

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ ΣΤΕΦΑΝΙΔΗ
ΔΑΣΟΛΟΓΟΥ - ΓΕΩΛΟΓΟΥ
Καθηγήτῃ Α.Π.Θ.



Διευθετήσεις Χειμάρρων -
Έργα Ορεινής Υδρονομίας

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 2018



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ ΣΤΕΦΑΝΙΔΗ
ΔΑΣΟΛΟΓΟΥ – ΓΕΩΛΟΓΟΥ
Καθηγητή Α.Π.Θ.

ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΕΙΣ ΟΡΕΙΝΩΝ ΥΔΑΤΩΝ II

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι πανεπιστημιακές αυτές σημειώσεις με τίτλο ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΕΙΣ ΟΡΕΙΝΩΝ ΥΔΑΤΩΝ II (ΟΡΕΙΝΗ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗ II) καλύπτουν την ύλη του αντίστοιχου μαθήματος που διδάσκω στους φοιτητές του 8^{ου} εξαμήνου (Δ' έτος) του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α.Π.Θ.

Στις πανεπιστημιακές μου σημειώσεις με τίτλο ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΕΙΣ ΟΡΕΙΝΩΝ ΥΔΑΤΩΝ I (ΟΡΕΙΝΗ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗ I) οι οποίες καλύπτουν την ύλη του αντίστοιχου μαθήματος που διδάσκω στους φοιτητές του 7^{ου} εξαμήνου (Δ' έτος) του τμήματος μας παρέχονται οι θεωρητικές και πρακτικές γνώσεις, οι οποίες είναι απαραίτητες για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας και δράσεις των χειμαρρικών ρευμάτων και ιδιαίτερα των χειμαρρικών ρευμάτων του Ελλαδικού χώρου.

Στις παρούσες πανεπιστημιακές μου σημειώσεις οι οποίες υποδιαιρούνται σε δυο μέρη (Μέρος I και Μέρος II) περιγράφονται καταρχήν στο Μέρος I οι αρχές, οι σκοποί και τα μέσα της υδρονομικής διευθέτησης. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα συστήματα της διευθέτησης των χειμαρρικών ρευμάτων και πως αυτά εφαρμόζονται στην υδρονομική πράξη.

Τέλος στο Μέρος II περιγράφονται τα υδρονομικά έργα (φράγματα κλπ.) και παρουσιάζονται οι παλιές και οι νέες μέθοδοι διαστασιολόγησης καθώς και ο έλεγχος της ευστάθειας των έργων αυτών.

Π.Στεφανίδης

Καθηγητής Α.Π.Θ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ Ι

ΑΡΧΕΣ, ΣΚΟΠΟΙ, ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΑΡΧΕΣ, ΣΚΟΠΟΙ, ΜΕΣΑ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

1.1 ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

1.2 ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

1.3. ΤΑ ΜΕΣΑ ΤΗΣ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

1.4. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΡΧΩΝ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ
ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

1.5. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ
ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

1.6 ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΑΠΟΤΡΟΠΗΣ
ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

2.2. ΤΟ ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

2.3 ΤΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

ΜΕΡΟΣ ΙΙ

ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΑ ΕΡΓΑ

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΕΡΓΩΝ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ – ΕΛΕΓΧΟΣ
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**

**3.1. Αποτροπή αξονικής διάβρωσης με
βαθμίδωση της κοίτης (φράγματα
στερέωσης της κοίτης)**

**3.2. Διαστασιολόγηση διάρρου του
φράγματος**

3.3. Θεμελίωση στα πρανή

**3.4. Θεμελίωση στη βάση του
φράγματος (υποσκαφή)**

**3.5. Διαστασιολόγηση-έλεγχος
ευστάθειας φράγματος
βάρους(παλιά μέθοδος)**

**3.6. Διαστασιολόγηση Ελεγχος της
ευστάθειας φράγματος βάρους
με ύψος $H_s + H_A \leq 8,0$ m(νέα μέθοδος
Κωτούλα)**

3.7. Διαστασιολόγηση Ελεγχος της

ευστάθειας φράγματος βάρους
με ύψος $H_s + H_A \leq 5,0$ m (νέα μέθοδος
Κωτούλα)

3.8. Διαστασιολόγηση- φράγματος
Κατά Daubree

3.9. Διαστασιολόγηση φράγματος
δοκού

3.10. Διαστασιολόγηση καμπύλου
φράγματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΟΙ ΥΔΑΤΟΧΕΤΟΙ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ – ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο: ΖΗΜΙΕΣ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ
ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο: ΑΜΕΣΑ ΑΝΤΙΔΙΑΒΡΩΤΙΚΑ ΚΑΙ
ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΕΡΓΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ
ΠΥΡΚΑΓΙΑ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο: ΠΕΔΙΝΕΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΕΙΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΜΕΡΟΣ Ι

ΑΡΧΕΣ, ΣΚΟΠΟΙ, ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΑΡΧΕΣ, ΣΚΟΠΟΙ, ΜΕΣΑ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

1.1 ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

Οι **βασικές χειμαρρικές ιδιότητες** είναι:

- η μεταφορά φερτών υλών, και
- η ανώμαλη δίαυτα των χειμαρρικών υδάτων.

Οι ιδιότητες αυτές οφείλονται στην καταστροφή ή υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος και προκαλούν άμεσες ζημιογόνες επιδράσεις, όπως οι πλημμύρες και η λειψυδρία, αλλά και έμμεσες επιδράσεις στο χώρο των μεγαλύτερων αποδεκτών.

Τα χειμαρρικά ρεύματα συνεπώς, πρέπει ή να **διευθετούνται** ή να **αποσβένονται**.

Ως **διευθέτηση χειμαρρικού ρεύματος** ορίζεται η αποτροπή όλων των χειμαρρικών ιδιοτήτων, δηλαδή:

- ο έλεγχος των χειμαρρικών φαινομένων
- η ρύθμιση και αξιοποίηση των υδάτων
- η αποτροπή της διακίνησης των φερτών υλικών
- η στρερέωση γεωμαζών, και
- η προστασία και ανάδειξη του φυσικού χειμαρρικού περιβάλλοντος.

Όλα τα παραπάνω μπορούν να επιτευχθούν μόνο μετά από εκτέλεση κατάλληλων έργων και λήψη των αναγκαίων μέτρων.

Απόσβεση χειμαρρικού ρεύματος είναι η αποτροπή μόνο ορισμένων χειμαρρικών ιδιοτήτων που χαρακτηρίζουν τους χειμάρρους και τους χέραδους, δηλαδή τη μεταφορά φερτών υλικών.

Τα **ορεινά υδρονομικά έργα** υποδιαιρούνται σε Έργα Διευθέτησης και Έργα Απόσβεσης.

Τα ορεινά υδρονομικά έργα είναι το μέσον για να διευθετήσουμε τα χειμαρρικά ρεύματα. Η διευθέτηση των χειμαρρικών αυτών ρευμάτων γίνεται με βάση ορισμένες **αρχές** της υδρονομικής διευθέτησης, όπως:

1. Η αρχή της **προστατευτικής** διευθέτησης, δηλαδή:
 - η αποτροπή της διακίνησης φερτών υλικών και
 - ο έλεγχος (ρύθμιση) των πλημμυρικών υδάτων.

2. Η αρχή της **υδρολογικής** διευθέτησης και παραγωγής νερού, που περιλαμβάνει:
 - τη ρύθμιση της δόξαιας των ρευμάτων
 - την απόληψη ύδατος
 - τη μεταφορά, και
 - την ταμίευση

3. Η αρχή της **οικολογικής αποκατάστασης και ανάδειξης**, δηλαδή:
 - η φυσική διαμόρφωση - ανάδειξη
 - η αξιοποίηση της κοίτης
 - ο χειρισμός των λεκανών απορροής
 - η χρήση του νερού, και
 - η βελτίωση της ποιότητας του νερού.

1.2 ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

Η υδρονομική διευθέτηση των χειμαρρικών ρευμάτων στοχεύει σε ορισμένους υδρονομικούς **σκοπούς**. Με αυτούς επιδιώκεται ο έλεγχος ή η αποτροπή των χειμαρρικών ιδιοτήτων, κυρίως μετά την αποκατάσταση του διαταραγμένου φυσικού περιβάλλοντος με την εκτέλεση υδρονομικών έργων.

Με βάση τις χειμαρρικές ιδιότητες, οι κύριοι υδρονομικοί σκοποί, που επιδιώκονται κατά τις διευθετήσεις χειμαρρικών ρευμάτων είναι οι εξής:

1. Ο **προστατευτικός** σκοπός, με τον οποίο επιδιώκεται:

- η αποτροπή ή ο έλεγχος της μεταφοράς φερτών υλών από τα χειμαρρικά ύδατα (σ' αυτό αποβλέπουν κυρίως τα υδρονομικά έργα που εκτελούνται στις ορεινές λεκάνες απορροής των ρευμάτων), και
- ο έλεγχος της πλημμυρικής απορροής που διαρρέει τις κοίτες των ρευμάτων (σ' αυτό αποβλέπουν κυρίως τα αντιπλημμυρικά έργα που εκτελούνται στις πεδινές περιοχές).

2. Ο **υδρολογικός** σκοπός, ο οποίος αποβλέπει:

- στη μείωση της έντασης των πλημμυρικών αιχμών, δηλ. του μεγέθους της υδατοπαροχής, που σχηματίζεται από τις ραγδαίες βροχοπτώσεις και τις τήξεις χιονιού στις λεκάνες απορροής των ρευμάτων,
- στην αύξηση των χαμηλών (ελαχίστων) και μέσω των υδαταπορροών των ρευμάτων κατά το χρόνο της ανομβρίας,
- στον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων και στην αύξηση της παροχής των πηγών, και
- στην απόληψη, μεταφορά και ταμίευση του χειμαρρικού ύδατος προς χρήση.

3. Ο σκοπός της **οικολογικής αποκατάστασης και ανάδειξης**, με τον οποίο επιδιώκεται:

- η αποκατάσταση του διαταραγμένου και η βελτίωση του υφιστάμενου φυσικού περιβάλλοντος στο χώρο δράσης των ρευμάτων και η ανάδειξη και αξιοποίηση των χειμαρρικών ρευμάτων.

1.3 ΤΑ ΜΕΣΑ ΤΗΣ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

Προκειμένου να επιτευχθούν οι σκοποί της υδρονομικής διευθέτησης των χειμαρρικών ρευμάτων, εκτός από τα υδρονομικά μέτρα που λαμβάνονται, κατασκευάζονται και υδρονομικά έργα, τα οποία διακρίνονται ως εξής:

α) Υδραυλικοτεχνικά ή τεχνικά έργα

Πρόκειται για τεχνικές κατασκευές, οι οποίες περιλαμβάνουν:

- **εγκάρσια έργα:** διατάσσονται κάθετα προς τη ροή των ρευμάτων και περιλαμβάνουν:
 - τις φραγματικές κατασκευές παντός είδους (π.χ. ουδοί, φράγματα στερέωσης κοιτών, συγκράτησης υλικών, αποτροπής γεωλισθήσεων, διαλογής, θραύσης πλημμυρικών αιχμών, λαβασυγκράτησης, λαβαθραύσης, λαβαμετασχηματισμού, ρύθμισης της ροής, ταμίευσης ύδατος, κλπ.)
 - τα βοηθητικά έργα των φραγμάτων (προφράγματα, κοιτοστρώσεις, πτερυγιότοιχοι, κλπ), και
 - τους προβόλους.
- **παράλληλα έργα:** διατάσσονται παράλληλα προς τη ροή των ρευμάτων και περιλαμβάνουν τα αναχώματα, τις επενδύσεις κοιτών και τους παράλληλους τοίχους

- **τοίχοι στήριξης:** αποσκοπούν στη σταθεροποίηση των ασταθών εδαφών και γεωμαζών και περιλαμβάνουν τους τοίχους υποστήριξης και αντιστήριξης
- **δεξαμενές απόθεσης και καθίζησης:** αποσκοπούν στη διακράτηση των φερτών υλών στον κώνο πρόσχωσης των ρευμάτων ή σε άλλες κατάλληλες θέσεις
- **λοιπά έργα:** όπως εκτροπές, διανοίξεις, διασκευές κοιτών, υδρομαστεύσεις, τεχνητά υδροφόρα στρώματα, υδαταγωγοί, λιθοριπές, κλπ.

β) Αγροτεχνικά ή γεωτεχνικά έργα

Στα έργα αυτά περιλαμβάνονται:

- **η κατεργασία,** δηλ. η προετοιμασία του εδάφους
- **οι βαθμίδες**
- **οι τάφροι**
- **οι μετασχηματισμοί** (μεταπλάσεις) και οι διαμορφώσεις εδαφικών επιφανειών
- **οι χωματοургικές εργασίες**
- **τα έργα στράγγισης** ολισθαινόντων γεωστρωμάτων (τάφροι, δραίνες, κλπ.)
- **οι κλαδοκατασκευές,** δηλ. τα κλαδοπλέγματα, τα κλαδοστρώματα, τα φακελώματα (από νεκρά ή ζώντα φυτοτεμάχια), κλπ.

γ) Φυτοτεχνικά και φυτοκομικά έργα

Περιλαμβάνουν τις παρακάτω κατηγορίες έργων:

- **δασώσεις και αναδασώσεις,** για τη δημιουργία υδρογεωνομικών δασών
- **θαμνώσεις και αναθαμνώσεις** για την ίδρυση θαμνώνων
- **χλοάσεις και αναχλοάσεις** για τη δημιουργία ποοσυστάδων
- **καλλιέργεια, διοίκηση και διαχείριση** των δασοσυστάδων και θαμνοσυστάδων, που δημιουργούνται ή υπάρχουν, με σκοπό την αύξηση της υδρογεωνομικής επίδρασής τους.

Όλα τα υδρονομικά έργα, ιδίως όμως τα τεχνικά έργα, επιβάλλεται να είναι προσαρμοσμένα στο φυσικό περιβάλλον, ώστε παράλληλα με την επίτευξη του υδρονομικού σκοπού, να συμβάλλουν τόσο στην προστασία, όσο και στην ανάδειξή του.

1.4. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΡΧΩΝ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Το κύριο αίτιο της φυσικής χειμαρρικής επικινδυνότητας είναι η αυξημένη **υδαταπορροή** που δημιουργείται κατά τις ραγδαίες βροχοπτώσεις, η **παραγωγή και μεταφορά άφθονων φερτών υλικών** από τα ρεύματα. Σε ότι αφορά τις έντονες **ανθρωπογενείς επεμβάσεις**, κύριο αίτιο της ανθρωπογενούς επικινδυνότητας παραμένει πάντοτε η διαταραχή του φυσικού περιβάλλοντος (π.χ. δασικές πυρκαγιές), καθώς και οι διάφορες άλλες επεμβάσεις στο χειμαρρικό χώρο τόσο των λεκανών απορροής, όσο και των κοιτών των ρευμάτων, με αποτέλεσμα να παρεμποδίζεται η ομαλή παροχέτευση των πλημμυρικών νερών και να αυξάνονται τα μεταφερόμενα φερτά υλικά.

Επομένως, για την αντιμετώπιση, τόσο της **φυσικής**, όσο και της **ανθρωπογενούς** χειμαρρικής επικινδυνότητας των ρευμάτων θα πρέπει να εφαρμοσθούν οι ακόλουθες **ΑΡΧΕΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ**:

- να ελεγχθεί η μεταφορά των φερτών υλικών από τα απορρέοντα ύδατα (μη παραγωγή υλικών ή διακράτησή τους σε τμήμα της κοίτης)
- να μειωθούν οι πλημμυρικές υδατοπαροχές (επιβράδυνση της υδαταπορροής στις λεκάνες, ή συγκράτηση των πλημμυρικών υδάτων στις κοίτες), και
- να αποκατασταθούν ομαλές συνθήκες ροής της υδατοπαροχής από ραγδαίες βροχοπτώσεις και της διακίνησης των φερτών υλών στις κοίτες των φυσικών ρευμάτων.



**ΦΕΡΤΑ ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΔΙΑΚΙΝΟΥΝΤΑΙ
ΣΤΙΣ ΚΟΙΤΕΣ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ
ΡΕΥΜΑΤΩΝ**



1.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

Τόσο η φυσική, όσο και η ανθρωπογενής χειμαρρική επικινδυνότητα των ρευμάτων αποτρέπονται με την εκτέλεση ορεινών και πεδινών υδρονομικών έργων.

Για κάθε χείμαρρο που αποφασίζεται, ότι θα διευθετηθεί, πρέπει να συντάσσεται ειδική μελέτη διευθέτησης για τη συνολική λεκάνη απορροής του, δηλ. τόσο για το ορεινό, όσο και για το πεδινό τμήμα του ρεύματος. Οποιαδήποτε διευθέτηση κι αν επιχειρηθεί μόνο στον πεδινό χώρο, χωρίς να εκτελεσθούν έργα στην ορεινή περιοχή, είναι καταδικασμένη εκ των προτέρων σε αποτυχία. Αυτό προϋποθέτει το συντονισμό και τη συνεργασία μεταξύ της Δ/σης Δασών και της Δ/σης Τεχνικών Υπηρεσιών. Ο έλεγχος των στερεοφορτίων στα ρεύματα της περιοχής μπορεί να επιτευχθεί, τόσο στις ορεινές λεκάνες απορροής των ρευμάτων με την εκτέλεση φυτοτεχνικών έργων, όσο και στις κοίτες τους (κεντρικές, δευτερεύουσες) με την κατασκευή τεχνικών κυρίως έργων, όπως βαθμιδώσεις με φράγματα (κατά την κλίση αντιστάθμισης), παράλληλοι τοίχοι, πρόβολοι, στερεώσεις με ουδούς και ζωστήρες, φράγματα διαλογής και συγκράτησης υλικών, κλπ.

Σε περιπτώσεις που τα χειμαρρικά ρέματα μεταφέρουν εκτός από τα μεγάλα στερεοφορτία και σημαντικές ποσότητες αιωροϋλικών, που οφείλονται στη σύσταση του γεωυποθέματός τους και στη μεγάλη έκταση των γεωργικών καλλιεργειών. Επειδή τα υλικά αυτά προέρχονται ως επί το πλείστον από εκτατικά χειμαρρικά φαινόμενα, η οριστική καταπολέμησή τους είναι δυνατή κυρίως με τη διακράτηση των υλικών στον τόπο παραγωγής, δηλ. με την εκτέλεση εκτεταμένων φυτοτεχνικών διευθετήσεων, ιδίως αναδασώσεων. Η βαθμίδωση των κοιτών δε βοηθάει ιδιαίτερα στη συγκράτηση των αιωροϋλικών και στην αποτροπή της παραγωγής τους. Επειδή δε η επαρκής δασοκάλυψη των ορεινών λεκανών είναι κατά κανόνα ανέφικτη (λόγω δουλειών βοσκής, γεωργικών καλλιεργειών κλπ.), δεν είναι πάντοτε δυνατή η συγκράτηση των αιωρομαζών στον τόπο παραγωγής τους. Αλλά και όπου και σ' όποια έκταση και εάν είναι δυνατή η δημιουργία δασών, πάλι υπάρχουν δυσχέρειες, επειδή απαιτείται αρκετός χρόνος (τουλάχιστον 15 έτη) μέχρι να αρχίσουν να αποδίδουν οι φυτείες που θα ιδρυθούν. Στην περίπτωση αυτή λοιπόν και εφόσον απαιτείται έλεγχος των αιωροφορτίων, για την αποτροπή των σημαντικών προσχώσεων, που συνεπάγεται ο μεγάλος όγκος τους στα πεδινά έργα, συνιστάται η ίδρυση ειδικών δεξαμενών καθίζησης (με κατάλληλη διαμόρφωση του χώρου, με ουδούς εισροής-εκροής του ύδατος και προσπελασιμότητα), περί την έξοδο ρευμάτων από την ορεινή λεκάνη και ιδίως στα ανάντη των οικισμών. Αυτό όμως προϋποθέτει, ότι θα έχει προηγηθεί ο πλήρης έλεγχος της στερεομεταφοράς του ρεύματος, όχι μόνο με τη βαθμίδωση των κοιτών του και την εκτέλεση των λοιπών αναγκαίων έργων (π.χ. φραγμάτων διαλογής, κλπ.), αλλά και με την ίδρυση ειδικών δεξαμενών απόθεσης των στερεοφορτίων. Κατά κανόνα συνδυάζονται τα δυο είδη των δεξαμενών σε μια εγκατάσταση, εφόσον βέβαια ο χώρος ίδρυσης και το μέγεθος των φορτίων το επιτρέπουν. Με την ίδρυση των δεξαμενών θα πρέπει παράλληλα να επενδύεται η κοίτη του ρεύματος στα κατάντη, προτιμάται η λιθεπένδυση που είναι αισθητικά ωραιότερη σε συνδυασμό και με τη φυτοτεχνική διευθέτηση των πρανών).



**ΠΡΟΣΧΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ
ΠΕΔΙΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟ ΤΗ
ΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ**



Ο καλύτερος τρόπος μείωσης των πλημμυρικών αιχμών (maxQ100), είναι η επαρκής δασοκάλυψη των ορεινών λεκανών απορροής μετά από εκτέλεση φυτοτεχνικών και φυτοκομικών έργων. Είναι γνωστό, ότι το δάσος επιβραδύνει την επιφανειακή απορροή και αναγκάζει τα νερά να απορρέουν αργά και διαμέσου του εδάφους. Με τον τρόπο αυτό επιμηκύνεται σημαντικά ο χρόνος συρροής των πλημμυρικών υδάτων κι έτσι ελαχιστοποιούνται οι αιχμές τους. Όπως όμως αναφέρθηκε, η πλήρης ή τουλάχιστον η επαρκής δασοκάλυψη των ορεινών λεκανών δεν είναι κατά κανόνα στην πράξη εφικτή. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να ιδρύονται σε κατάλληλες θέσεις των κεντρικών κοιτών των ρευμάτων ή και στις κοίτες των μεγάλων συμβαλλόντων τους (πριν την εκβολή τους στην κεντρική κοίτη) **ειδικά φράγματα απάλυνσης των πλημμυρικών αιχμών.**

Από όσα αναφέρθηκαν προκύπτει, ότι η **φυτοτεχνική και φυτοκομική** διευθέτηση των λεκανών απορροής των χειμάρρων θα συναντήσει σε πολλές περιπτώσεις σοβαρές δυσχέρειες. Πέραν αυτού τα δάση και οι φυτείες από αναδασώσεις θα κινδυνεύουν πάντοτε να καταστραφούν από πυρκαγιές. Αυτό θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά τη σύνταξη των μελετών διευθέτησης των ρευμάτων, ώστε να αναπληρωθεί κατά το δυνατό η απουσία ή ο κίνδυνος αφανισμού της βλάστησης με την εκτέλεση πρόσθετων, κατάλληλων **τεχνικών έργων.** Στην περίπτωση αυτή ένα μέρος των φερτών υλικών δεν θα διακρατείται πλέον στον τόπο παραγωγής του, αλλά στο χώρο του υδρογραφικού δικτύου και ιδίως στις κεντρικές κοίτες των ρευμάτων.

