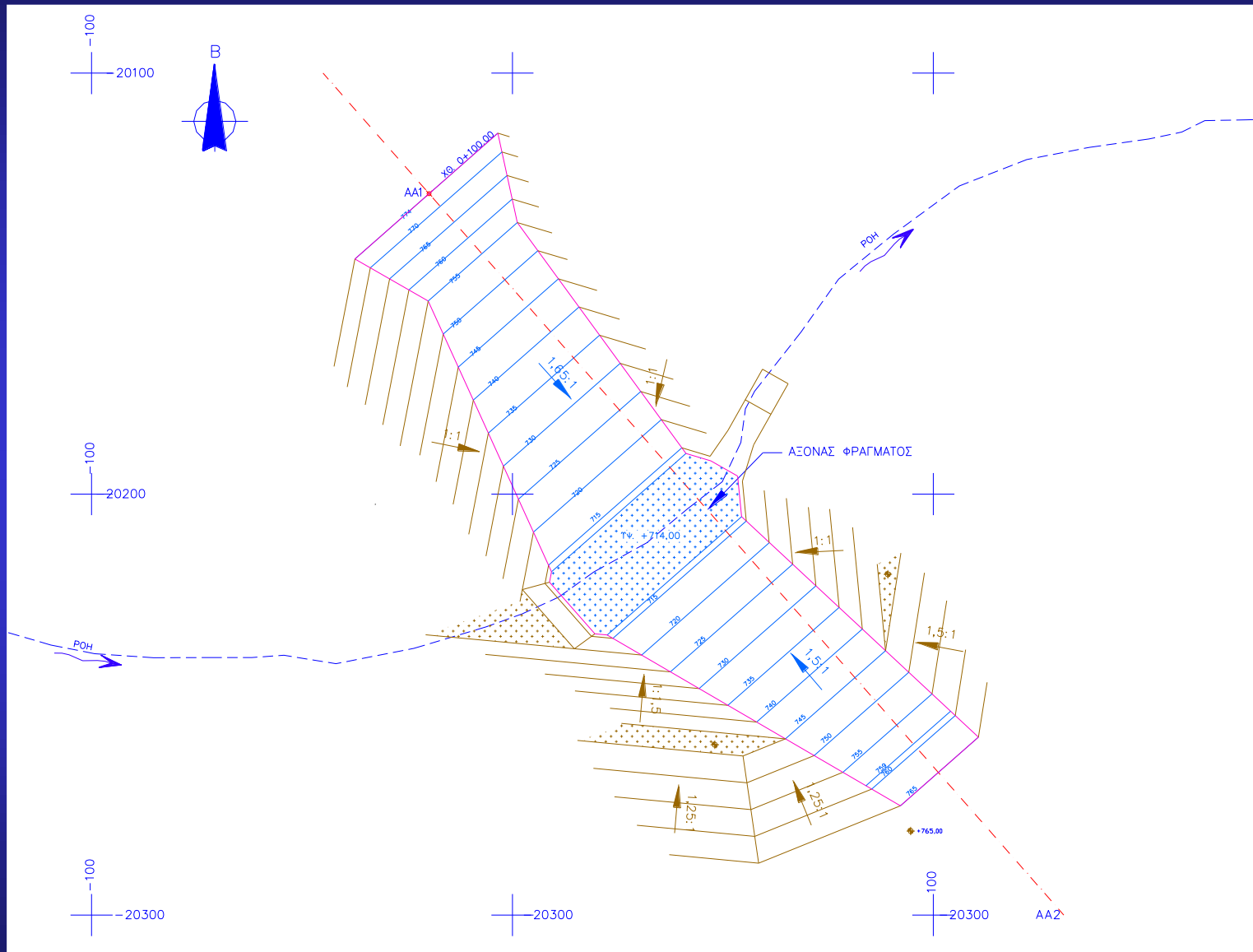
Σχεδιασμός παρειών εκσκαφής



Σχεδίαση παραλλήλων

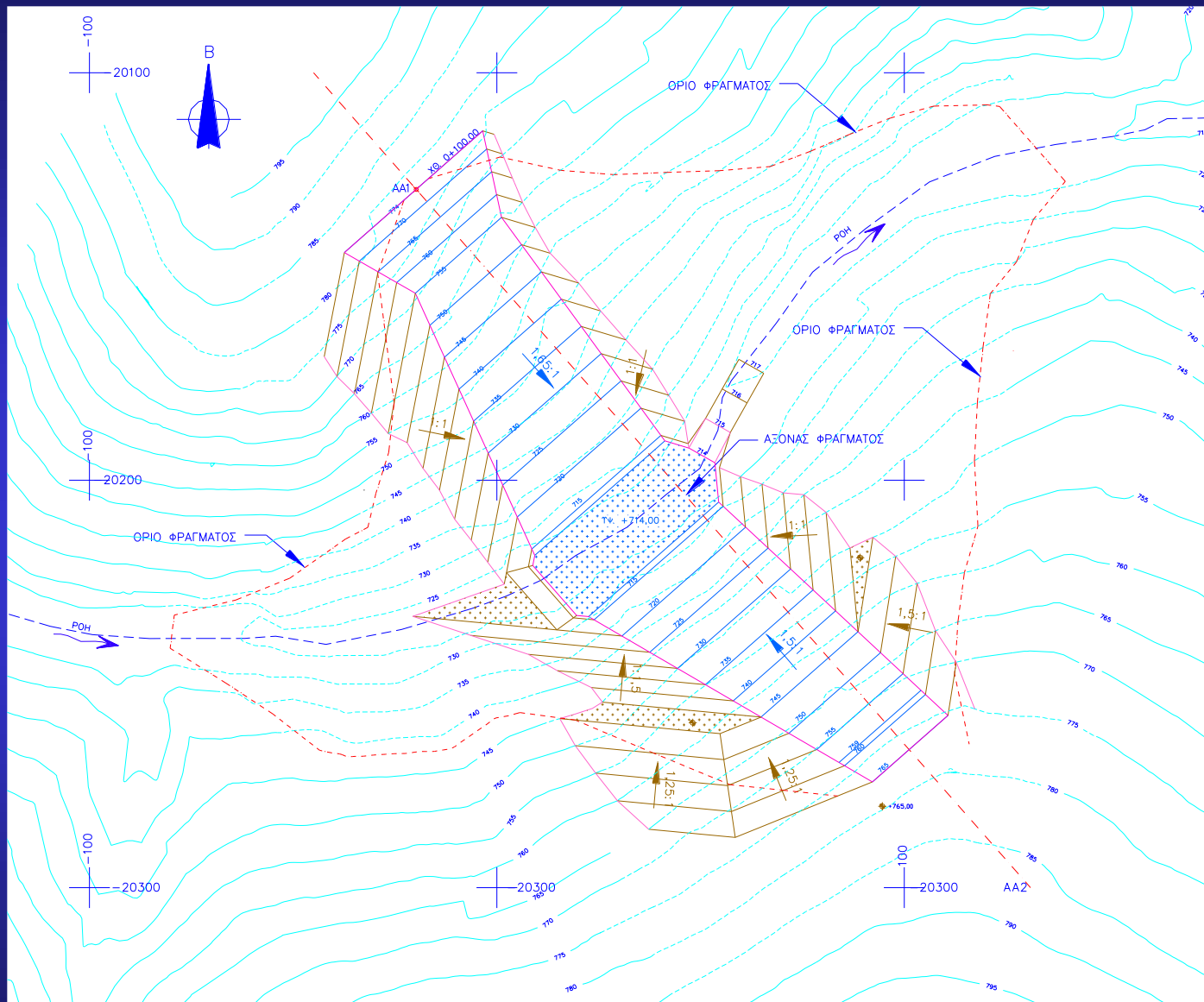