Κάθε διευθέτηση που θα εκτελείται στις ορεινές λεκάνες απορροής του θα συνεπάγεται την ελαχιστοποίηση των μεταφερόμενων φερτών υλικών διαμέσου των κοιτών τους. Αυτό θα συνεπάγεται την υποσκαφή των πεδινών κοιτών από τα «καθαρά» ύδατα, αφού αυτά θα διαθέτουν πλέον αυξημένη συρτική δύναμη. Γι αυτό, θα πρέπει να στερεωθούν παράλληλα και οι πεδινές κοίτες των ρευμάτων με την κατασκευή ουδών ή και ζωστήρων ανάλογων διαστάσεων και σε κατάλληλες αποστάσεις. Ιδιαίτερα θα πρέπει να κατασκευαστούν προστατευτικοί ουδοί ή και φράγματα στα κατάντη των γεφυρών, ώστε να προστατευθούν τα βάρθρα τους από τυχόν υποσκαφές.

Οι κοίτες των ρευμάτων δέχονται, κατά κανόνα, άφθονα **απορρίμματα** και άλλα **υλικά** τα οποία μεταφέρονται από τα ύδατα προς τα κατάντη. Για την απαλλαγή των ρευμάτων από τα υλικά αυτά, ιδίως όταν οι κοίτες τους διέρχονται από κατοικημένες περιοχές, συνιστάται η κατασκευή ουδών ή φραγμάτων με ειδικές διατάξεις, στα τμήματα των κοιτών ανάντη ή και εντός του οικισμού.



**ΦΕΡΤΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΣΚΟΥΠΙΔΙΑ ΣΤΙΣ
ΚΟΙΤΕΣ ΤΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ**

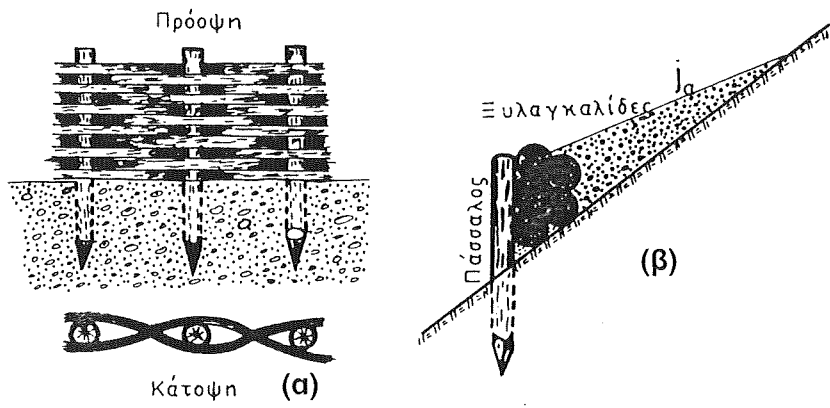


Όπως αναφέρθηκε, μεταξύ των σκοπών κάθε διευθέτησης πρέπει να είναι όχι μόνο η αζήμια, αλλά και η επωφελής απορροή των ομβρίων υδάτων, καθώς και η αύξηση των υδάτινων πόρων στο χώρο δράσης των χειμαρρικών ρευμάτων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την ταμίευση των απορροϊκών υδάτων και με τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων ως εξής:

- Τα φράγματα, που θα κατασκευαστούν για τη στερέωση των κοιτών και τον έλεγχο των μεταφερομένων υλικών, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα και για την ταμίευση του νερού. Ως χώρος ταμίευσης θα χρησιμοποιηθούν οι προσχώσεις των φραγμάτων αυτών, με τις οποίες θα επιτευχθεί η κλίση αντιστάθμισης στις κοίτες των ρευμάτων. Αυτές αποτελούν ιδεώδη τεχνητά υδροφόρα στρώματα με πλούσιο πορώδες, λόγω της αδρομερούς συγκρότησής τους από φερτά υλικά. Η απόληψη του νερού από τις αποθέσεις γίνεται με ειδικές διατάξεις, που προβλέπονται στα φράγματα κατά την κατασκευή τους. Με τον τρόπο αυτό θα ταμιεύεται καθαρό δηλ. «φιλτραρισμένο» νερό και θα αποφεύγονται οι απώλειες από εξάτμιση, λόγω ελεύθερης στάθμης.

Ο κώνος πρόσχωσης και οι κοίτες αναμετακίνησης των ρευμάτων, ιδίως στην περιοχή εξόδου τους από την ορεινή λεκάνη απορροής, αποτελούν το φυσικό «σφουγγάρι», το οποίο απορροφάει τα πλημμυρικά νερά και τροφοδοτεί τους υπόγειους υδροφορείς στην πεδινή περιοχή. Με κατάλληλο χειρισμό των χώρων αυτών (ίδρυση ειδικών δεξαμενών επίσχεσης της υδαταπορροής) και με κατάλληλη «καλλιέργεια» της επιφάνειάς τους είναι δυνατό να πολλαπλασιαστεί η ποσότητα του ύδατος που τροφοδοτεί τους υπόγειους υδροφορείς.

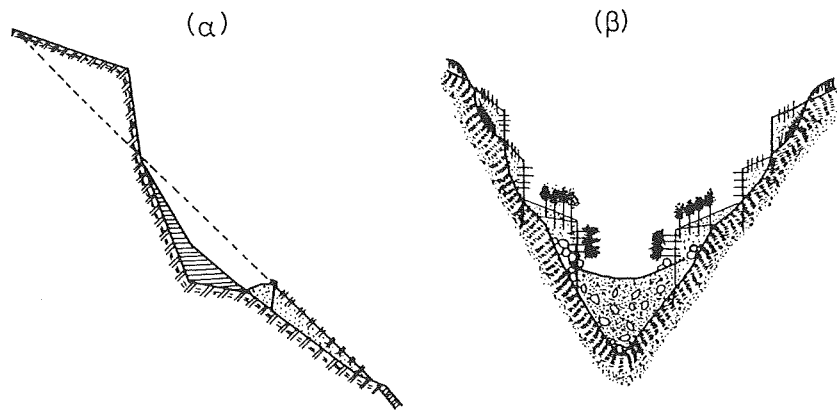
Τέλος, σημαντική αύξηση των παραγόμενων υδάτινων πόρων στις λεκάνες απορροής είναι δυνατόν να γίνει με κατάλληλο υδροπαραγωγικό χειρισμό των υπαρχόντων δασών και ιδίως με την ίδρυση υδροπαραγωγικών δασών. Αυτό απαιτεί βέβαια την ανάλογη προσαρμογή των διαχειριστικών σχεδίων των δασών και τη σύνταξη ειδικών αναδασωτικών μελετών.



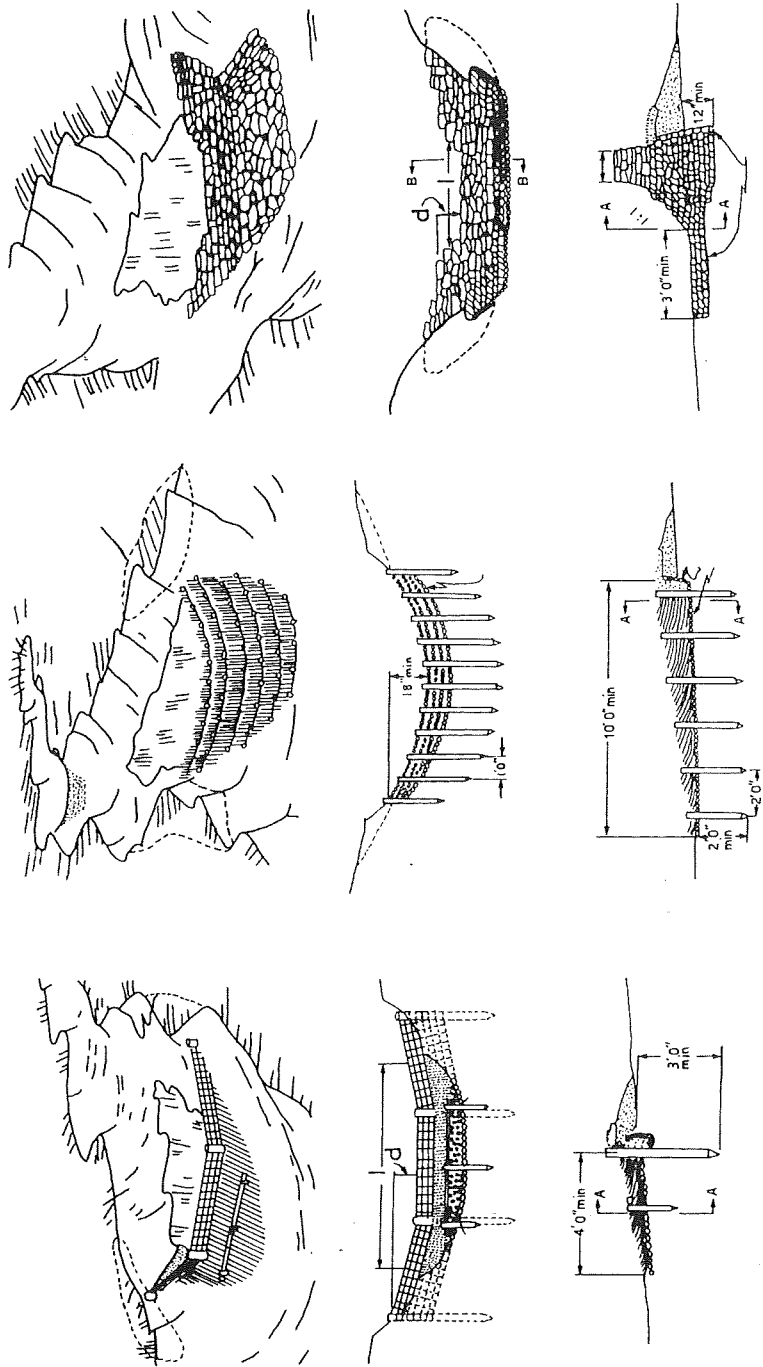
α) Ξύλινο πλέγμα (κλαδόπλεγμα) και β) Ξυλαγκίδα (φακέλωμα)



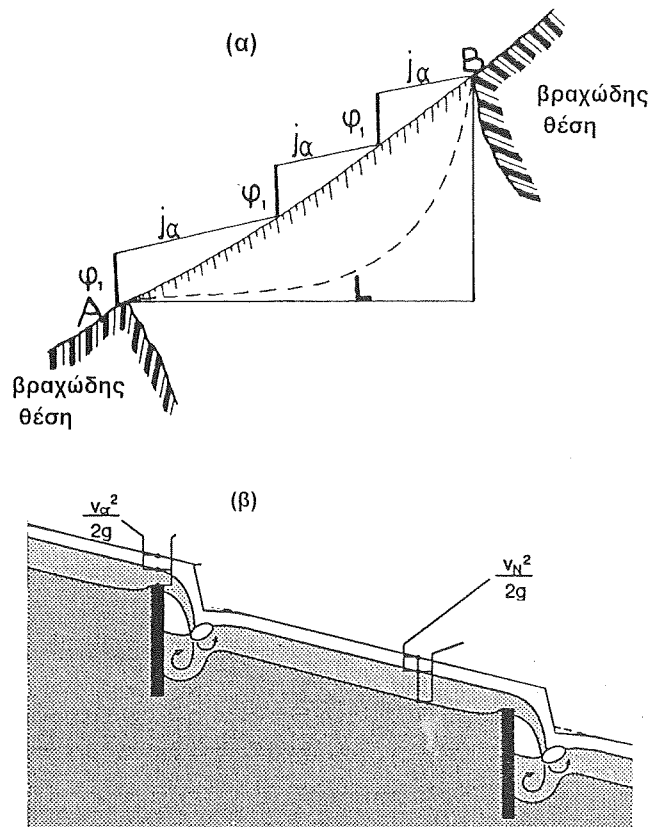
Επίστρωση του πυθμένα με φυτικό υλικό



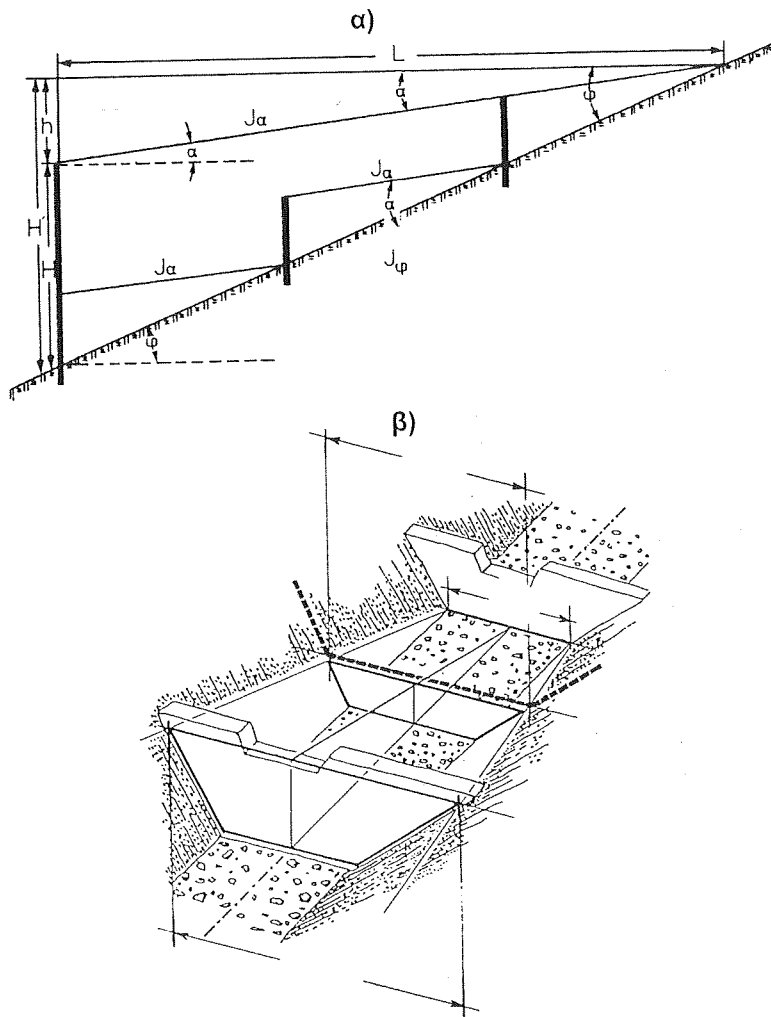
α) απόξεση και επιπεδοποίηση πρानούς, β) στερέωση κλιτύων δευτερεύουσας χαραδρας 24 αναδάσωση ή αναθάμνωση



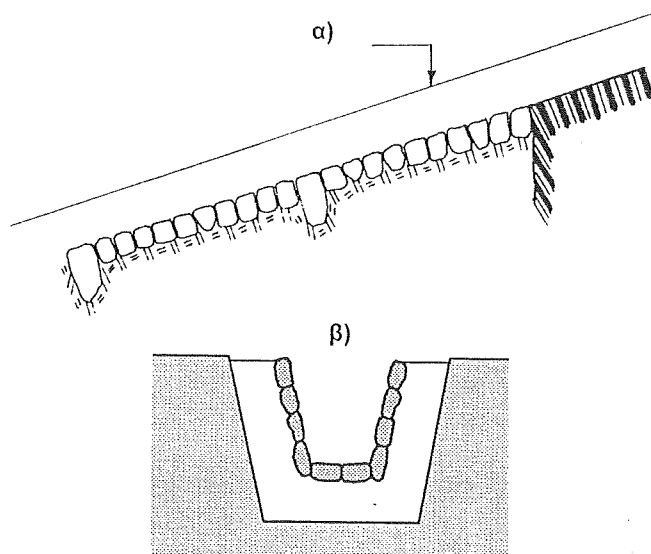
Διάφορες μορφές έργων για την αποτροπή της μικρής χαραδρωτικής διάβρωσης



(α): Βαθμίδωση της κοίτης με τεχνικά έργα (φράγματα) μεταξύ δύο βραχωδών θέσεων για τη δημιουργία της κλίσης αντιστάθμισης, (β): οι συνθήκες ροής μεταξύ των φραγμάτων βαθμίδωσης της κοίτης



(α): Υπολογισμός του ύψους φράγματος για τη διεύθυνση τμήματος κοίτης με βαθμίδωση, (β): προσδιορισμός του μέσου πλάτους του πυθμένα σε βαθμιδωμένη κοίτη



. Λιθepένδυση της κοίτης σε μηκοτομή και διατομή

1.6 ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΑΠΟΤΡΟΠΗΣ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ (ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ) ΚΑΙ ΑΠΟΤΡΟΠΗΣ ΧΕΙΜΑΡΡΙΚΩΝ ΖΗΜΙΩΝ

1. Η ύπαρξη κανονικού υδρονομικού δάσους στις λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων αποτρέπει την ανάπτυξη χειμαρρικών φαινομένων (κυρίως των εκτατικών), ρυθμίζει επαρκώς τη δίαιτα των απορρέοντων υδάτων και συμβάλλει στον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων. Ανάλογη επίδραση σε μικρότερο βαθμό ασκούν και οι **κανονικοί θαμνώνες**. Η επίδραση των ποοσυστάδων είναι πολύ μικρή.

Όλες οι παραπάνω φυτοκοινωνίες όμως σπάνια διατηρούνται στη χώρα μας σε κανονική κατάσταση και σε επαρκή έκταση, λόγω αλόγιστων υλοτομιών εκχερσώσεων, πυρκαγιών, υπερβοσκήσεων κλπ. Για το λόγο αυτό και ιδίως στην περίπτωση που πρόκειται για ρεύματα με έντονα χειμαρρικά φαινόμενα, τα οποία δεν αποτρέπονται από την παρουσία του δάσους, παίρνονται τα παρακάτω προληπτικά μέτρα στο χώρο δράσης των χειμαρρικών ρευμάτων, που περιορίζουν τη χειμαρρικότητά τους:

2. Διαχωρισμός περιμέτρων στις ορεινές λεκάνες απορροής των ρευμάτων, οι οποίες περικλείουν τις επιφάνειες παραγωγής φερτών υλών και ανακήρυξή τους ως “προστατευτικών” όχι μόνο του εδάφους τους, αλλά και των περιοχών προς τα κατόντη.

3. Απαγόρευση καλλιέργειας αγρών στο χώρο των περιμέτρων με κλίση >35%

4. Προστασία καμένων εκτάσεων

5. Απαγόρευση της υπερβοσκήσης στο χώρο των περιμέτρων και ιδίως της αιγοβοσκής

6. Αναγωγή της ακανόνιστης μορφής των δασοσυστάδων σε κανονική υδρονομική.

7. Ορθολογική διοίκηση και διαχείριση και κατάλληλος χειρισμός των κανονικών, υδρονομικών δασοσυστάδων, θαμνώνων και ποοσυστάδων

8. Φύλαξη της περιοχής

9. Διαφώτιση των περίοικων και ιδίως του άμεσα ενδιαφερόμενου πληθυσμού για τη σημασία των έργων και των μέτρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Για την αποτροπή των χειμαρρικών ιδιοτήτων των ρευμάτων πρέπει να εφαρμοσθούν τα κατάλληλα συστήματα διευθέτησης, σπουδαιότερα από τα οποία είναι το **δασοτεχνικό σύστημα** και το **τεχνικό σύστημα ελέγχου των φερτών υλικών**.

Στη συνέχεια γίνεται σύντομη ανάπτυξη των δύο αυτών συστημάτων.

2.2. ΤΟ ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

Αποτροπή της παραγωγής και έλεγχος των διακινούμενων φερτών υλών και των υδαταπορροών

Αρχές της αποτροπής και του ελέγχου φερτών υλών

Η αποτροπή της παραγωγής φερτών υλών στις ορεινές λεκάνες απορροής προϋποθέτει τον εντοπισμό και τον έλεγχο των εστιών παραγωγής υλικών, που δημιουργούνται από **εντατικά** και **εκτατικά** χειμαρρικά φαινόμενα.

Στις εστίες που δημιουργούνται από τα εντατικά φαινόμενα, οι οποίες παράγουν αδρομερή υλικά, απαιτείται η συστηματική εκτέλεση τεχνικών κατασκευών σε συνδυασμό με αγροτεχνικά και φυτοτεχνικά έργα, ιδίως αναθαμνώσεις και αναχλοάσεις ασταθών εδαφών. Επειδή δε οι επιφάνειες αυτές έχουν ισχυρή κλίση, συνεπώς η ίδρυση και διατήρηση θαμνώνων είναι δυσχερής, τα παραγόμενα φερτά υλικά από τις επιφάνειές τους πρέπει να ελέγχονται και σε κατάλληλες θέσεις του υδρογραφικού δικτύου, ευθύς κατόπιν των θέσεων παραγωγής τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την κατασκευή βαρέων τεχνικών έργων.

Στις εστίες που δημιουργούνται από εκτατικά χειμαρρικά φαινόμενα, οι οποίες παράγουν λεπτόκοκκα υλικά (κυρίως αιωροϋλικά), απαιτείται κυρίως η ίδρυση φυτειών με αναδασώσεις και αναθαμνώσεις.

Τέλος, σ' ό,τι αφορά τις πλημμυρικές αιχμές ο έλεγχός τους (μείωση) μπορεί να επιτευχθεί μόνο με τη μείωση του χρόνου συρροής των πλημμυρικών υδάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με την αύξηση της φυτοκάλυψης και με την ίδρυση τεχνικών έργων επιβράδυνσης της συρροής.

Στη συνέχεια γίνεται λεπτομερέστερη ανάλυση του **ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**.

Αποτροπή της παραγωγής φερτών υλών

Η δημιουργία φερτών υλών από το γεωυπόθεμα των ορεινών λεκανών αποτρέπεται, ως εξής:

- **Επιφανειακές και αυλακωτές διαβρώσεις:** σχηματίζονται σε επιφάνειες με σχετικά ήπιες κλίσεις και παράγουν κυρίως αιωροϋλικά καθώς και στερεοϋλικά λεπτών διαστάσεων. Απαιτείται στερέωση του εδάφους τους με φυτοτεχνική διευθέτηση (αναδασώσεις και αναθαμνώσεις) σε συνδυασμό και με βαθμίδωση του εδάφους με παράλληλους



**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΡΓΑ ΟΡΕΙΝΗΣ
ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗΣ**

τοίχους, με κλαδοπλέγματα, φακελλώματα, κλπ., όπου η κλίση της επιφάνειας είναι σημαντική. Βασική προϋπόθεση της αποκατάστασής τους αποτελεί η απαγόρευση της βοσκής.

▪ **Χαραδρωτικές και φαραγγωτές διαβρώσεις:** δημιουργούνται στους άξονες του κεντρικού υδρογραφικού δικτύου των ορεινών λεκανών και παράγουν μεγάλες ποσότητες αδρομερών υλικών, καθώς και αιωροϋλικά (ιδίως με κατατριβή).

Συνεπώς με τη μείωση του βάθους ροής και της κλίσης του πυθμένα. Απαιτείται λοιπόν βαθμίδωση των κοιτών με φράγματα στερέωσης ύψους έως 5÷6 m, ώστε:

- να δημιουργηθούν σταθερά σημεία στις κοίτες (στέψεις φραγμάτων) σε θέσεις ψηλότερες από την υπάρχουσα πυθμένα στάθμη!
- να σχηματισθεί νέος διαπλατυσμένος πυθμένας από τις αποθέσεις φερτών υλών στα ανάντη των φραγμάτων με τη δημιουργία της κλίσης αντιστάθμισης. Η κλίση αυτή θα διατηρεί την κοίτη σε κατάσταση ισορροπίας και με περιορισμένο βάθος ροής των νερών, το οποίο θα ελαχιστοποιεί την ένταση της στερεομεταφοράς και της κατατριβής υλικών, άρα και της αιωρομεταφοράς.
- να συγκρατηθεί ποσότητα στερεοϋλικών και αιωροϋλικών μέχρι την πρόσχωση των φραγμάτων.
- να αυξηθεί ο χρόνος παραμονής της χονδροκοκκότερης φάσης και έτσι να μειωθεί η κατατριβή των υλικών και το παραγόμενο αιωροφορτίο.



ΑΥΛΑΚΩΤΕΣ ΔΙΑΒΡΩΣΕΙΣ



**ΦΥΤΟΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗ
ΑΥΛΑΚΩΤΩΝ ΔΙΑΒΡΩΣΕΩΝ**

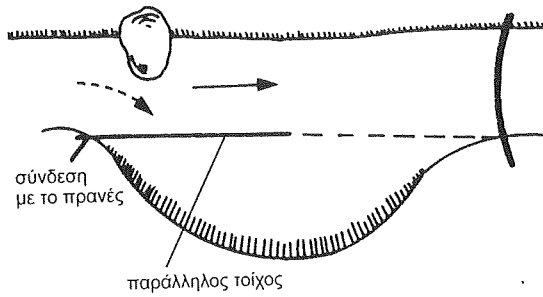
Σε μικρές, απότομες χαράδρες με έντονη χαράδρωση και στερεοπαραγωγή προτιμάται αντί της μείωσης της συρτικής δύναμης, η αύξηση της αντίστασης του πυθμένα και των πρानών με λιθεπένδυση της κοίτης.

▪ **Πρανικές διαβρώσεις:** εμφανίζονται συνήθως στις κοίτες του μεγαλύτερου υδρογραφικού δικτύου των λεκανών και παράγουν αδρομερή στερεοϋλικά. Αποτρέπονται με την απομάκρυνση των υδάτων από τα ευπαθή πρανή με προβόλους, με παράλληλους τοίχους ή και με διαδοχικά φράγματα .

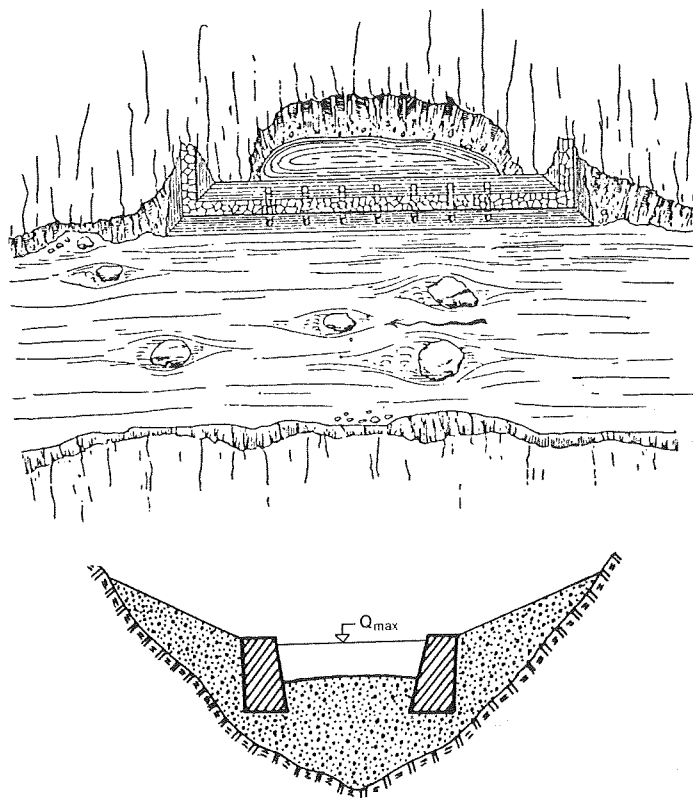
▪ **Γεωλισθήσεις και ερπύσεις:** εμφανίζονται κατά κανόνα, όπου υπάρχουν πετρώματα του νεογενούς σχηματισμού και ιδίως κατά μήκος των κεντρικών κοιτών. Παράγουν μεγάλους όγκους υλικών με διάφορες διαστάσεις. Οφείλονται συχνά στην υποσκαφή του πόδα των πρानών .

Τρόποι αποτροπής τους:

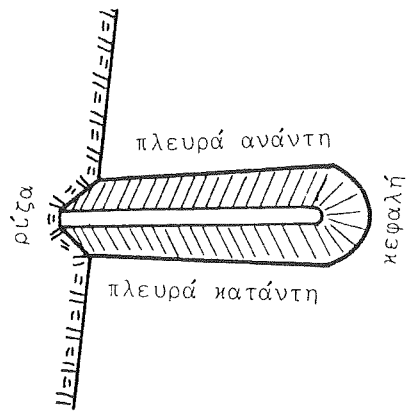
- η πλήρης απαγόρευση της βοσκής στην επιφάνεια της ολίσθησης
 - η στερέωση του πόδα τους με ανύψωση της κοίτης μετά από κατασκευή ειδικών φραγμάτων (φράγματα διαλογής που να δέχονται και πλευρικές πιέσεις) στα κατάντη της ολισθαίνουσας μάζας
 - η στράγγιση της ολισθαίνουσας επιφάνειας με την κατασκευή αυλάκων διαφόρων τάξεων.
 - η απομάκρυνση των υδάτων διαποτισμού που διεισδύουν στην ολισθαίνουσα γεωμάζα με κατασκευή περιφερειακών τάφρων και
 - η κατασκευή τοίχων αποτροπής των επιφανειακών γεωκινήσεων.
- **Αποσαθρώσεις και γεωκατακρημνίσεις (σάρες):** παράγουν άφθονα, χονδρά υλικά. Ελέγχονται ή και αποτρέπονται με υπερύψωση των κοιτών (μετά από βαθμίδωσή τους), με την κατασκευή παράλληλων έργων (ευέλικτων τοίχων) και στη συνέχεια με την κάλυψη και τη στερέωση της επιφάνειας παραγωγής με βλάστηση (δημιουργία θαμνώνων ή και δασοσυστάδων με είδη ανθεκτικά στις πληγώσεις).



Παράλληλος τοίχος για αποτροπή της πρανικής διάβρωσης

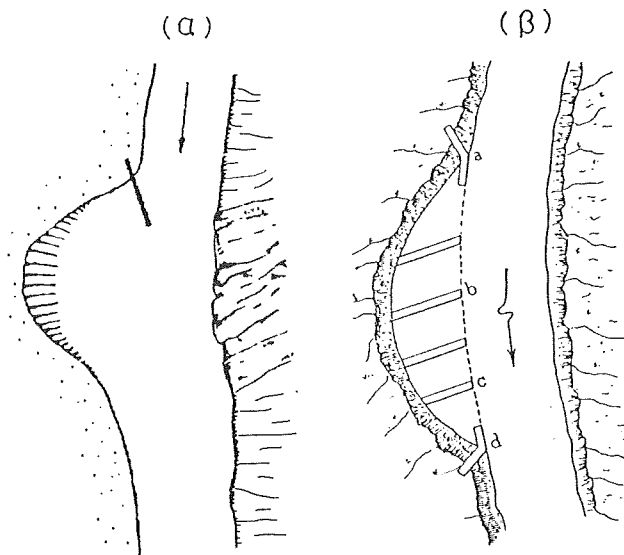


Δημιουργία νέας διατομής στην κοίτη με τη βοήθεια παράλληλων τοίχων

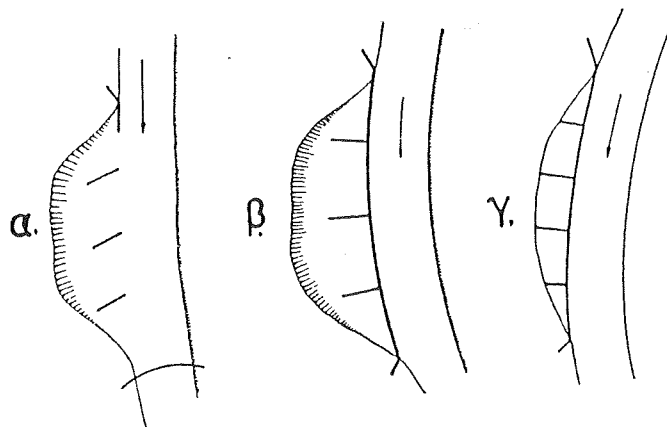


Τα μέρη ενός προβόλου

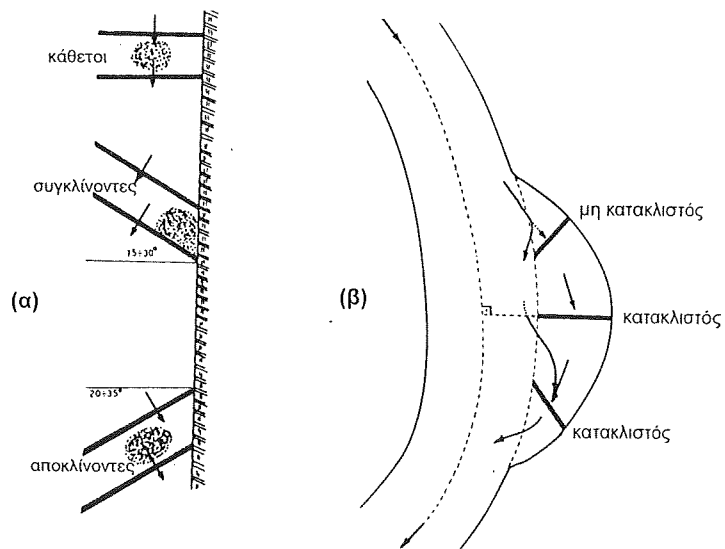
3.9β). Οι πρόβολοι αυτοί μπορούν να είναι πλήρεις ή μη (σχ. 3.10).



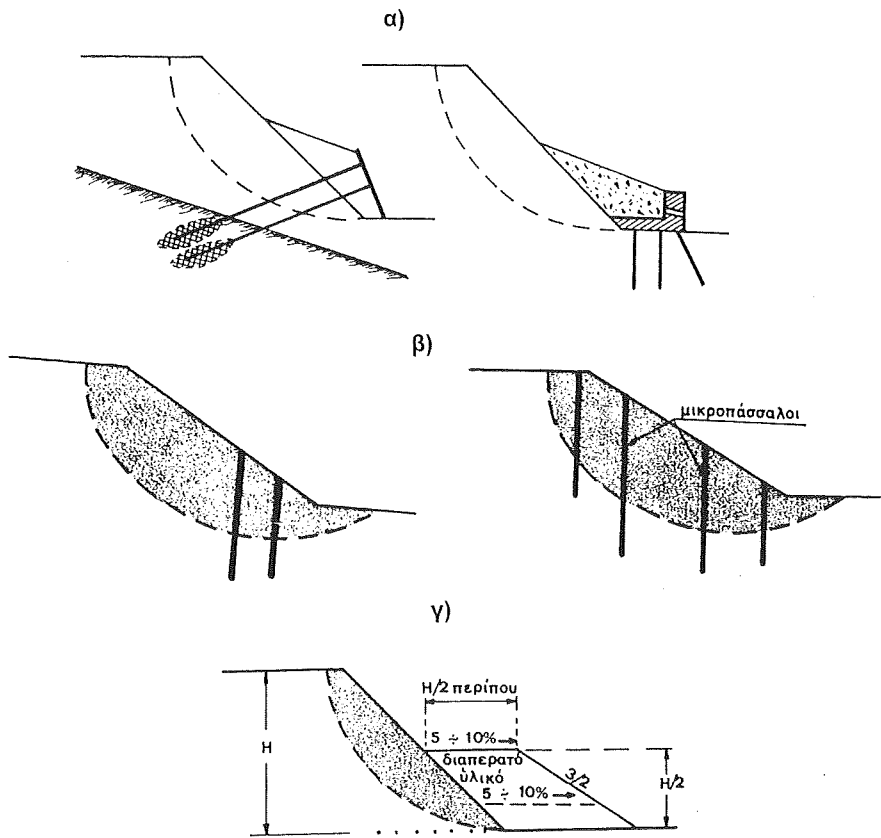
Πρόβολοι για την αποτροπή της πρηνικής διάβρωσης: α) διάταξη του προβόλου σε περίπτωση μικρής κοιλότητας β) τρόπος διευθέτησης πρηνικής διάβρωσης μικρού μήκους



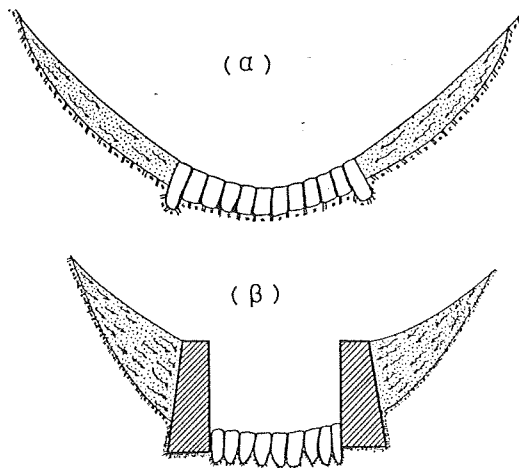
: Αποτροπή πρηνικής διάβρωσης με συνδυασμό προβόλων και παράλληλων τοίχων ως εξής: α) μη πλήρεις πρόβολοι με απωθητικό τοίχο στα ανάντη, β) παράλληλος τοίχος και απωθητικοί μη πλήρεις πρόβολοι, και γ) παράλληλος τοίχος και πλήρεις πρόβολοι.



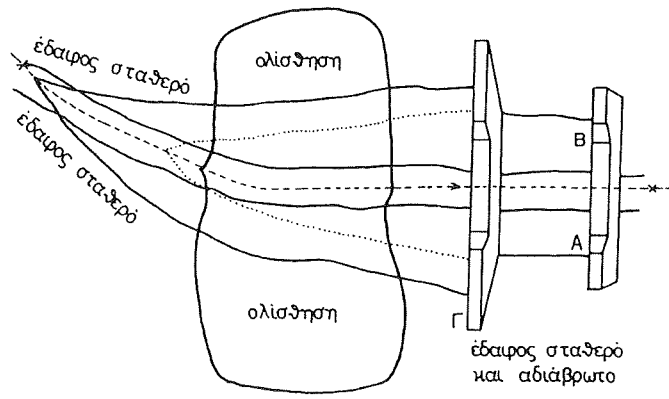
Κάθετοι, συγκλίνοντες και αποκλίνοντες κατακλιστοί πρόβολοι, διάταξη των αποθέσεων, β) συνδυασμός κατακλιστών και μη προβόλων για αποτροπή πραινικής διάβρωσης



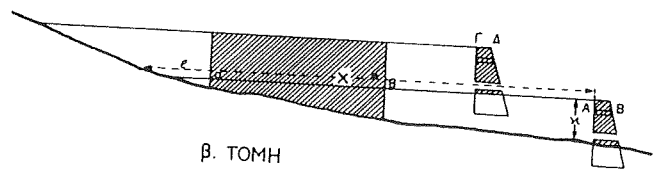
Αποτροπή γεωλίθησης με παράλληλο τοίχο και αγγύρωση (α), με έμπηξη πασσάλων (β) και με βοηθητικό ανάχωμα (γ)



Αποτροπή ολισθήσεων και στα δύο πρηνή α) με κατασκευή διώρυγας με επένδυση β) με κατασκευή διώρυγας με επένδυση και παράλληλους τοίχους



α. ΚΑΤΟΨΗ



β. ΤΟΜΗ

Φράγμα ανύψωσης της κοίτης με πρόφραγμα για την αποτροπή ολίσθησης από υποσκαφή των πρανών



ΠΡΑΝΙΚΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ



ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΕΙΣ

2.3 ΤΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

Το σύστημα αυτό επιδιώκει τον έλεγχο των διακινούμενων φυσικών και ανθρωπογενών φερτών υλών εντός των κοιτών με την άμεση διακράτησή τους σε κατάλληλους χώρους, πριν αυτά εξέλθουν στις πεδινές διαδρομές. Για το σκοπό αυτό ιδρύονται τα ακόλουθα έργα:

- **Φράγματα διαλογής των μεταφερόμενων υλικών:** στην κάτω περιοχή των ορεινών λεκανών απορροής εντός των κεντρικών κοιτών και των μεγάλων συμβαλλόντων τους και ιδίως περί την κοίτη εκκένωσης των ρευμάτων. Με αυτά συγκρατείται μόνο η αδρά όχι και η λεπτή φάση των φερτών υλών. Σειρές τέτοιων φραγμάτων λειτουργούν ως κόσκινα κατά την διαλογή του υλικού.

- **Φράγματα συγκράτησης υλικών :** σε κατάλληλες θέσεις της κεντρικής κοίτης και στην αρχή των συμβαλλόντων της.

- **Δεξαμενές απόθεσης υλικών, ως εξής:**

- περί την έξοδο των ρευμάτων στα πεδινά, δηλ. στην αρχή του κώνου πρόσχωσης, οι οποίες συγκρατούν την χονδρότερη φάση των υλικών (έλεγχος της στερεομεταφοράς και εν μέρει της αιωρομεταφοράς)

- σε ενδιάμεσα τμήματα του κώνου πρόσχωσης αυτού, οπότε συγκρατείται η λεπτότερη φάση (έλεγχος κυρίως της αιωρομεταφοράς)

- σε συνδυασμό των δυο αυτών τρόπων (διαλογικός έλεγχος όλων των υλικών).

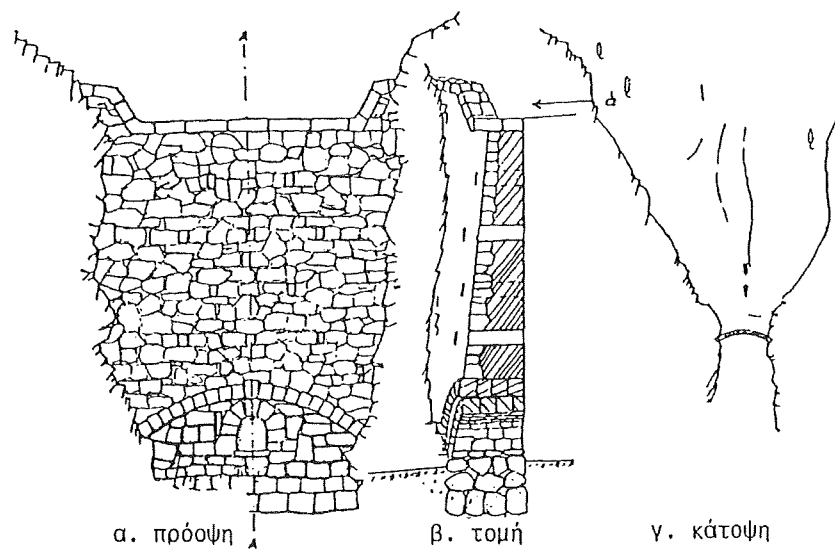
- **Πεδινή διευθέτηση των ρευμάτων και βαθμίδωση των πεδινών φυσικών ή τεχνητών κοιτών :** προς αποφυγή της υποσκαφής τους από τα καθαρά νερά μετά την εκτέλεση των προηγούμενων έργων και προς εξασφάλιση της προστασίας των διαφόρων έργων που υπάρχουν (γεφυρών, κλπ) από τον κίνδυνο της καταστροφής τους.

Τα **φράγματα διαλογής** και **οι δεξαμενές απόθεσης** σχεδιάζονται εκκενώσιμα, ώστε να αποφορτίζονται με τη βοήθεια μηχανικών μέσων από τα συγκρατούμενα υλικά, μετά από κάθε σημαντική πλημμύρα.