3ο στάδιο σχεδιασμού εκσκαφών φράγματος : παρειές τάφρου πυρήνα



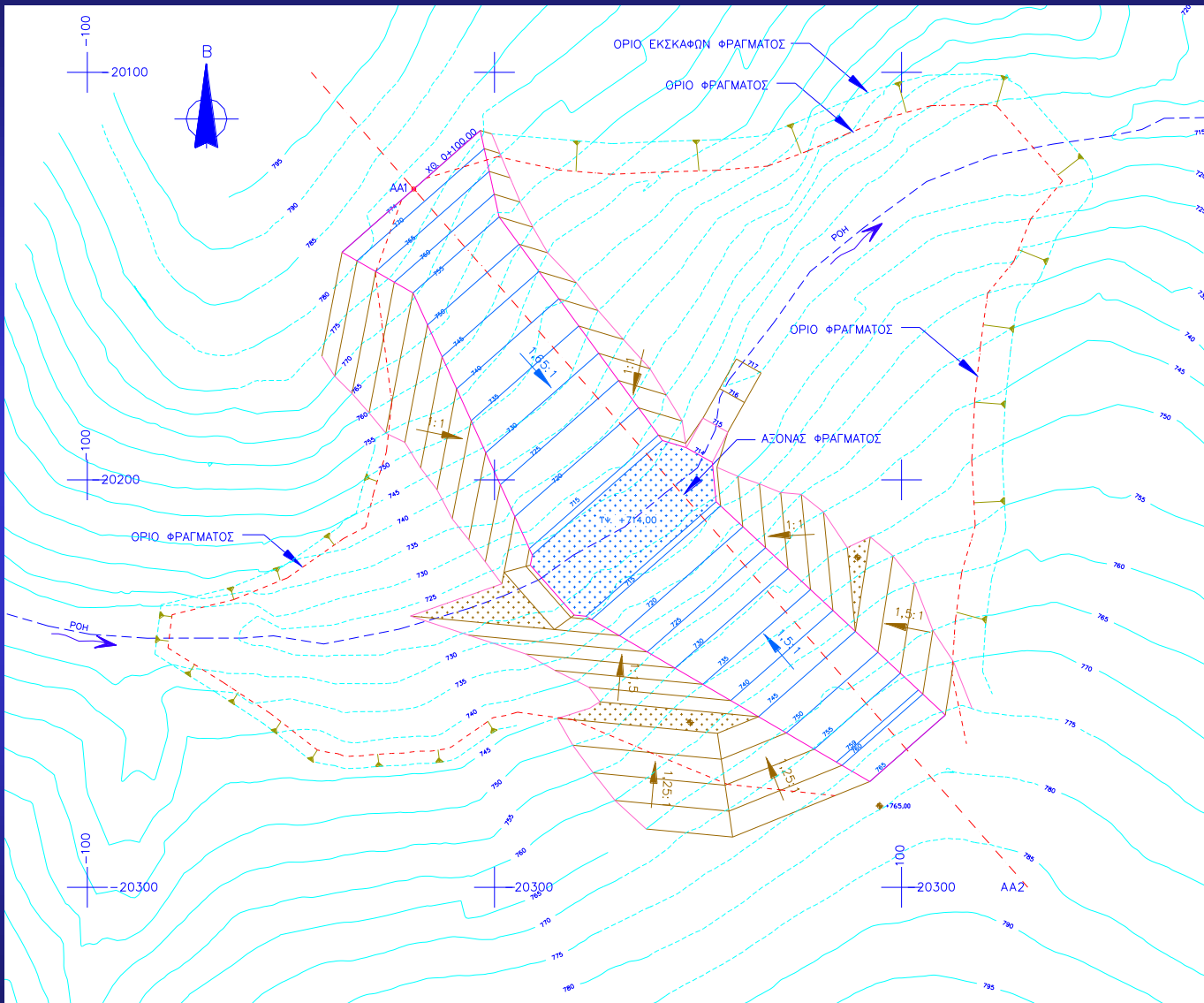


4ο στάδιο σχεδιασμού