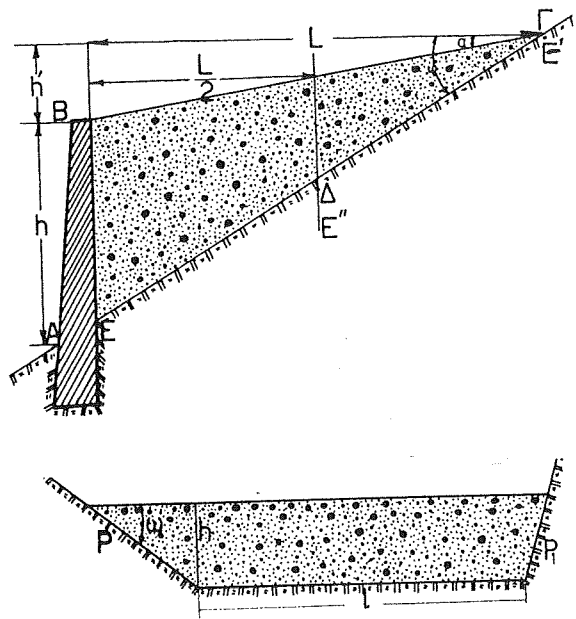
Οι **δεξαμενές απόθεσης** και τα **φράγματα διαλογής** και **συγκράτησης** υλικών μειώνουν σημαντικά τον όγκο των διακινούμενων υλικών, κι έτσι ελαχιστοποιούν τη χειμαρρική επικινδυνότητα.

Με το τεχνικό σύστημα διακρατείται κυρίως η στερεομεταφορά και ένα μικρό μέρος (το αδρομερέστερο) της αιωρομεταφοράς. Το υπόλοιπο αιωροϋλικό υπερπηδάει τους χώρους απόθεσης και κινείται προς τα κατάντη. Λόγω της λεπτόκοκκης δομής του όμως, μικρό μόνο μέρος του παραμένει στον πεδινό χώρο των χειμάρρων. Το μεγαλύτερο μέρος μεταφέρεται προς τα κατάντη και καταλήγει στους μεγαλύτερους αποδέκτες. **Το τεχνικό σύστημα** δεν αντιμετωπίζει οριστικά το πρόβλημα των φερτών υλών, όπως **το δασοτεχνικό σύστημα**. Απαιτεί δε συνεχή επαγρύπνηση και συντήρηση των έργων, δημιουργεί σημαντικές δαπάνες για τις εκκενώσεις των χώρων απόθεσης και επιβάλλει αναζήτηση και διαμόρφωση κατάλληλων θέσεων για την εκ νέου απόθεση των υλικών εκκένωσης.

Η εφαρμογή του συστήματος δεν προσκρούει σε κοινωνικά εμπόδια ή σε άλλους λόγους (εκτός από την ανάγκη σημαντικών δαπανών), όπως στην περίπτωση του δασοτεχνικού συστήματος, αφού η εφαρμογή του περιορίζεται κυρίως στο χώρο των κοιτών. Απαιτεί ίσως την αναζήτηση χώρων για την απόθεση των υλικών.



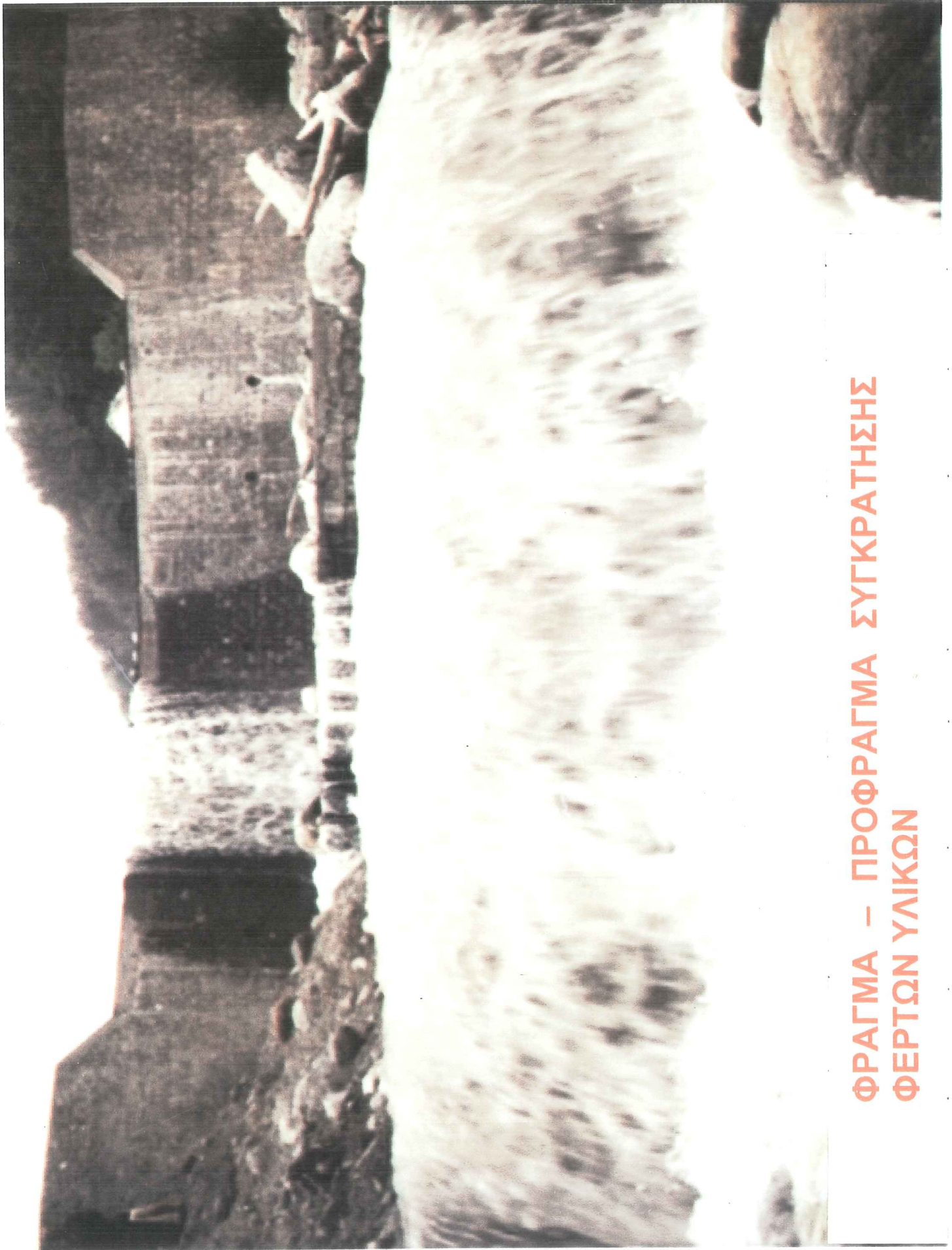
α. πρόοψη β. τομή γ. κάτοψη
 Φράγμα συγκράτησης στερεών υλικών σε πρόοψη, τομή και κάτοψη



; Υπολογισμός χωρητικότητας σε δημιουργούμενη δεξαμενή με
 φράγμα συγκράτησης φερτών υλών



ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΒΑΘΜΙΔΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ



**ΦΡΑΓΜΑ – ΠΡΟΦΡΑΓΜΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ
ΦΕΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**



ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΦΕΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΣ ΤΟΙΧΟΣ



ΠΡΟΒΟΛΟΙ

ΜΕΡΟΣ ΙΙ

ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

• ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Τα **φράγματα** είναι κτίσματα (τοίχοι), που θεμελιώνονται κάθετα προς τη διεύθυνση ροής των ρευμάτων και επιδιώκουν διάφορους σκοπούς σχετικούς με τη ρύθμιση της ροής του χειμαρρικού ύδατος και τον έλεγχο των υλικών που αυτά μεταφέρουν.

Ως **χαμηλά φράγματα** θεωρούνται τα φράγματα των οποίων το συνολικό ύψος δεν υπερβαίνει τα 25÷30 m, οπότε η μορφή του φράγματος διαμορφώνεται ανεξάρτητα από το ύψος του.

Ως **συμπαγή φράγματα** χαρακτηρίζονται τα φράγματα των οποίων τα υλικά δόμησης δημιουργούν στερεό σώμα, σε αντίθεση με τα *ημιχαλαρά* και τα *χαλαρά* φράγματα (γεωφράγματα), των οποίων τα υλικά δε σχηματίζουν στερεό σώμα.

Τα χαμηλά φράγματα χρησιμοποιούνται στην **ορεινή υδρονομία** για την επίτευξη διαφόρων σκοπών, μεταξύ των οποίων προέχουν η αποτροπή της διακίνησης φερτών υλών και η ταμίευση του νερού των φυσικών ρευμάτων.

Ειδικότερα, οι **κύριοι υδρονομικοί σκοποί** που επιδιώκονται με την ίδρυση φραγμάτων κατά τις διευθετήσεις χειμαρρικών ρευμάτων, είναι οι εξής:

- η στερέωση της κοίτης (φράγματα στερέωσης)
- η συγκράτηση των στερεών υλικών (φράγματα συγκράτησης)
- η δημιουργία τεχνητών δεξαμενών ταμίευσης νερού (φράγματα ταμίευσης)

- η ρύθμιση της υδατοπαροχής (φράγματα ελέγχου πλημμυρικών αιχμών)
- η αποτροπή των γεωλισθήσεων (αντιγεωλισθητικά φράγματα)
- ο έλεγχος της στερεομεταφοράς (φράγματα διαλογής, φράγματα εκκένωσης)
- ο έλεγχος της λαβαμεταφοράς (λαβαθραυστήρες, λαβαμετασχηματιστές)
- η θραύση της υδραυλικής ενέργειας του νερού (τραχείες ράμπες)
- ο συνδυασμός των παραπάνω σκοπών
- διάφοροι άλλοι σκοποί (ιχθυοκομία, αναψυχή, τουρισμός, κλπ.).

Με βάση το ύψος και ανάλογα με την υδραυλική συμπεριφορά τους διακρίνονται τα φράγματα που χρησιμοποιούνται στις διευθετήσεις χειμαρρικών ρευμάτων, ως εξής:

- **Ζωστήρες:** έχουν μηδενικό ύψος, αφού η βάση του διάρρου τους βρίσκεται στο ύψος του πυθμένα της κοίτης. χρησιμοποιούνται για τη στερέωση της υφιστάμενης κοίτης και διευκολύνουν τη ροή με τη διαμόρφωση κατάλληλου διάρρου. m
- **Ουδοί (κατώφλια):** είναι φράγματα με υπέργειο ύψος έως 2 m, τα οποία κατασκευάζονται στις κεντρικές, όσο και στις δευτερεύουσες κοίτες του υδρογραφικού δικτύου και δρουν κατά κανόνα ως βυθισμένοι εκχειλιστές.
- **Μέσου ύψους φράγματα:** έχουν υπέργειο ύψος 2,0÷6,0 m, σπάνια έως 8,0 m. Αποσκοπούν στη στερέωση της κοίτης και δρουν ως ελεύθεροι εκχειλιστές.
- **Μεγάλα φράγματα:** έχουν ύψος μεγαλύτερο των 8,0 m. Επιδιώκουν τη συγκράτηση των φερτών υλών.

Τα φράγματα-ζωστήρες και οι ουδοί δρουν κατά κανόνα ως βυθισμένοι εκχειλιστές, ενώ τα μέσου και μεγάλου ύψους φράγματα δρουν μόνο ως ελεύθεροι εκχειλιστές.

Σε κοίτες με ισχυρή κλίση χρησιμοποιούνται συχνά, αντί ενός μεγάλου φράγματος, αλληπάλληλοι, αλληλοσυνδεόμενοι ουδοί, με τους οποίους δημιουργούνται μικρούς ύψους υδατοπτώσεις, γνωστές ως «κασκάδες».

Με βάση το είδος των υλικών κατασκευής, τα φράγματα μπορούν να διακριθούν στις εξής κατηγορίες:

- λίθινα με κονίαμα (λιθόδημητα) ή χωρίς κονίαμα (ξηρολίθινα)
- σκυροδεμάτινα (οπλισμένα ή μη)
- γεώδη (χώμάτινα, λιθόριπτα)
- ξύλινα
- μεταλλικά
- από κλαδοπλέγματα ή φακελώματα και άλλα ανάλογα υλικά
- από προκατασκευασμένα υλικά
- μικτά (από περισσότερα υλικά), όπως ξυλολίθινα, χωματολίθινα, σκυροδεματολίθινα, σκυροδεματοξύλινα από προκατασκευασμένα υλικά και λίθους, από συρματόπλεκτα κλιβώτια και λίθους, κλπ.

Τα υλικά με τα οποία κατασκευάζονται τα φράγματα, εξαρτώνται γενικά από τους εξής παράγοντες:

- το σκοπό κατασκευής τους
- τις τοπικές συνθήκες
- τα διαθέσιμα οικονομικά μέσα
- την ανάπτυξη της τεχνολογίας, και
- την προσπελασιμότητα της θέσης ίδρυσης.

Γενικά η χρήση ξύλου δεν συνιστάται στη χώρα μας για την κατασκευή φραγμάτων, επειδή λόγω της αποδάσωσης υπάρχει ανάγκη ξύλου για άλλους σκοπούς και διότι η κλιματική ιδιαιτερότητα του ελλαδικού χώρου, οδηγεί στον περιοδικό διαποτισμό του ξύλου με νερό και συνεπώς στην ταχεία σήψη του.

Από στατική άποψη, δηλ. ανάλογα με τον τρόπο που παραλαμβάνουν και εξουδετερώνουν τις δυνάμεις που ασκούνται σ' αυτά (στατική συμπεριφορά), τα φράγματα διακρίνονται σε:

- **Φράγματα βάρους**, τα οποία εξουδετερώνουν τις δυνάμεις που δέχονται, με το ίδιο βάρος της κατασκευής (σ' αυτά περιλαμβάνονται, τόσο τα γεωφράγματα, όσο και εκείνα με πέλμα).
- **Φράγματα μεταφοράς δυνάμεων**, τα οποία μεταβιβάζουν μερικά ή ολικά τις ασκούμενες δυνάμεις στα πρηνή (φράγματα-δοκοί, καμπύλα φράγματα), και τέλος
- **Μικτά φράγματα βάρους και μεταφοράς δυνάμεων.**

Τέλος, ανάλογα με τον τρόπο της δόμησης (εσωτερική κατασκευή) τα φράγμα από σκυρόδεμα διακρίνονται σε **φράγματα χωρίς οπλισμό και με οπλισμό.**

ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ Ή ΒΑΘΜΙΔΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ



ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΦΕΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΤΑΜΙΕΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

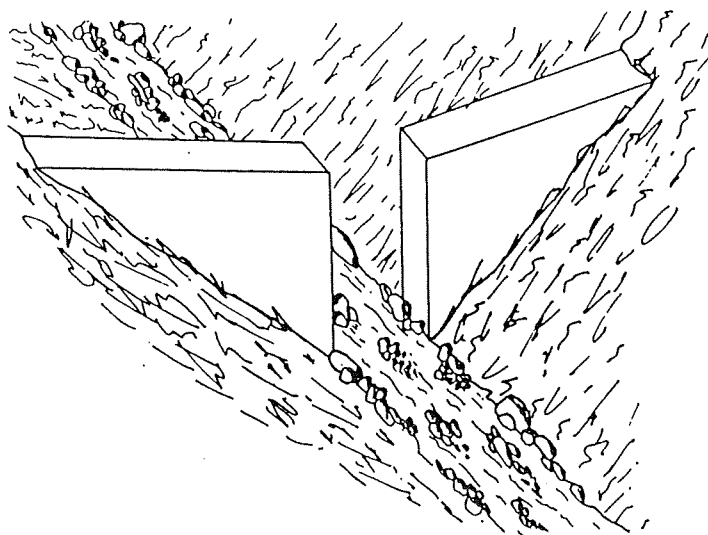


Χωμάτινος ταμιευτήρας στο Σιδηρόκαστρο (Λεκάνη απορροής χειμάρρου Μαϊμούδας). Στο δεξιό μέρος της φωτογραφίας διακρίνεται ο ακατάλληλος εκχειλιστής

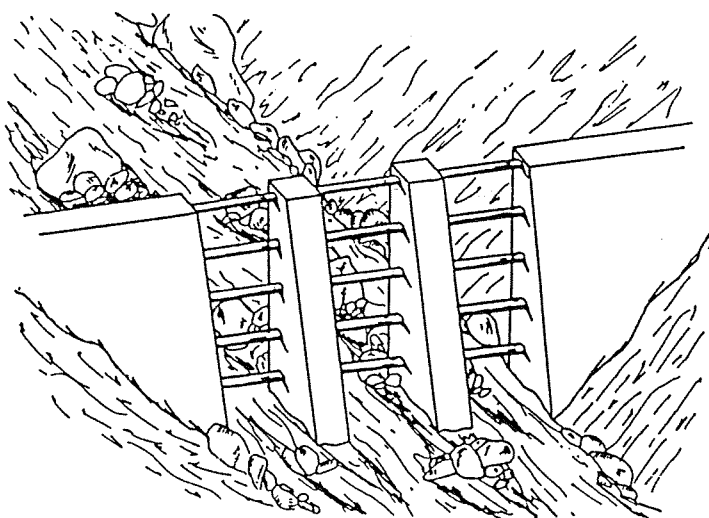


Ταμιευτήρας στην κοινότητα Καπνοφύτου (Λεκάνη απορροής χειμάρρου Κρουσοβίτη)

ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΑΙΧΜΩΝ



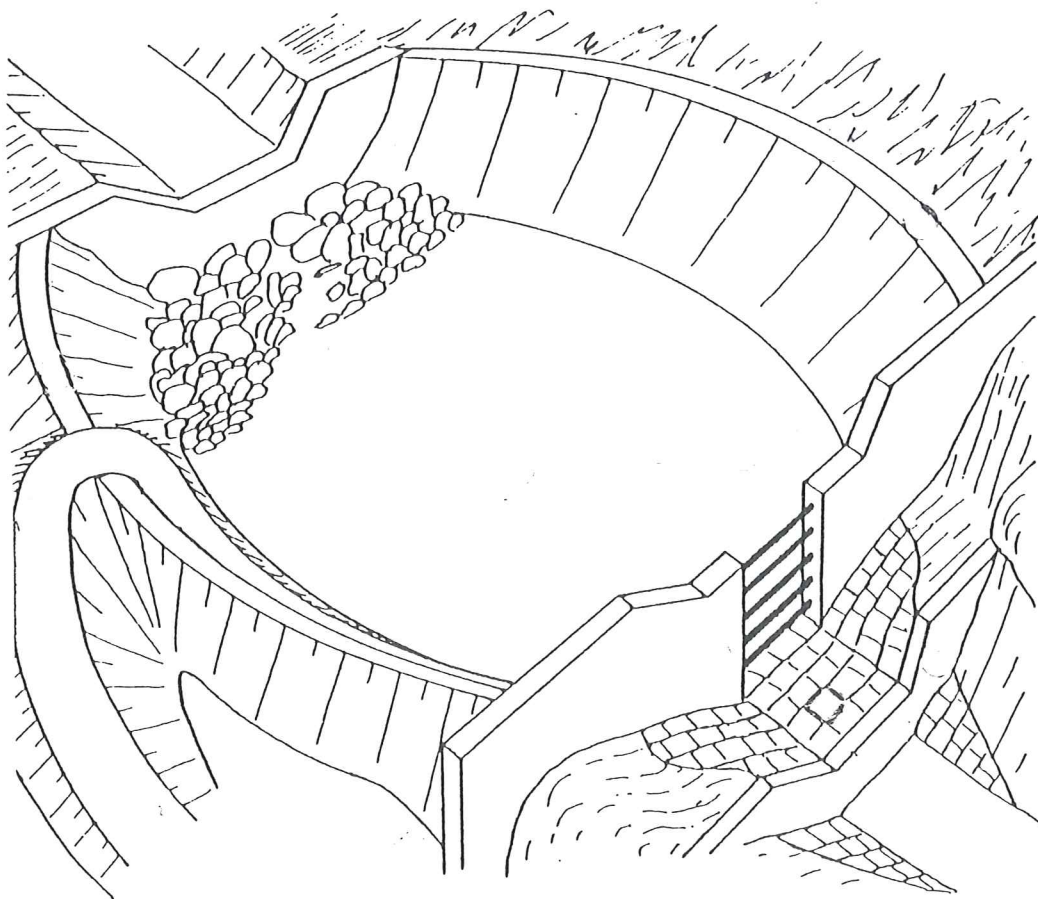
ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΔΙΑΛΟΓΗΣ, ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ



ΤΡΑΧΕΙΕΣ ΡΑΜΠΕΣ



ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΘΕΣΗΣ ΦΕΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



Δεξαμενή απόθεσης φερτών υλικών (Zollinger 1983)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° ΜΕΛΕΤΕΣ-ΣΧΕΔΙΑ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΗΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ

1. Ταχυμετρική αποτύπωση κεντρικής κοίτης χειμάρρου

Από το αρχικό σημείο Σ1 αποτυπώνεται υψομετρικά ο άξονας της κοίτης. Ως άξονα λαμβάνουμε την πορεία του νερού με το μεγαλύτερο βάθος ροής.

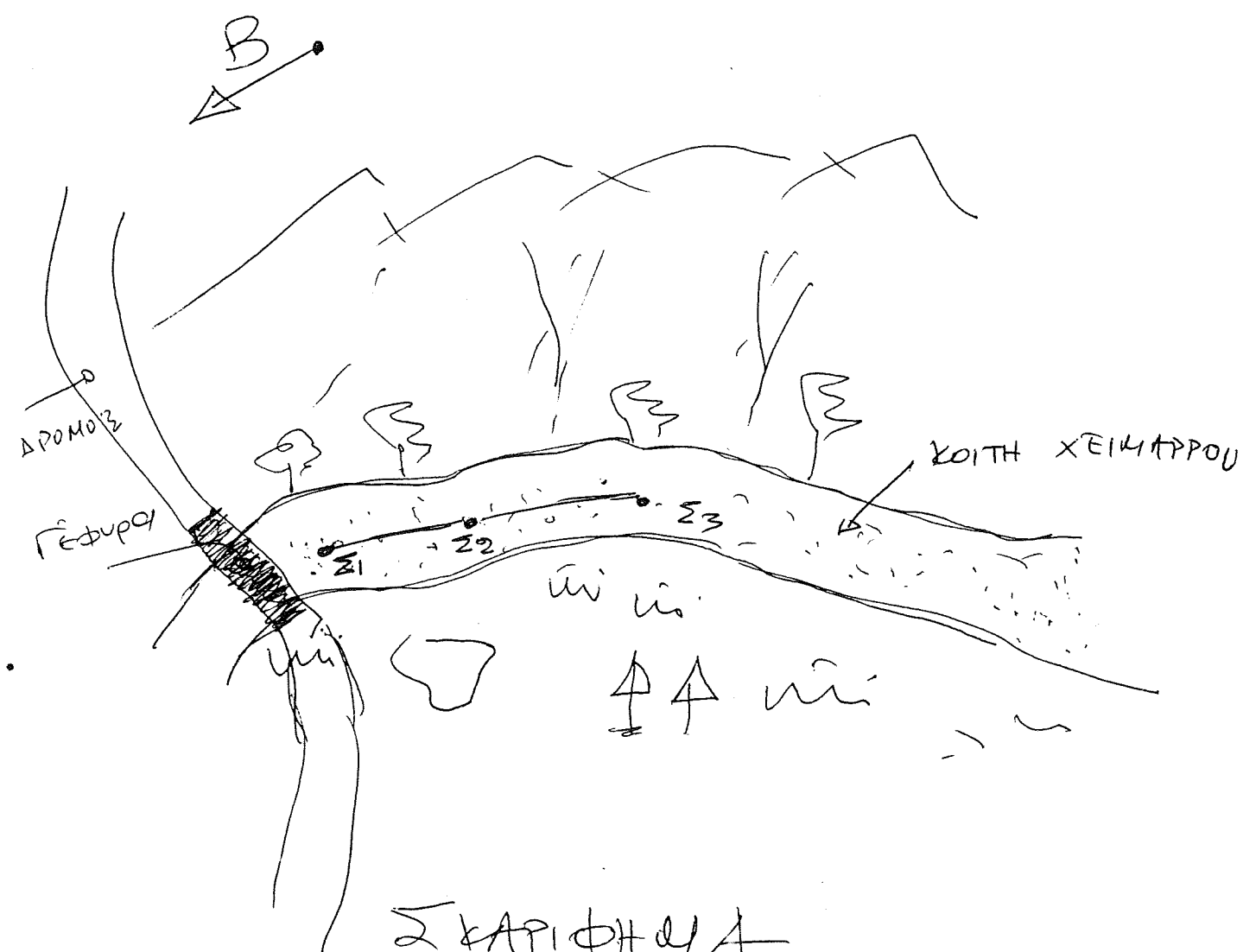
Γίνεται μέτρηση της κατακόρυφης γωνίας μεταξύ των σημείων και της αντίστοιχης οριζόντιας απόστασης. Επίσης γίνεται λήψη στοιχείων κατά πλάτος τομών και οριζοντιογραφίας.

Σε κάθε σημείο που γίνεται μέτρηση κατά μήκος κλίσης παίρνεται και το αζιμούθιο της κατά πλάτος τομής.

2. Λήψη στοιχείων κατά πλάτος τομών

Για τις κατά πλάτος αποτύπωση γίνεται με κλισίμετρο, μετροταινία και ακόντιο.

Για κάθε τμήμα με διαφορετική κλίση μετρείται η κλίση και η αντίστοιχη απόσταση. Σχεδιάζεται και σε σκαρίφημα η μορφή της τομής. Γίνεται επίσης σημείωση των ποδιών του πρηνούς για τη σχεδίαση της οριζοντιογραφίας. Σε θέσεις όπου προβλέπεται να γίνουν φράγματα, γίνεται επίσης χαρακτηρισμός εδαφών κοίτης και πρηνών.



ΣΚΑΡΙΦΗΔΑ
 ΤΜΗΜΑ ΤΟΣ ΚΟΙΤΗΣ

Συγκεκριμένη παρατήρηση

Hand-drawn horizontal lines for notes, consisting of six parallel lines of varying lengths.

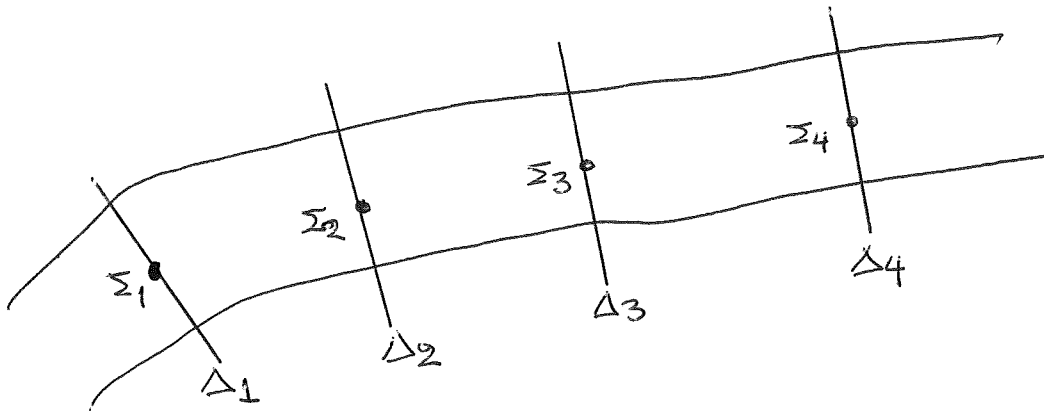
Πίνακας 1. Στοιχεία αποτύπωσης του τμήματος ΑΒ της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου «Κακόρεμα»

Υψόμετρο (m)	Οριζόντια Γωνία (βαθμοί)	Οριζόντια απόσταση (m)	Κλίση (%)	Δρ. Μητρώο	Οριζόντια γωνία νοητής κάθετης γραμμής στην κοίτη (βαθμοί)	Αποστάσεις πρανών		Σημεία λεπτομερειών					
						Αριστερό (m)	Δεξί (m)	Αριστερό		Δεξί			
0,00	166	78,00	3,00	Σ ₁	266	6,80	12,60	Απόσταση (m)	Οριζόντια γωνία (βαθμοί)	Απόσταση (m)	Οριζόντια γωνία (βαθμοί)	Απόσταση (m)	Οριζόντια γωνία (βαθμοί)
				Σ ₂	245	5,30	8,40	12,00	135	26,00	202		
	145	70,22	2,00	Σ ₃	216	4,30	6,80						
	116	31,78	4,00	Σ ₄	192	3,20	5,80						
	92	121,20	3,00	Σ ₅	198	3,10	5,00	36,00	68	24,00	174		
	98	50,30	4,50	Σ ₆	202	2,70	4,80						
	102	59,80	3,00	Σ ₇	212	2,60	4,60						
	112	43,60	2,50	Σ ₈	215	2,50	4,80						
	115	79,70	3,00	Σ ₉	222	2,40	4,60	6,80	54	7,80	182		
	122	35,60	3,50	Σ ₁₀	229	2,50	4,20						
	129	32,80	4,00	Σ ₁₁	236	2,20	3,60						
	136	79,20	3,00	Σ ₁₂	248	2,20	3,5						
	148	73,80	3,50	Σ ₁₃	252	2,20	3,50						
	152	40,00	4,00	Σ ₁₄	252	2,20	3,40						

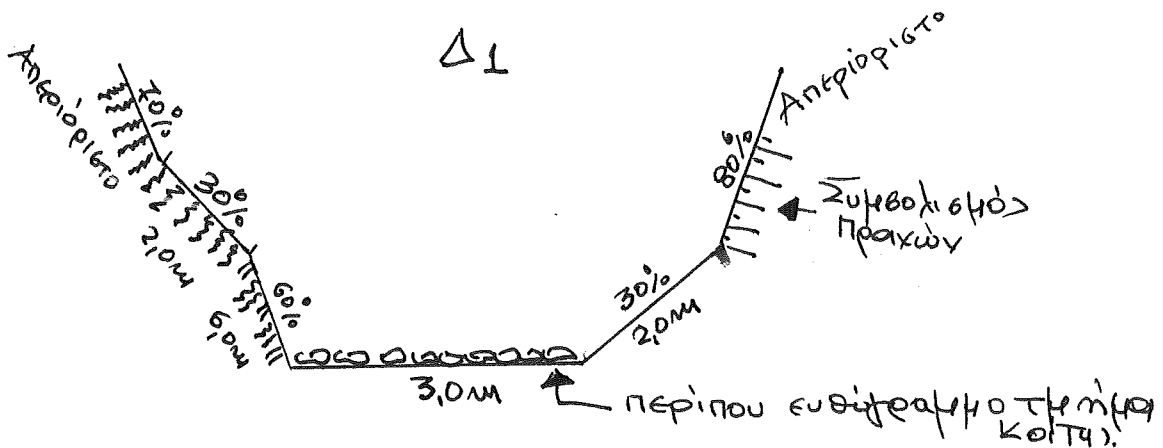
Πίνακας 1 (Συνέχεια). Στοιχεία αποτύπωσης του τμήματος ΑΒ της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου «Κακόρεμα»

Αρ. Σημείου	Φύση κοίτης και πρανών			Κλίση Αντιστάθμισης (%)	Υλικά κοίτης \bar{d} (m)
	Αριστερό πρανές βραχώδεις	Κοίτη (πυθμένας γαιώδεις)	Δεξιό πρανές ημιβραχώδεις		
Σ ₁		γαιώδεις	ημιβραχώδεις	1,50	0,22
Σ ₂	ημιβραχώδεις	γαιώδεις	γαιώδεις		0,26
Σ ₃	ημιβραχώδεις	γαιώδεις	ημιβραχώδεις		0,28
Σ ₄	βραχώδεις	γαιώδεις	ημιβραχώδεις		0,29
Σ ₅	ημιβραχώδεις	γαιώδεις	ημιβραχώδεις		0,32
Σ ₆	ημιβραχώδεις	γαιώδεις	ημιβραχώδεις		0,34
Σ ₇	γαιώδεις	γαιώδεις	γαιώδεις		0,35
Σ ₈	ημιβραχώδεις	γαιώδεις	βραχώδεις		0,36
Σ ₉	γαιώδεις	γαιώδεις	γαιώδεις		0,36
Σ ₁₀	γαιώδεις	γαιώδεις	ημιβραχώδεις		0,38
Σ ₁₁	βραχώδεις	γαιώδεις	γαιώδεις		0,41
Σ ₁₂	ημιβραχώδεις	γαιώδεις	γαιώδεις		0,43
Σ ₁₃	γαιώδεις	γαιώδεις	ημιβραχώδεις		0,50
Σ ₁₄	γαιώδεις	γαιώδεις	γαιώδεις		

ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΕΣ



Σε κάθε σημείο $\Sigma_1, \Sigma_2, \dots, \Sigma_n$ και ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΑ από το $1=0$ συνεργείο αποτύπωσης της κοίτης αποτυπώνουμε διατομές $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ ως εξής:

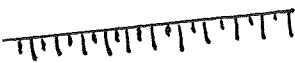
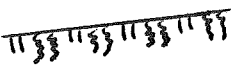



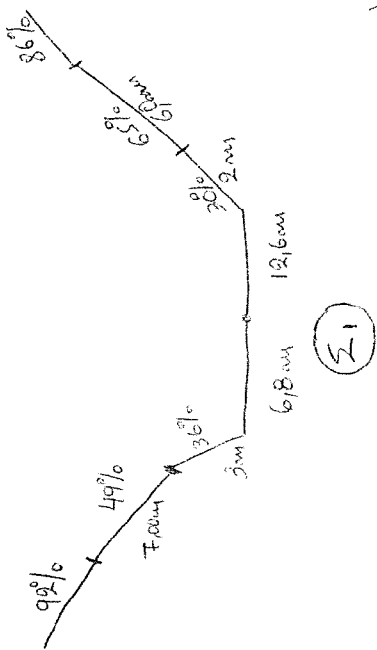
Επίσης χαρακτηρισμός πρανών και κοίτης

κοίτη : βραχώδης ή ημιβραχώδης

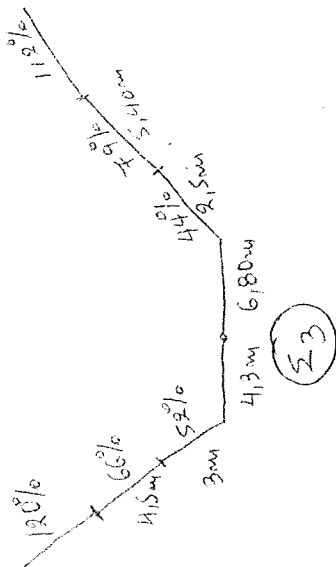
Δεξιό πρανές βραχώδες

Αριστερό πρανές γεώδες

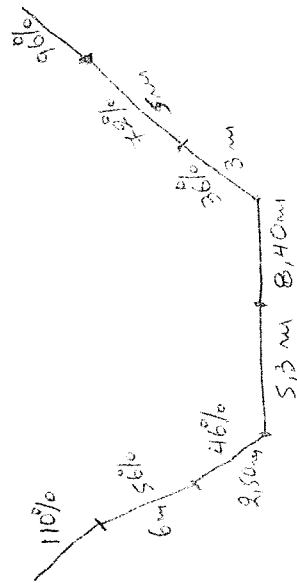
ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ : ΓΕΩΔΕΣ 
 ΗΜΙΒΡΑΧΩΔΕΣ 
 ΒΡΑΧΩΔΕΣ 



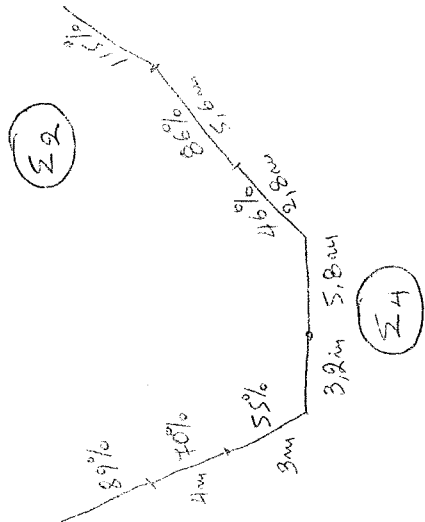
$\Sigma 1$



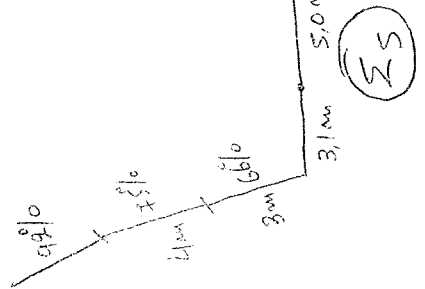
$\Sigma 3$



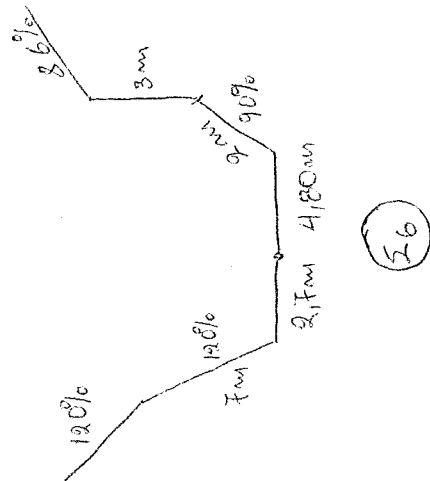
$\Sigma 2$



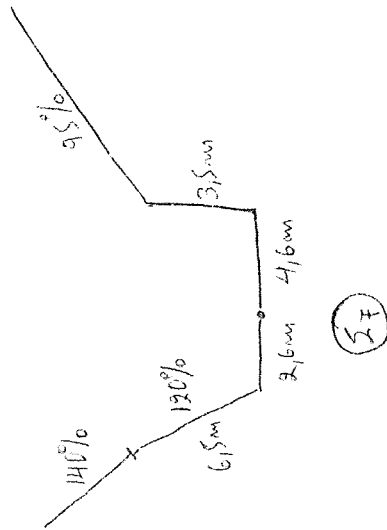
$\Sigma 4$



$\Sigma 5$



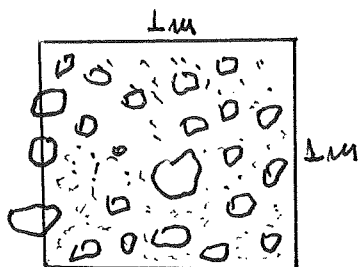
$\Sigma 6$



$\Sigma 7$

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ

\bar{d}, d_m, d_{max}



Μεταξύ των

Σημείων $\Sigma_1 - \Sigma_2$

$\Sigma_2 - \Sigma_3$

$\Sigma_3 - \Sigma_4$

.....

Λήψη μιας δοκιμαστικής

Επιφάνειας 1m x 1m

Και με τη βοήθεια των

Εντύπων προσδιορίζουμε

τη \bar{d} και τη d_m

Μεταξύ $\Sigma_1 - \Sigma_2$

$\Sigma_2 - \Sigma_3$

$\Sigma_3 - \Sigma_4$

.....

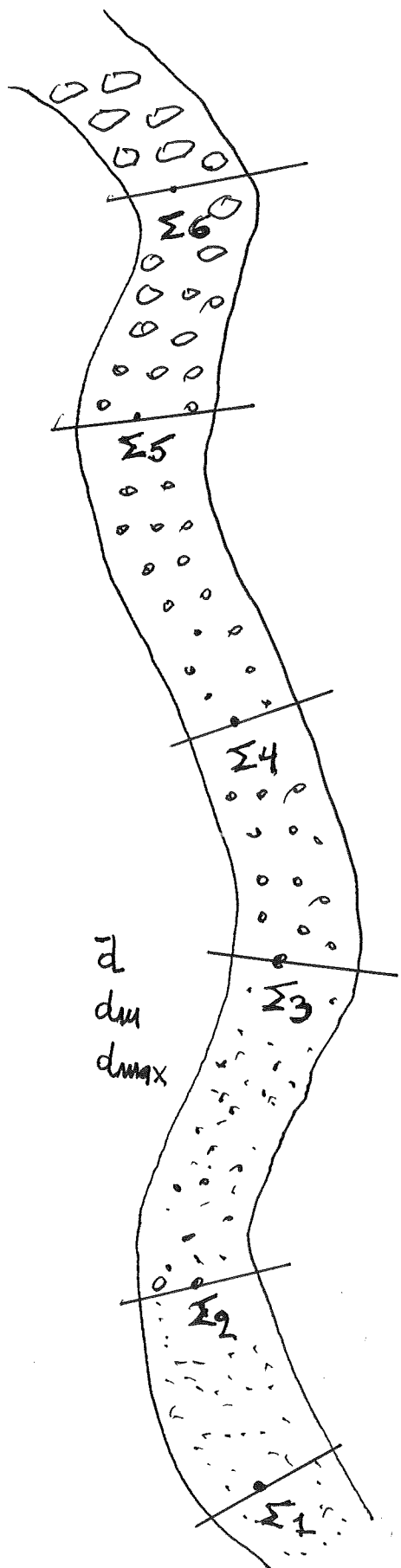
$\Sigma_{35} - \Sigma_{36}$

Εντοπίζουμε το μεγαλύτερο

λίθο και μετράμε τη

μεγαλύτερη του διάσταση

d_{max}



ΜΗΚΟΤΟΜΗ

ΚΛΙΜΑΚΕΣ — ΥΨΩΝ 1:50
ΜΗΚΩΝ 1:1000

1146,5
1146,0
1145,5
1145,0
1144,5
1144,0
1143,5
1143,0
1142,5
1142,0
1141,5
1141,0
1140,5

ΣΠΙΝΕΣΟ ΕΥΓΚΡΙΣΟΣ
1140,0

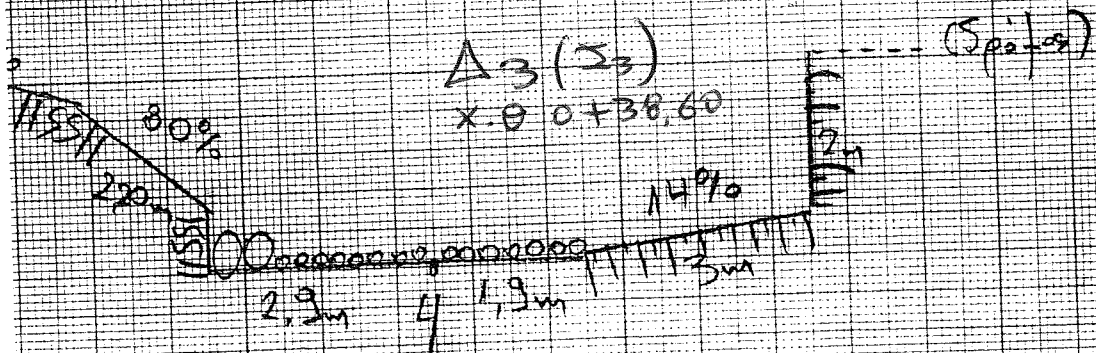
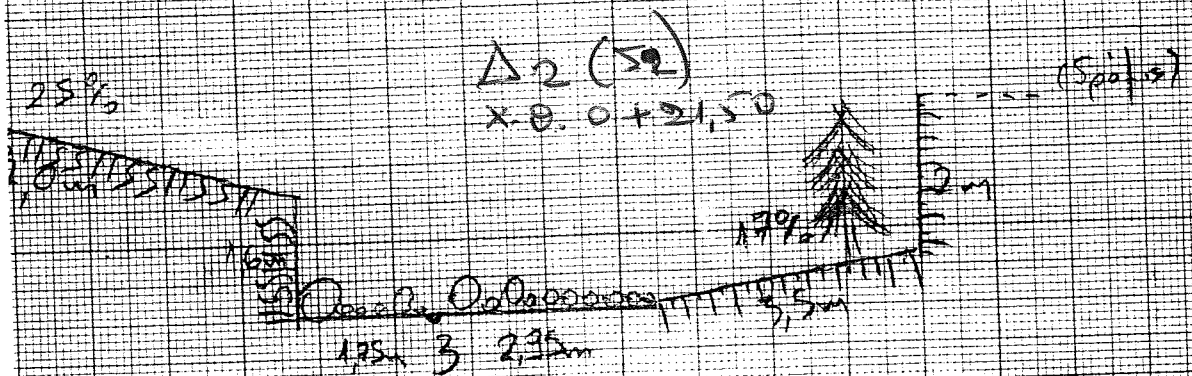
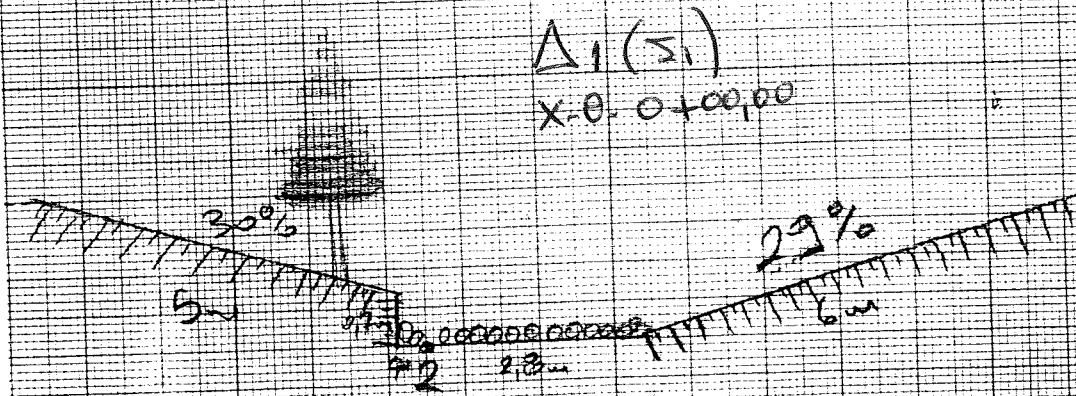
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΣΗΜΕΙΩΝ		1140,72		1140,35		1140,02		1139,65		1139,28		1138,91		1138,54
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ		21,50	17,10		29,00		33,50		17,20		19,80			
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠ' ΑΡΧΗΣ		21,50	38,60		67,60		101,10		118,30		138,10			
ΕΚΑΤΟΜΕΤΡΗΣΗ									⊕					
ΚΛΙΣΗ ΔΕΟΝΑ ΚΟΙΤΗΣ		1%	2%		1,8%		2,1%		0,5%		1%			
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΟΙΤΗΣ		H/B	H/B		H/B		H/B		H/B		H/B		H/B	
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΠΑΡΑΘΩΝ		Γ	H/B		H/B		H/B		Γ		Γ		Γ	
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΕΞΙ		H/B	Γ		H/B		H/B		H/B-Γ		Γ		Γ	
ΥΛΙΚΑ ΚΟΙΤΗΣ		α, δm, δm+x												