εκσκαφών φράγματος : κελύφη



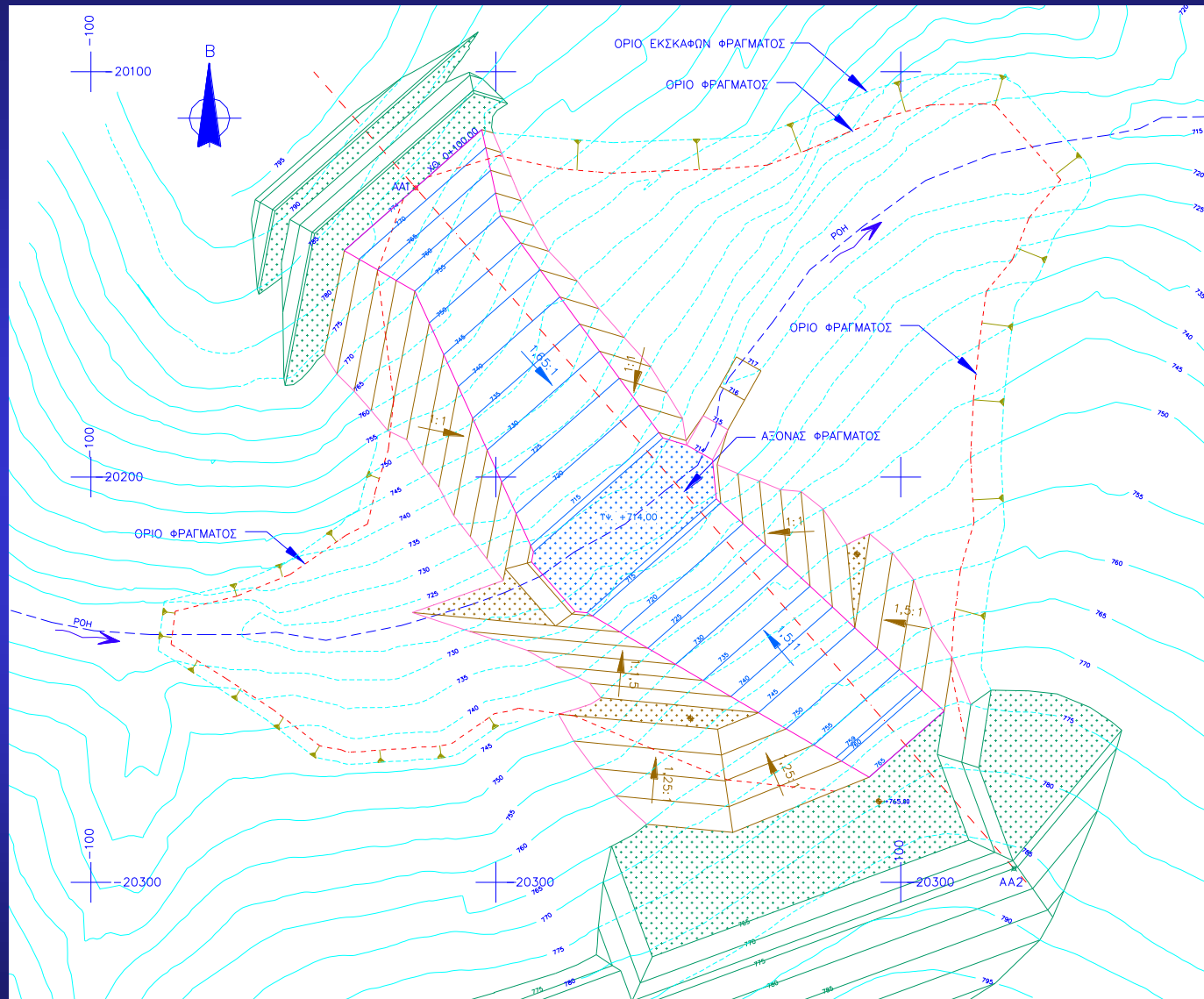


5ο στάδιο σχεδιασμού εκσκαφών φράγματος : όριο τάφρου πυρήνα





5ο στάδιο σχεδιασμού εκσκαφών φράγματος : προσπελάσεις





Διαμόρφωση εκσκαφών θεμελίωσης κελύφους - Φράγμα Μεσοβούνου - Ν. Κοζάνης -