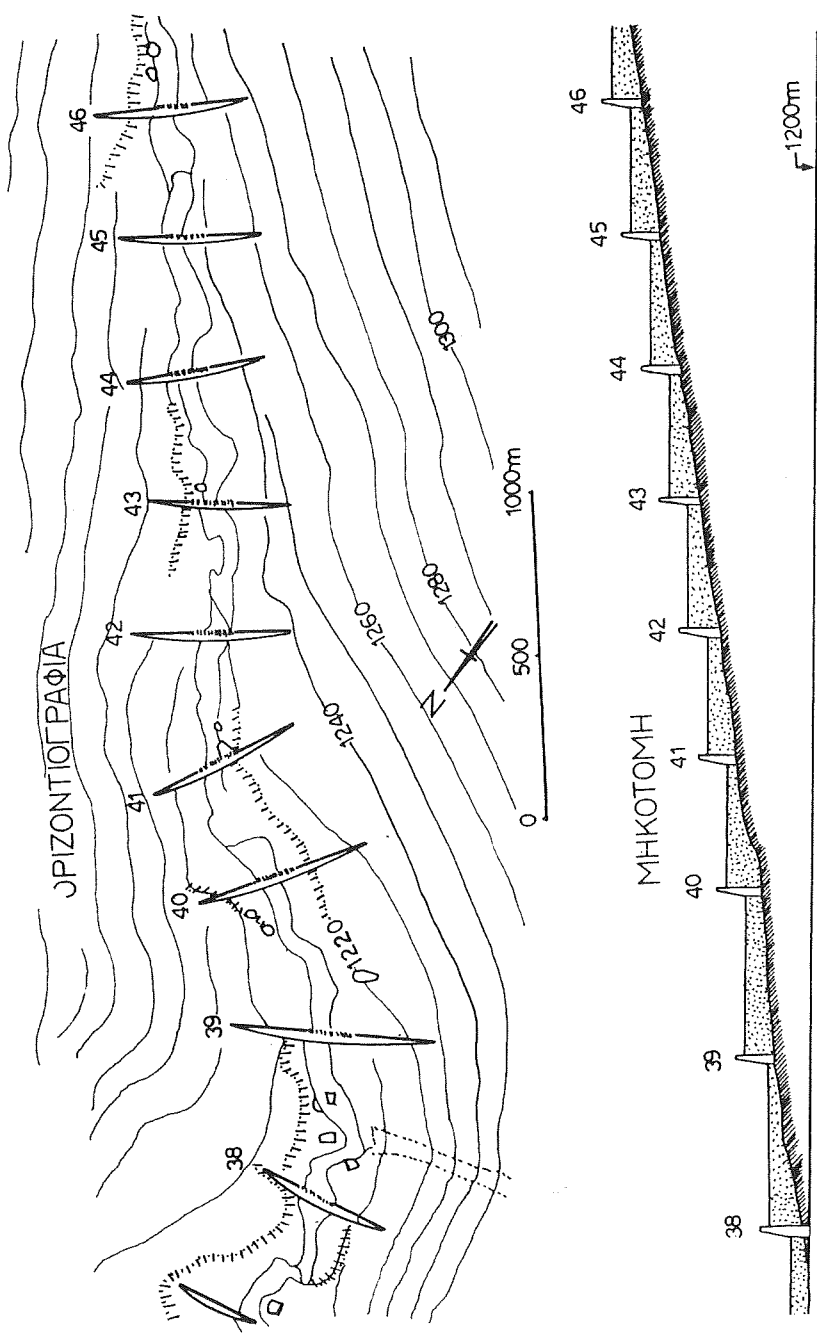
B →



ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:200

ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΕΣ ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100





Κατασκευή σειράς φραγμάτων σε κοιτή για την επίτευξη της κλίσης αντιστάθμησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ – ΕΛΕΓΧΟΣ

ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΩΝ

ΕΡΓΩΝ

3.1. Αποτροπή αξονικής διάβρωσης με βαθμίδωση της κοίτης (φράγματα στερέωσης της κοίτης)

Υπολογισμός του ύψους των φραγμάτων

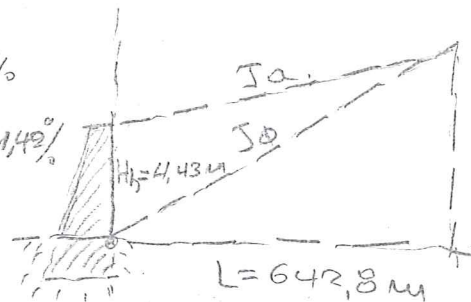
$$H_h = L \cdot \frac{J_\phi - J_\alpha}{100} = 642,8 \cdot \frac{2,11 - 1,42}{100} = 4,43 \text{ m}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1^ο

όπου: J_ϕ : η φυσική κλίση (%) $\rightarrow 2,11\%$

J_α : η κλίση αντιστάθμισης (%) $\rightarrow 1,42\%$

L : η απόσταση (m) 642,8 m

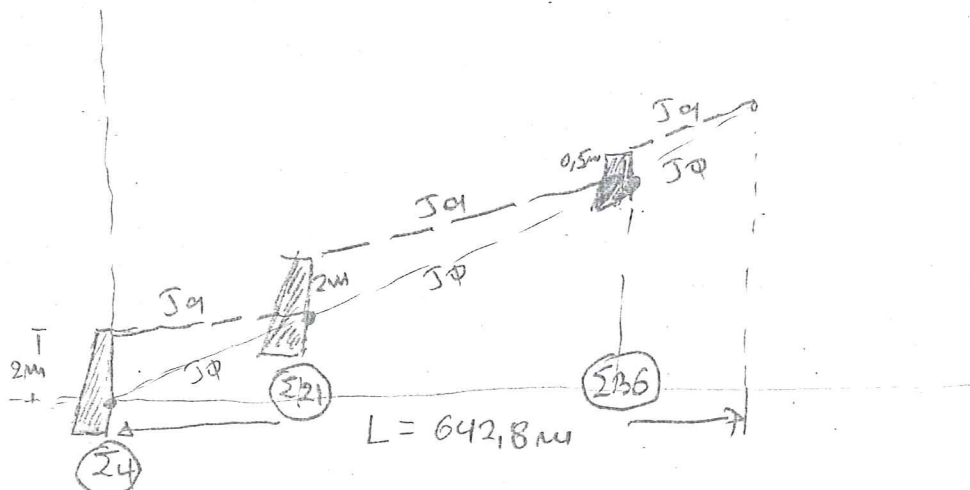


Προτείνονται 3 φράγματα:

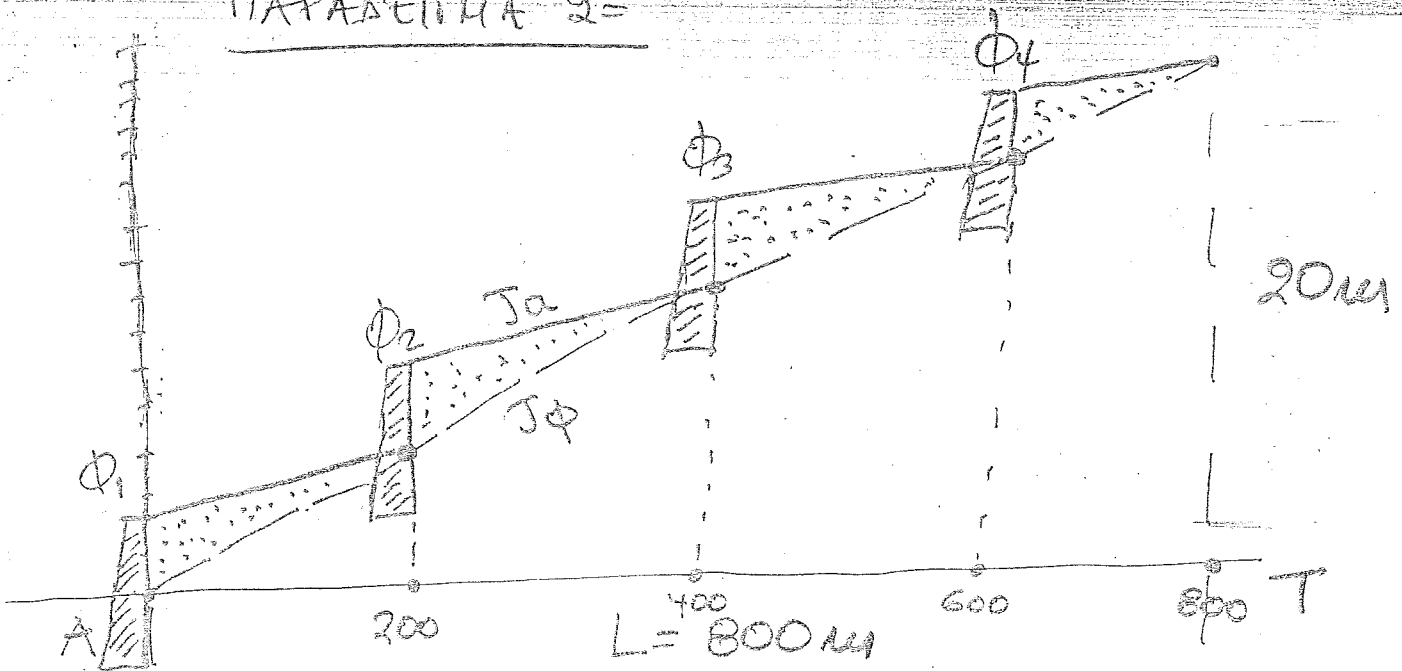
1^ο φράγμα $H_h = 2 \text{ m}$ στη θέση Σ_4

2^ο φράγμα $H_h = 2 \text{ m}$ στη θέση Σ_{21}

3^ο φράγμα $H_h = 0,5 \text{ m}$ στη θέση Σ_{36}



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2^ο



800m 20m

100m ; $x = 3\% \rightarrow \Delta\phi = 3\%$

$\Delta\phi_0 = 1\%$

$$H = \frac{\Delta\phi - \Delta\phi_0}{100} \cdot L = \frac{3 - 1}{100} \cdot 800 = 2 \cdot 8 = 16 \text{ m}$$

μ αρ. φαστ.

1 x 16 = 16 m

2 x 8 = 16 m

4 x 4 = 16 m

ΜΗΚΟΣ ΤΟ ΜΗ

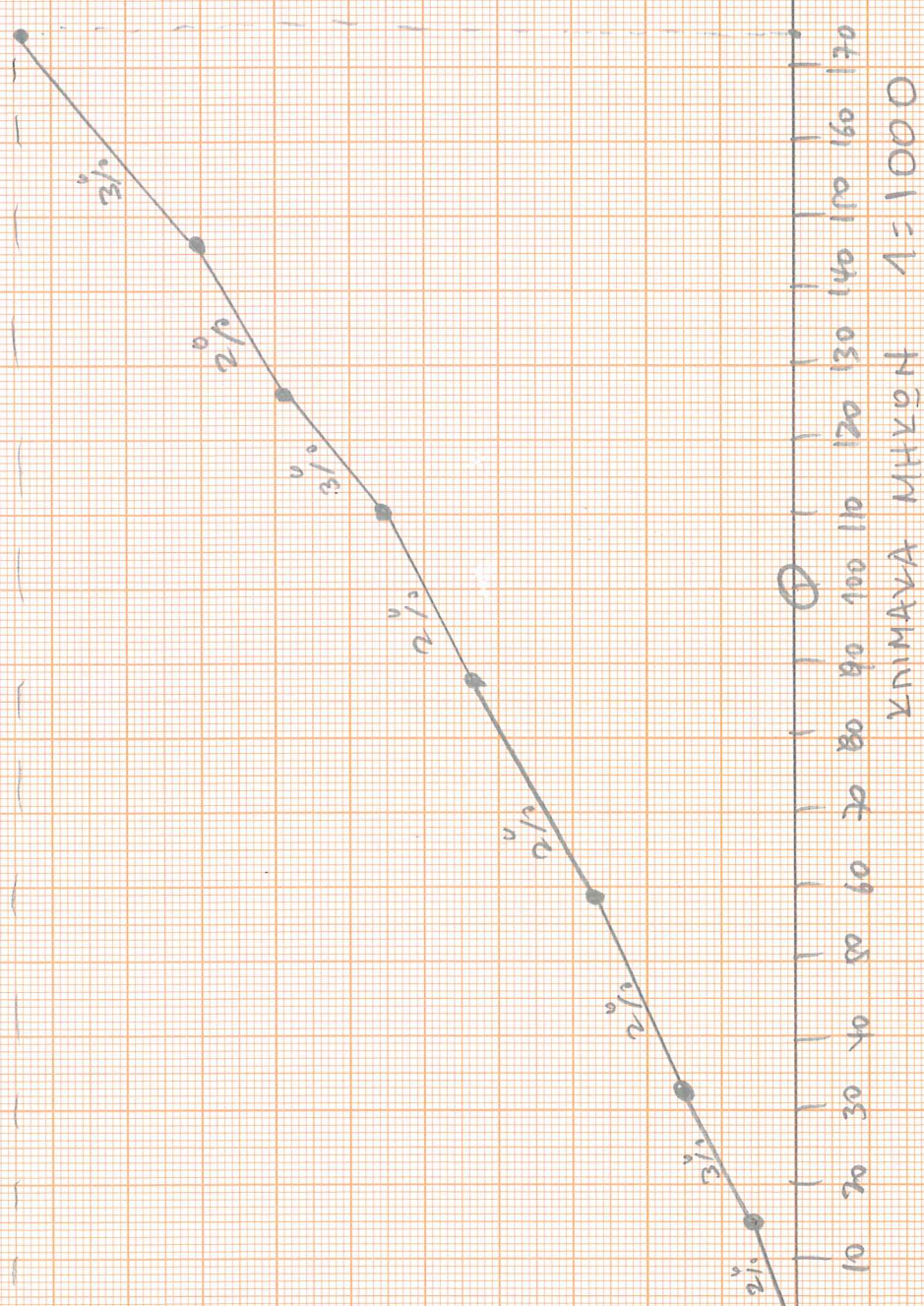
ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ

(cm)

ΚΙΝΗΤΑ ΧΡΩΜΑ 1:100

75

$\Sigma \phi = 35\%$
 $L = 175 \text{ cm}$
 Σa_1
 Από τήνου
 $\Sigma a = 1,5\%$



⊙

ΚΙΝΗΤΑ ΜΗΚΩΝ 1:1000

(cm)

Микрофит

ОХИ ОХОЛОНГОРФИТ

220M

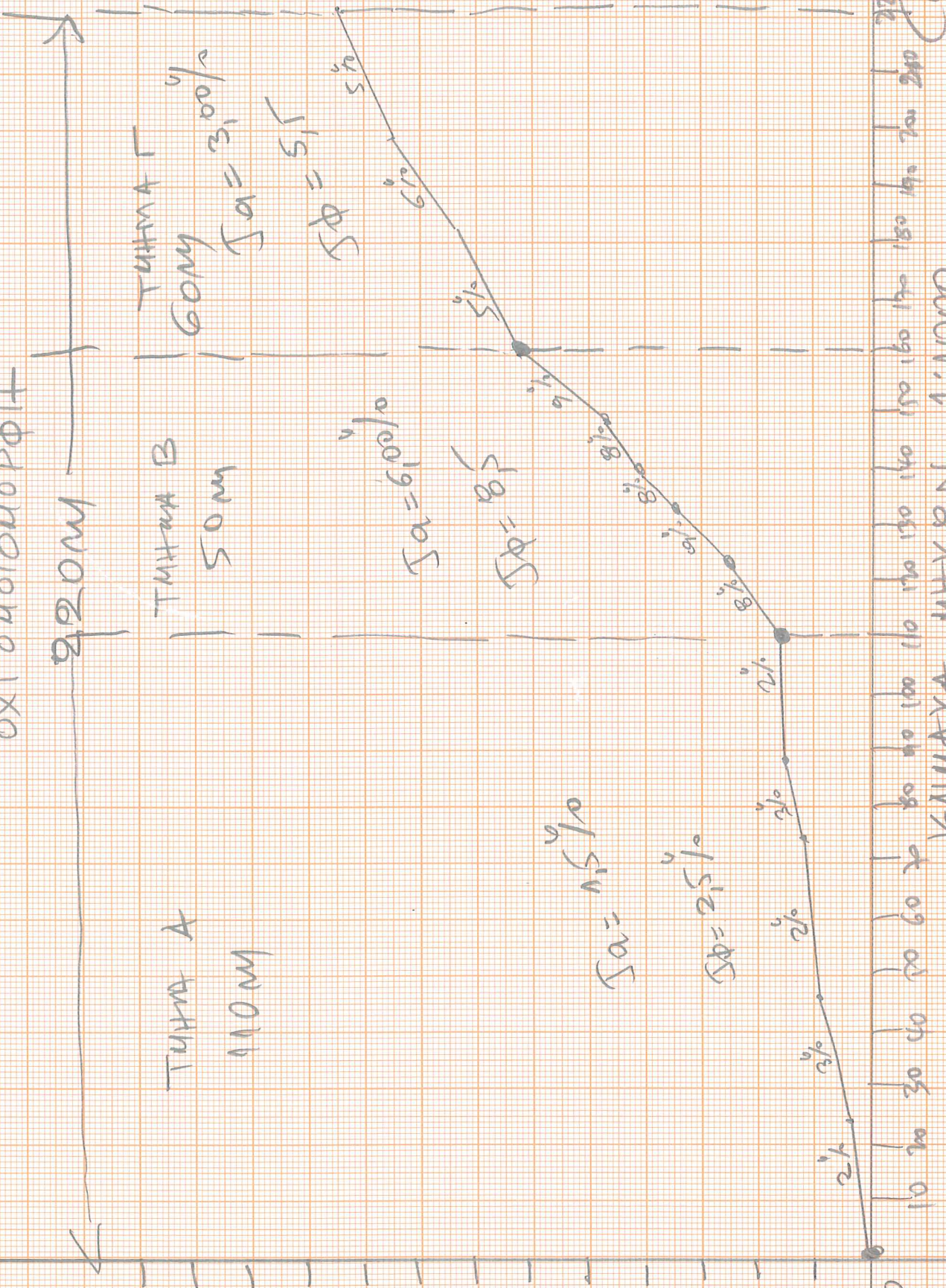
Түгнэ А
110M

Түгнэ Б
50M

Түгнэ Г
60M
 $I_a = 3,00\%$

Климат үеэн 1:100

(M)



(M)

200 180 160 140 120

00011

НЭГЭН

УРХИЙН

ХАЙГАХА

МТХЭН

1:1000



$J\phi$ = φυσική κλίση
 $J\alpha$ = κλίση αντιτορ-
 σής
 J_0 = κλίση λοφο-
 πιας

$J\phi$ είναι πάντοτε
 μεγαλύτερη από την
 $J\alpha$
 Γων $J\phi = J\alpha$
 ΔΕΝ χρειάζεται
 Διευθύνση.

$$H = \frac{J\phi - J\alpha}{100} \cdot L \quad H = \frac{4 - 2}{100} \cdot 500 = 10 \text{ m.}$$

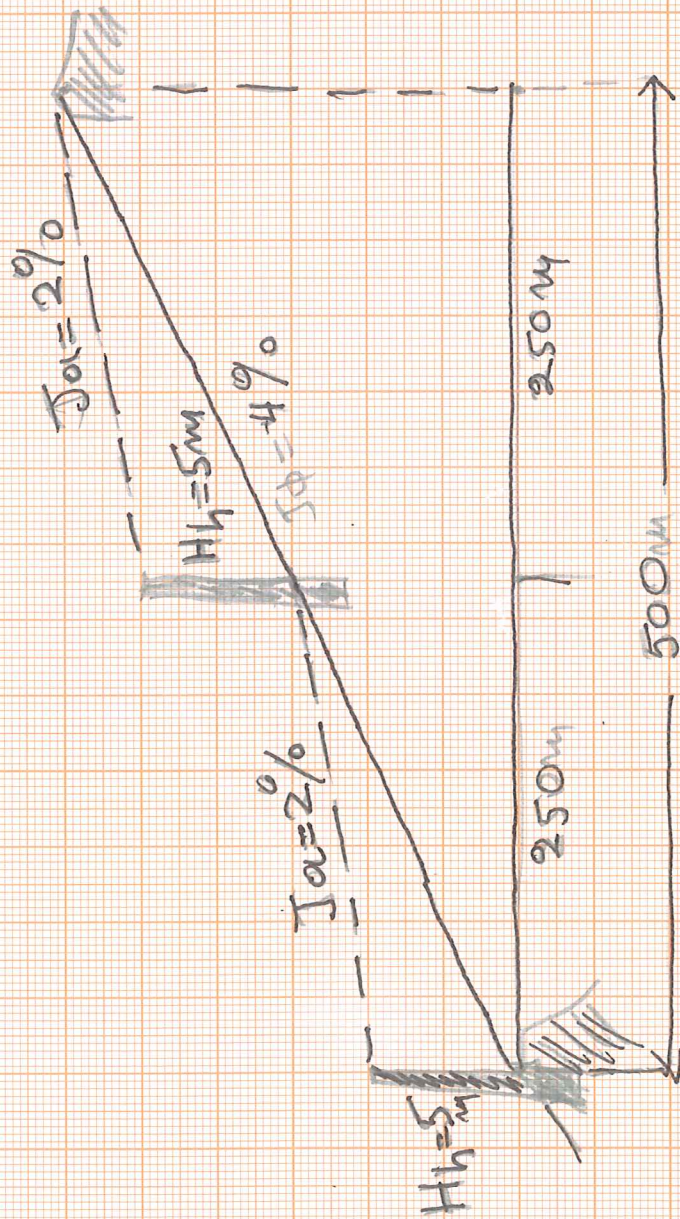
$A_{\text{εα}} H = 10 \text{ m φέρμα}$

$J\phi = 4.0\%$
 $J\alpha = 2.0\%$
 $L = 500 \text{ m}$

Συνολικό ύψος $H = 10\text{m}$

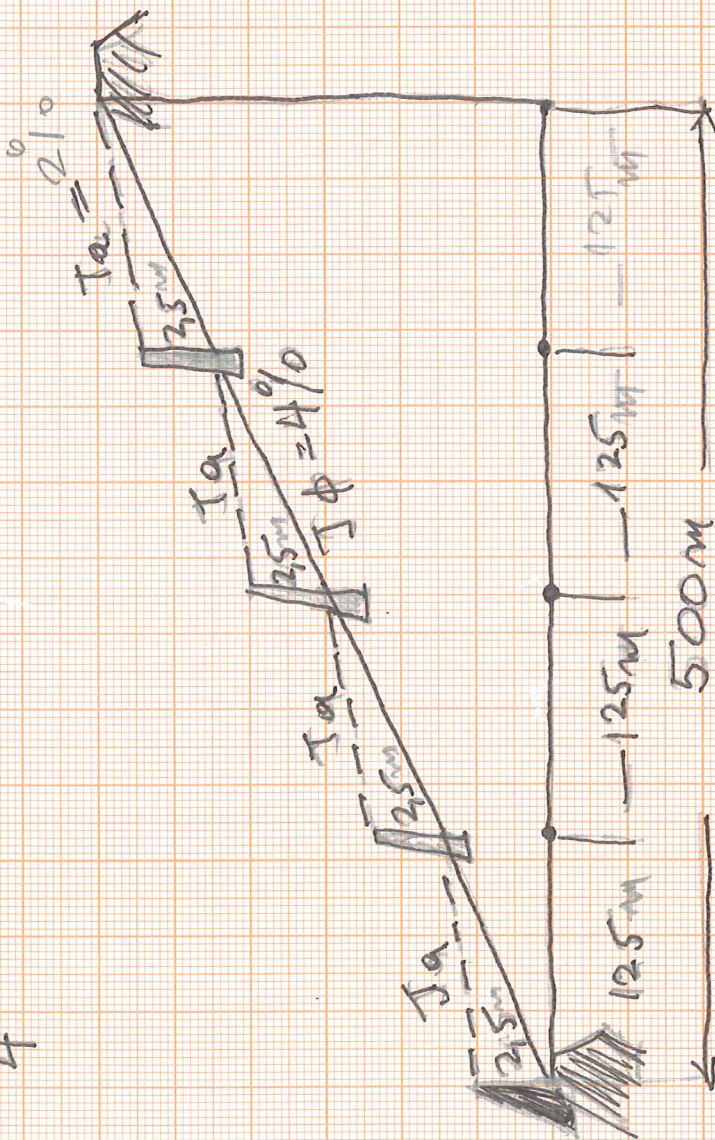
Αριθμός φεράστιατων $m = 2$

$$\frac{H}{2} = \frac{10}{2} = 5\text{m ύψος κάθε φεράστια (Hh)}$$



Συνολικό ύψος $H = 10\text{m}$
 Αριθμός φεγγιμάτων $n = 4$

$$\frac{H}{4} = \frac{10}{4} = 2,5\text{m} \text{ ύψος κάθε φεγγιματος } H_k = 2,5\text{m}$$



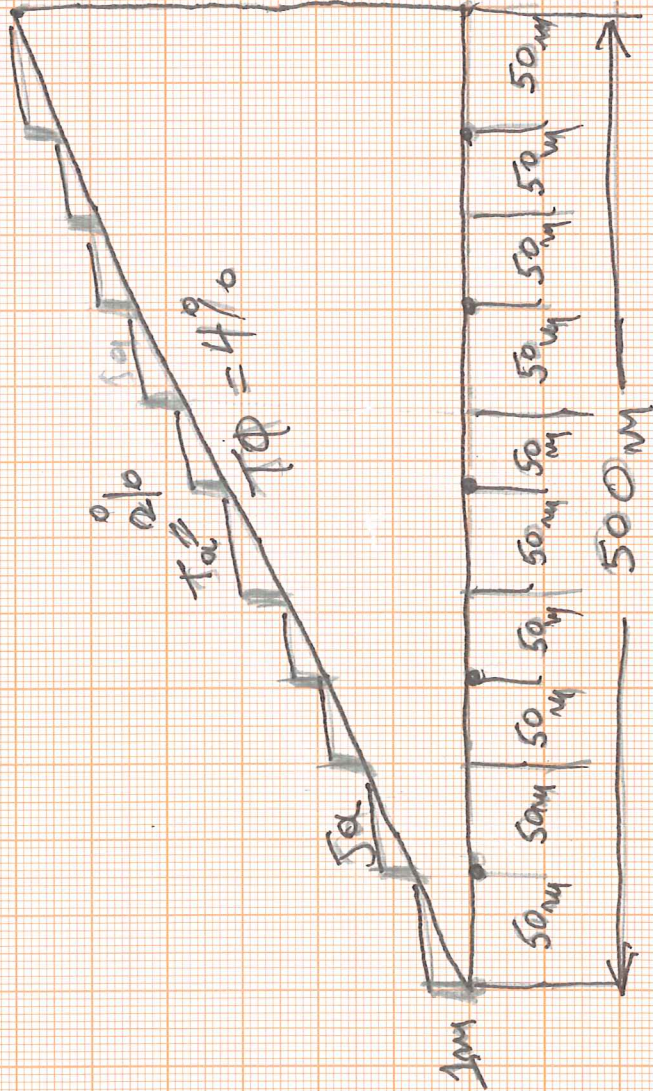
Σ υψομέτρων υψος $H=10m$.

Αριθμός φρεσών $N=10$

$$\frac{H}{10} = \frac{1}{10}$$

1m ύψος κάθε φρεσής

$$H_f = 10m$$



$$H_h = 3 \text{ m}$$

$$H = \frac{J\phi \cdot J\alpha \cdot L}{100}$$

$$3 = \frac{2}{100} \cdot L$$

$$3 = 0,02 \cdot L$$

$$L = \frac{3}{0,02} = 150 \text{ m}$$

$$H_h = 2 \text{ m}$$

$$H = \frac{J\phi \cdot J\alpha \cdot L}{100}$$

$$2 = \frac{2}{100} \cdot L$$

$$2 = 0,02 \cdot L$$

$$L = \frac{2}{0,02} = 100 \text{ m}$$

$$J\alpha = 2\%$$

$$J\phi = 4\%$$

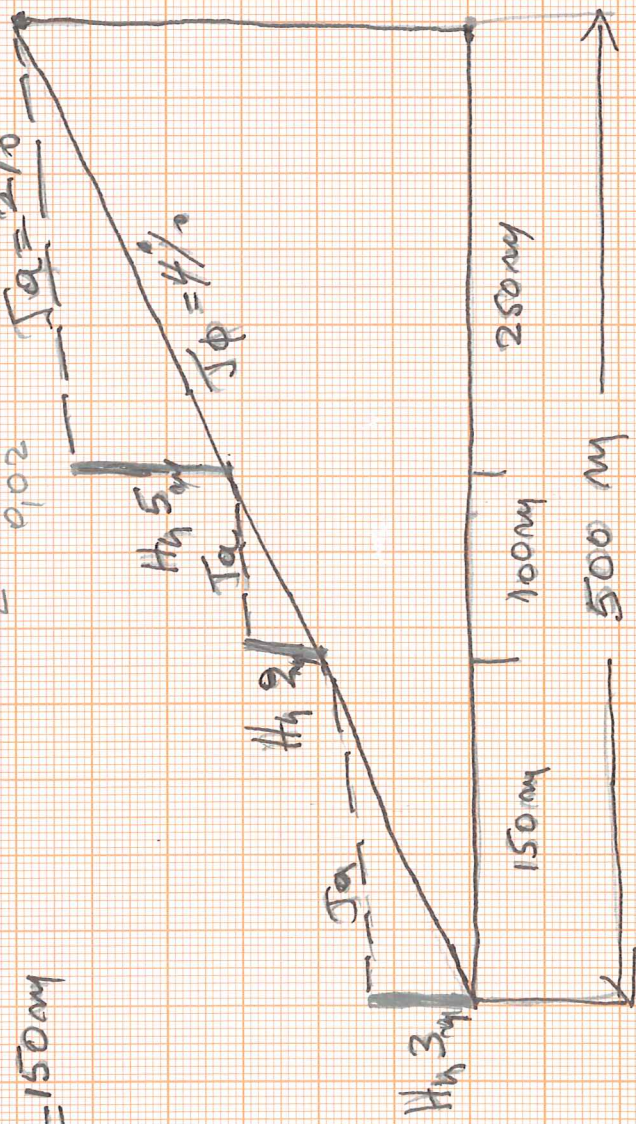
$$H_h = 5 \text{ m}$$

$$H = \frac{J\phi \cdot J\alpha \cdot L}{100}$$

$$5 = \frac{5}{100} \cdot L$$

$$5 = 0,02 \cdot L$$

$$L = \frac{5}{0,02} = 250 \text{ m}$$





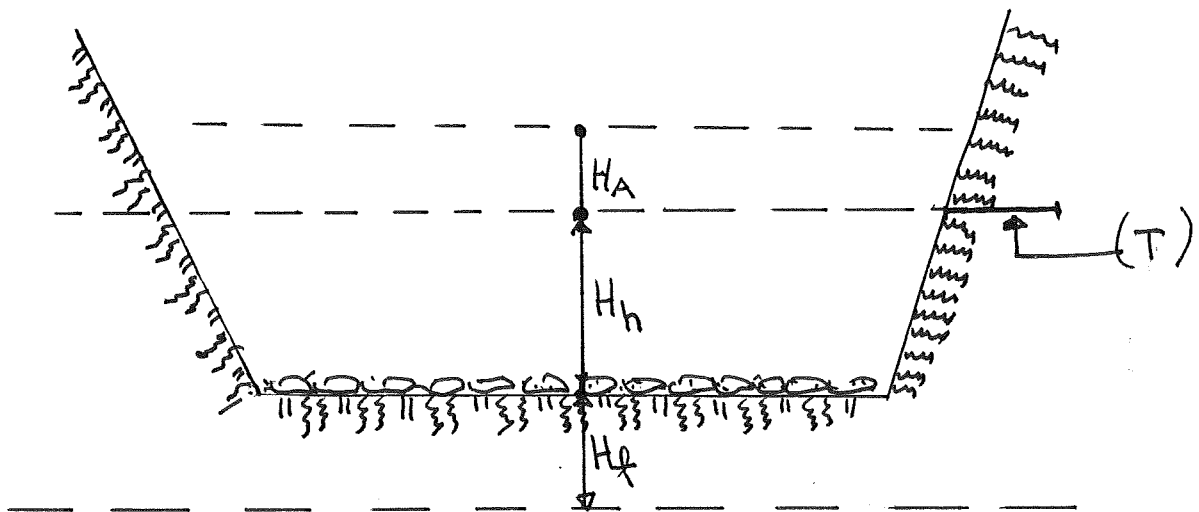
**ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΒΑΘΜΙΔΩΣΗΣ
ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ**



**ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΒΑΘΜΙΔΩΣΗΣ
ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ**

3.2.Διαστασιολόγηση διάρρου του φράγματος

Σε μια συγκεκριμένη διατομή της κοίτης όπου πρόκειται να κατασκευασθεί φράγμα βάρους (βλ. διατομή παρακάτω σχήματος) γνωρίζουμε τη φύση των πρηνών καθώς επίσης και τις



χαρακτηριστικές διαμέτρους της θέσης αυτής \bar{d} , d_m , d_{max}

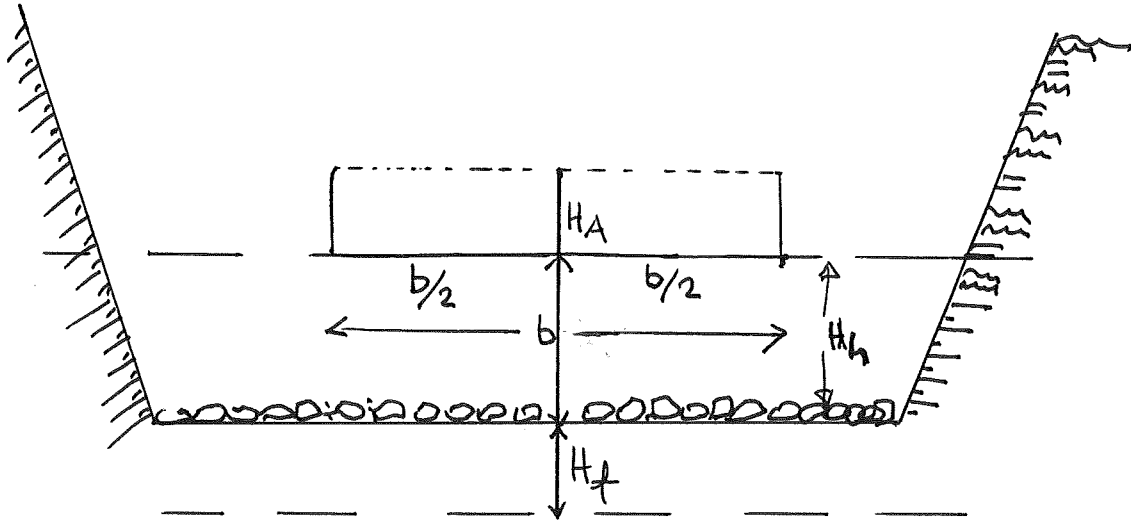
Γνωρίζουμε το υπέργειο ύψος του φράγματος $H_h = 2,0$ m

- Πρέπει να υπολογίσω τις διαστάσεις του διάρρου του φράγματος, (ύψος διάρρου H_A , πλάτος διάρρου b)

Μορφή διάρρου ορθογωνική την οποία στη συνέχεια μετατρέπω σε τραπεζοειδή.

- Στη συνέχεια πρέπει να υπολογίσω το βάθος των θεμελίων στη κοίτη H_f καθώς επίσης τη θεμελίωση των πτερυγίων του φράγματος στα πρηνά (T).

Διαστασιολόγηση διάρρου του φράγματος



H_A = ύψος διάρρου (m)

H_h = υπέργειο ύψος φράγματος (m)

H_f = βάθος θεμελίωσης (m)

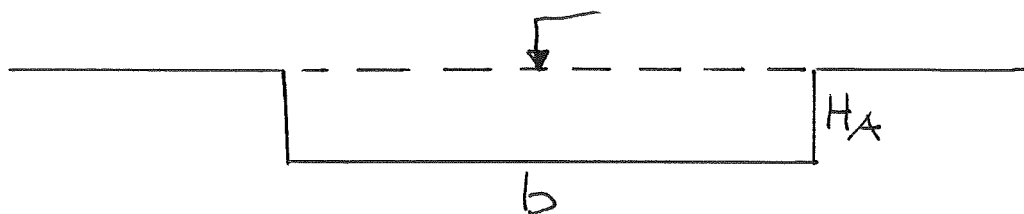
ο τύπος που μου δίνει τις διαστάσεις του διάρρου είναι

$$Q_{\max} = 1,90 \cdot H_A^{3/2} \cdot b$$

όπου Q_{\max} = μέγιστη αναμενόμενη υδατοστερεοπαροχή που αναμένεται να εμφανισθεί στη συγκεκριμένη διατομή ($Q_{\max 100} + G_{\max 100}$) (m^3/sec)

b = το πλάτος της διάρρου σε m

H_A = το ύψος της διάρρου σε m



Επιλύουμε τον παραπάνω τύπο ως προς H_A .

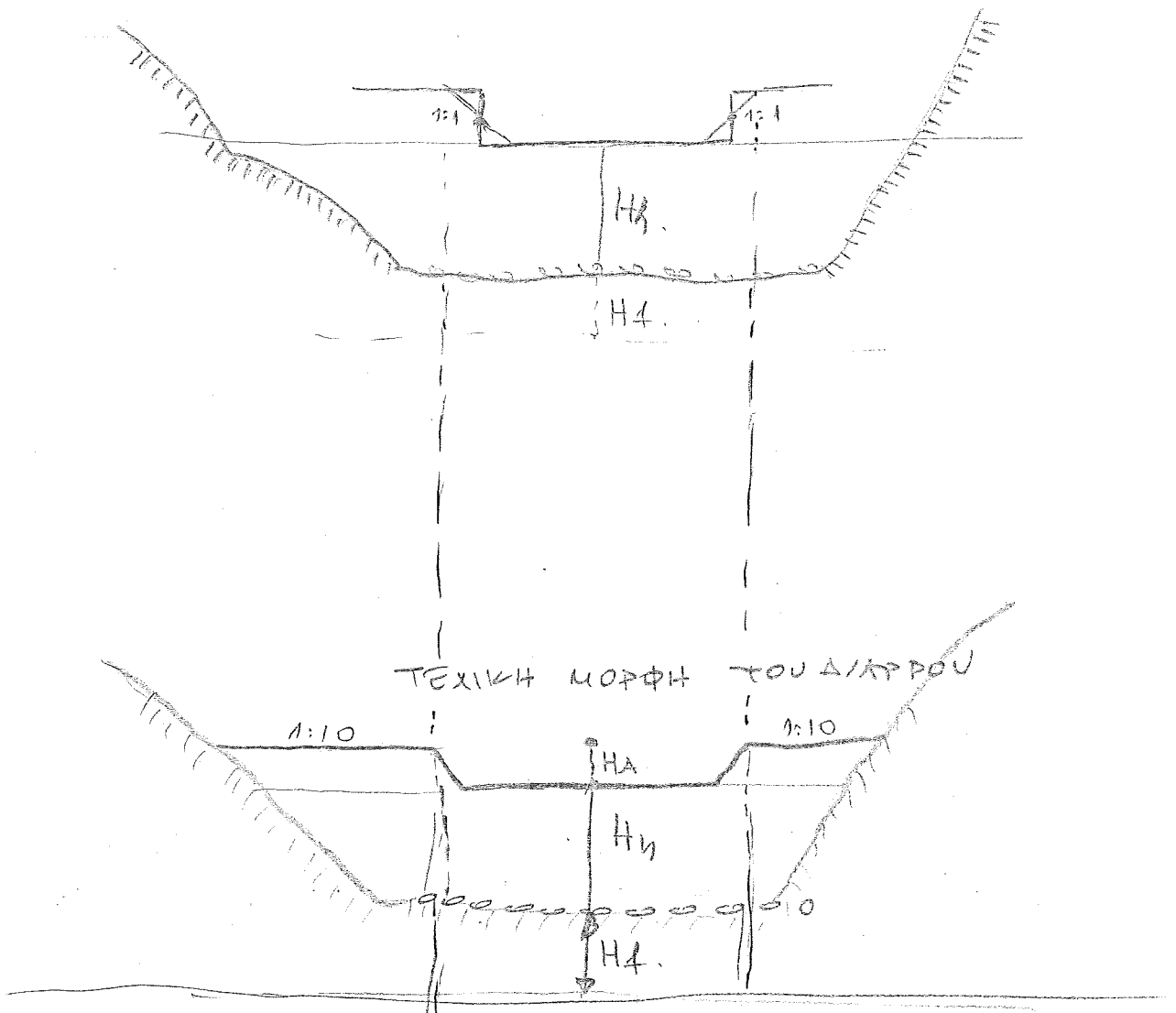
$$H_A = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_{\max}}{1,90 \cdot b}\right)^2} \quad \text{ή}$$

$$H_A = \left(\frac{Q_{\max}}{1,90 \cdot b}\right)^{2/3}$$

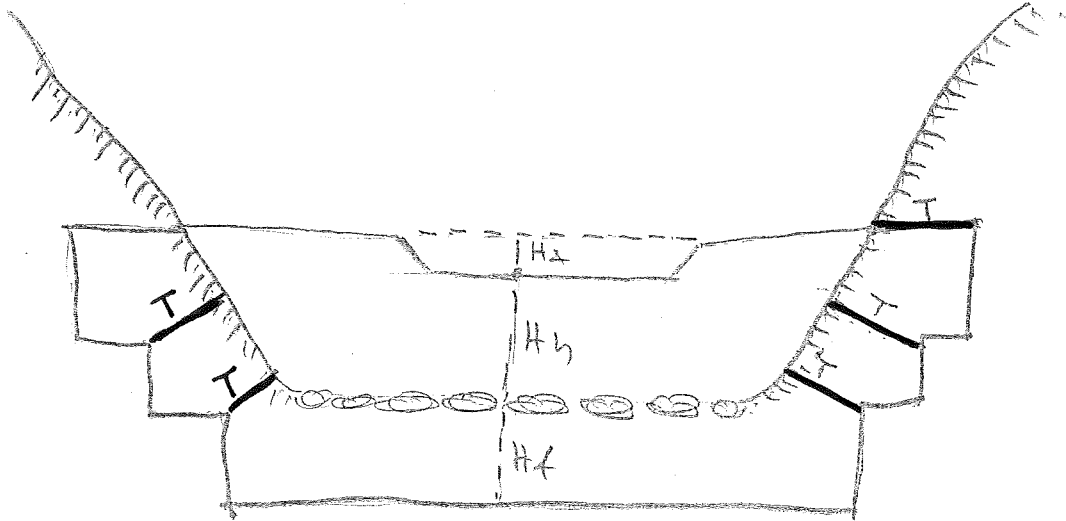
Η εφαρμογή του παραπάνω τύπου γίνεται ως εξής : Η μέγιστη αναμενόμενη υδατοστεροπαροχή είναι γνωστή $Q_{\max} = Q_{\max} + G_{\max}$ σε m^3/sec .

**** Επιλογή του πλάτους b** Στη διατομή του προηγούμενου σχήματος διαστασιολόγησης του διάρρου του φράγματος σχεδιάζουμε το ύψος του φράγματος H_h (από το βαθύτερο σημείο της κοίτης), από το σημείο αυτό φέρουμε μια ευθεία παράλληλη προς την κοίτη της διατομής . Επί της ευθείας αυτής θα καθορίσουμε το πλάτος του διάρρου b με κριτήριο το νερό το οποίο θα διέρχεται μέσα από αυτόν να μη διαβρώνει τα πρανή της κοίτης.

Κατά την επιλογή του πλάτους b θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι ο ορθογωνικός διάρρος θα μετατραπεί στη συνέχεια σε τραπεζοειδή.



3.3 Θεμελίωση στα πρανή

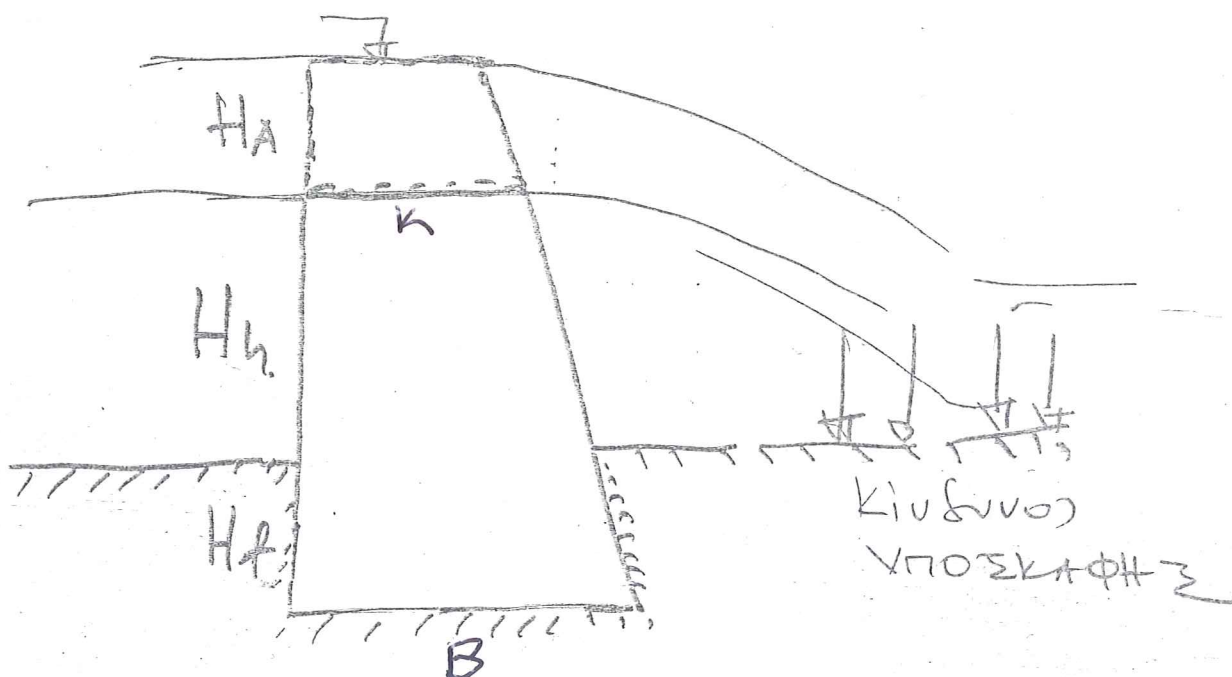


Η θεμελίωση στα πρανή (T) εξαρτάται από τη φύση τους :

- Σε βράχο θεμελιώνουμε στα 0,5-1,0 m
- Σε ημίβραχο θεμελιώνουμε στα 1,0-2,0 m
- Σε γεώδη διατομή θεμελιώνουμε στα 2,0-3,0 m

3.4. Θεμελίωση στη βάση του φράγματος(υποσκαφή)

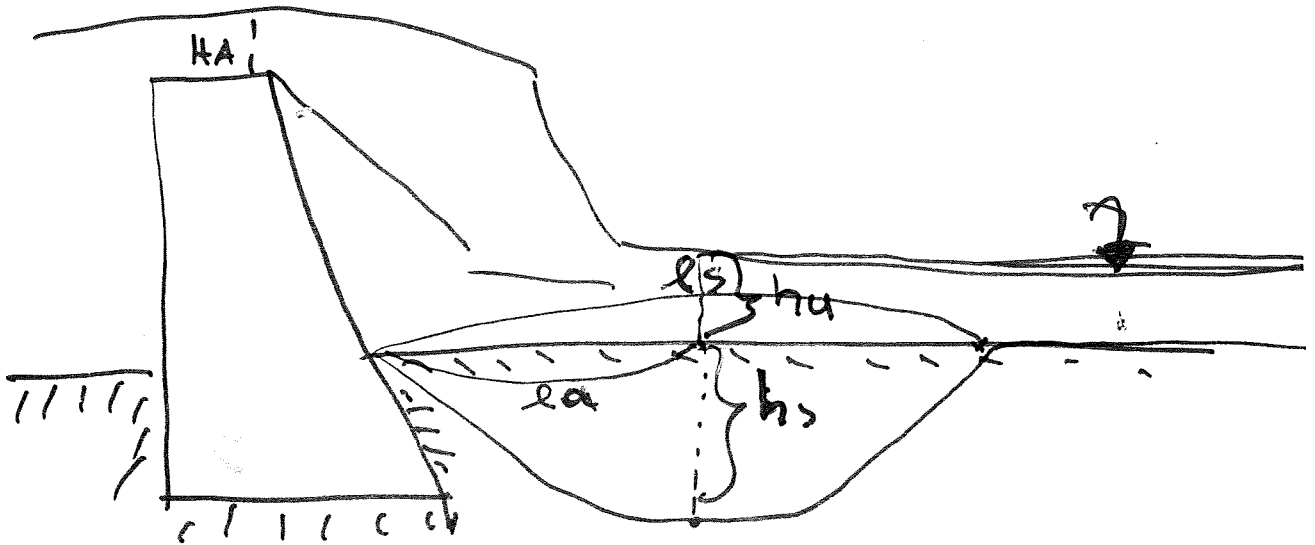
Ο μεγαλύτερος κίνδυνος των φραγμάτων που κατασκευάζουμε κατά τις ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΕΙΣ ΟΡΕΙΝΩΝ ΥΔΑΤΩΝ είναι η καταστροφή τους λόγω της υποσκαφής που πραγματοποιείται κατά την πρόσκρουση του υδάτινου κορμού στο κάτω μέρος του φράγματος.



Πρέπει λοιπόν στη συγκεκριμένη διατομή της κοίτης να υπολογίσουμε τη μέγιστη αναμενόμενη υποσκαφή και στη συνέχεια να θεμελιώσουμε το φράγμα βαθύτερα από αυτήν, ανάλογα με τη ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ

- Σε βραχώδες κοίτες θεμελίωση 0,5-1,0 m
- Σε ημιβραχώδες κοίτες θεμελίωση 1,0 m βαθύτερα από την αναμενόμενη υποσκαφή .

Στη συνέχεια δίνονται οι τύποι προσδιορισμού της υποσκαφής (Μέθοδος Κωτούλα)



Ο υδάτινος κορμός που διέρχεται από τον διάρρου προσκρούει στο έδαφος και αρχίζει το φαινόμενο της υποσκαφής ενώ παράλληλα απορρέει προς τα κατάντη με ύψος h_u . Η εκσκαφή του εδάφους είναι το μέγεθος h_s . Τα δυο μεγέθη μαζί h_u και h_s τα συμβολίζω με S_0 ,

δηλαδή

$$S_0 = h_u + h_s$$

ο τύπος ο οποίος μου δίνει το S_0 είναι :

$$S_0 = W_s \cdot \frac{H^{0,35} \cdot Q^{0,70}}{d_{50}^{0,4}}$$

όπου W_s : συντελεστής ανάλογα με το αν το φράγμα λειτουργεί ως ελεύθερος ή βεβυθισμένος εκχειλιστής.

Για ελεύθερο εκχειλιστή $H_h > 2,0 \text{ m}$ $W_s = 0,78$

Για βεβυθισμένο εκχειλιστή $H_h < 2,0 \text{ m}$ $W_s = 0,70$

οι υπόλοιποι παράγοντες του τύπου είναι "

H_h = ύψος πτώσης του υδάτινου κορμού. Δηλαδή το υπέργειο (υδρονομικό) ύψος του φράγματος σε (m)

q = η ειδική παροχή η οποία προκύπτει από τον τύπο $q = \frac{Q_{max}}{b}$

όπου q = ειδική παροχή ($m^3 / sec \cdot m$)

Q_{max} = η μέγιστη παροχή εκατονταετίας

b = το πλάτος του διάρρου (m)

d_{90} = για τις ελληνικές συνθήκες $d_{90} = \bar{d}$

Στη συνέχεια υπολογίζω το h_u .

$$h_u = 3/2 \cdot \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad (m)$$

όπου q = η ειδική παροχή όπως παραπάνω

g = η επιτάχυνση της βαρύτητας $9,81 \frac{m}{sec^2}$

Έχω λοιπόν υπολογίσει το S_o (m) και το h_u (m). Από τον τύπο $S_o = h_u + h_s$ βρίσκω το μέγεθος h_s της υποσκαφής .

$$h_s = S_o - h_u$$

** Επειδή η μέγιστη πλημμυρική παροχή της εκατονταετίας $Q_{max(100)}$ διέρχεται από το διάρρου για περιορισμένο χρόνο (σε αντίθεση με τα εργαστηριακά πειράματα εξαγωγής των τύπων) καθώς επίσης ο υδάτινος κορμός κυρίως για ύψη $H_h > 2,0$ μέτρα (m) διασπάται , εναερώνεται με αποτέλεσμα να μειώνεται η δραστηριότητα του (σε αντίθεση με τα εργαστηριακά πειράματα), η πραγματική μέγιστη υποσκαφή που μπορεί να δημιουργηθεί στη φύση αντιστοιχεί συνήθως στο 70% των τιμών που παρέχουν οι παραπάνω εξισώσεις

Άρα :

Αυτό που υπολογίζουμε από τον τύπο

$$h_s = S_o - h_u \text{ (m)}$$

είναι το θεωρητικό βάθος της υποσκαφής

το πραγματικό βάθος της υποσκαφής είναι

$$h_{s \text{ πραγμ.}} = 0,70 * h_s$$

Αφού λοιπόν βρούμε το $h_{s \text{ πραγμ.}}$, για παράδειγμα 1,0 m, θα πρέπει να θεμελιώσουμε βαθύτερα από την υποσκαφή , ανάλογα με το είδος της κοίτης , (γεώδης , ημιβραχώδης, βραχώδης)

Για γεώδη κοίτη βαθύτερα 2,0 m

Για ημιβραχώδη κοίτη βαθύτερα 1,0-2,0 m

Για βραχώδη κοίτη βαθύτερα 0,5-1,0 m

Μέθοδος τεχνητής λιθορριπής
για μείωση του φαινομένου της υποσκαφής

Έστω ότι υπολογίστηκε πραγματική υποσκαφή $h_{s \text{ πραγμ.}} = 3,5 \text{ m}$ άρα θα πρέπει να θεμελιώσω (έστω για ημιβραχώδη κοίτη) → βαθύτερα (κατά 1,5m) δηλαδή

$$H_f = h_{s \text{ πραγμ.}} + 1,5 \text{ m}$$

$$H_f = 3,5 + 1,5 = 5,5 \text{ m}$$

Τα 5,0 m βάθος θεμελίωσης είναι αντιοικονομικό σε συνάρτηση πάντα με το υδρονομικό ύψος του φράγματος H_h .

Για την αντιμετώπιση του παραπάνω προβλήματος ο Κωτούλας προτείνει τη τοποθέτηση τεχνητής λιθορριπής στα κατάντη του φράγματος (βλέπε σχήμα επόμενης σελίδας) κατάλληλων διαστάσεων d_{\min}

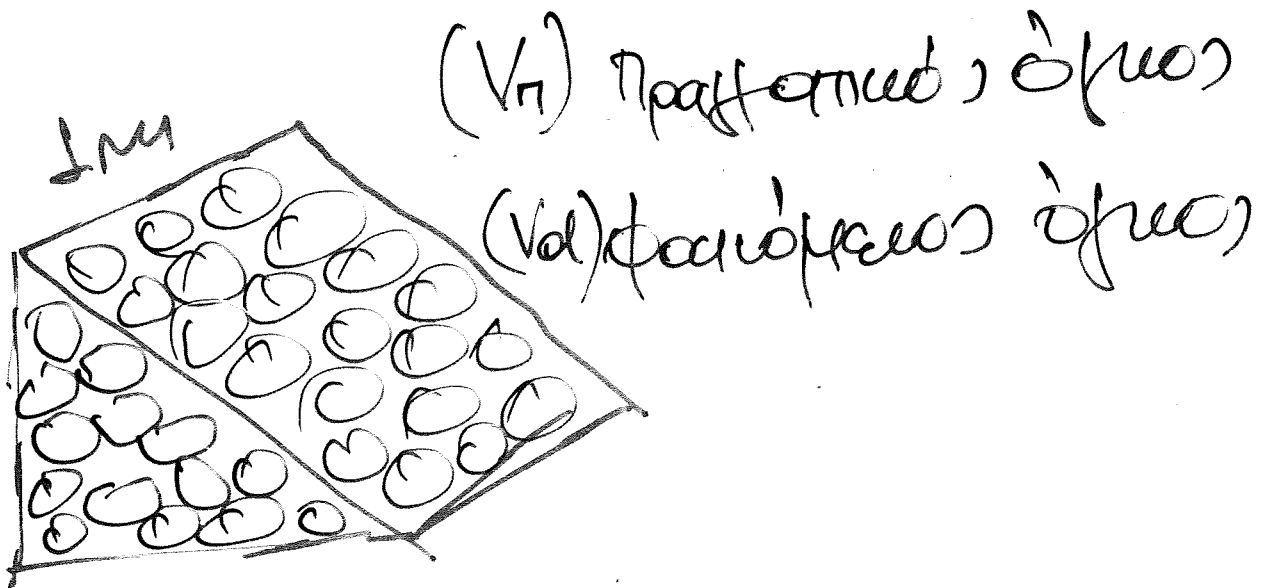
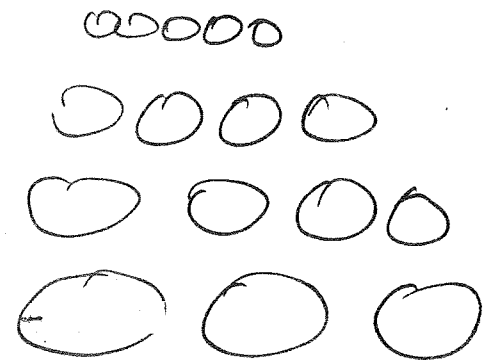
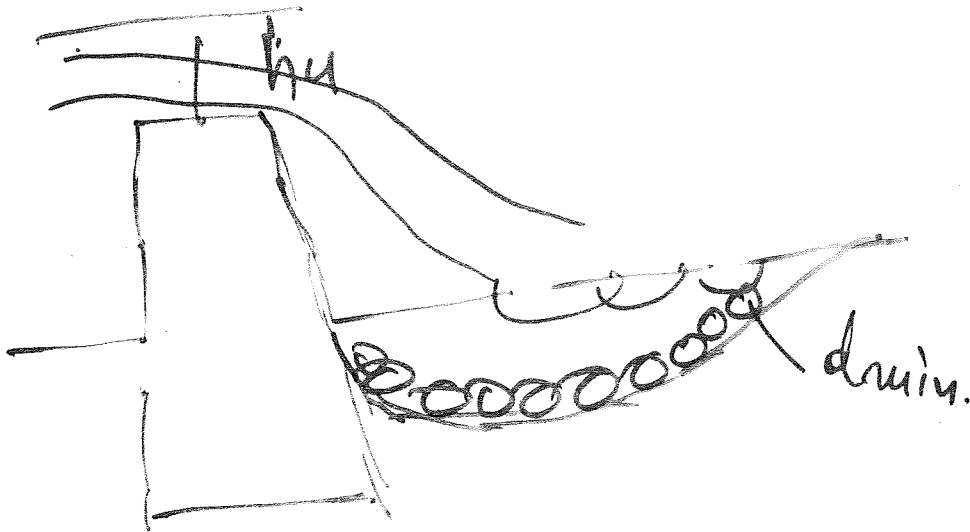
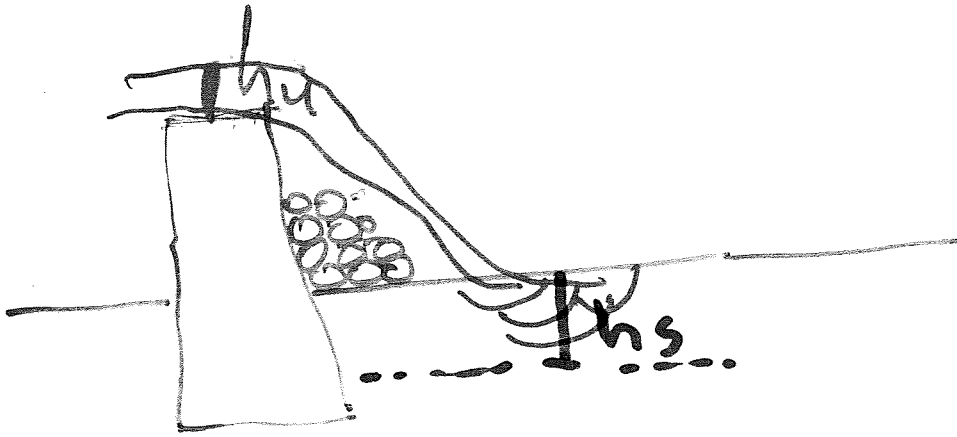
Ο τύπος που δίνει την ελάχιστη διάσταση των λιθαριών της λιθορριπής για τη συγκεκριμένη θέση είναι :

$$d_{\min}^{0,4} = W_\lambda * \frac{H_h^{0,35} * q^{0,7}}{h_s + h_u} \text{ (m)}$$

όπου W_λ = συντελεστής (όπως και για τον τύπο του S_o),

Βεβυθ. Εκχειλιστή $H_h < 2,0 \text{ m}$ $W_\lambda = 0,48$

Ελευθ. εκχειλιστή $H_h > 2,0 \text{ m}$ $W_\lambda = 0,53$



Οι υπόλοιποι παράγοντες H_h , q , h_s και h_u όπως και στον τύπο για το S_o .

Επίλυση του τύπου υπολογισμού της ελάχιστης διαμέτρου (d_{min}) της λιθορριπής

- Διαπιστώνουμε στο προηγούμενο παράδειγμα μας ότι το βάθος των θεμελίων που προέκυψε $H_f = 5.0$ m είναι αντισυμβατικό.
- Στη συγκεκριμένη θέση το h_u είναι γνωστό και μπορεί να υπολογισθεί

$$h_u = 3/2 * \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \text{ (m)}$$

- Οι διαστάσεις των λιθαριών d_{min} προκύπτουν όπως είπαμε από την επίλυση του τύπου

$$d_{min}^0 = W_\lambda * \frac{H_h^{0,35} * q^{0,7}}{h_s + h_u}$$

- Στον παραπάνω τύπο του παράγοντα h_s (πόσο θα του επιτρέψω να υποσκάπτει) το τοποθετώ εγώ, έστω $h_s = 1.0$ m
- Με την επίλυση του τύπου βρίσκω τις διαστάσεις των λιθαριών που θα τοποθετηθούν κατόπιν του φράγματος (βλέπε σχήμα) έτσι ώστε η υποσκαφή να περιοριστεί σε $h_s = 1.0$ m

Σελ. 95

Για ημιβραχώδη κοίτη πρέπει να θεμελιώσω 1,5 m βαθύτερα από την υποσκαφή

Άρα

$$H_f = h_s + 1.5$$

Στη συνέχεια υπολογίζω τον όγκο των λιθαριών της λιθορριπής της συγκεκριμένης διάστασης d_{min} ανά τρέχον μέτρο (m^3/m)

Ο τύπος που μου δίνει τον (συμπαγή) όγκο είναι ο εξής :

$$V_d = 0,60 * \frac{H_h^{0,52} * q^{1,04}}{d_{min}^0}$$

Το H_h και q όπως στους προηγούμενους τύπους

Το d_{min} το έχω υπολογίσει

Ο συμπαγής αυτός όγκος εμπεριέχει 30% κενά όταν δημιουργείται με την τοποθέτηση των λιθαριών

Άρα

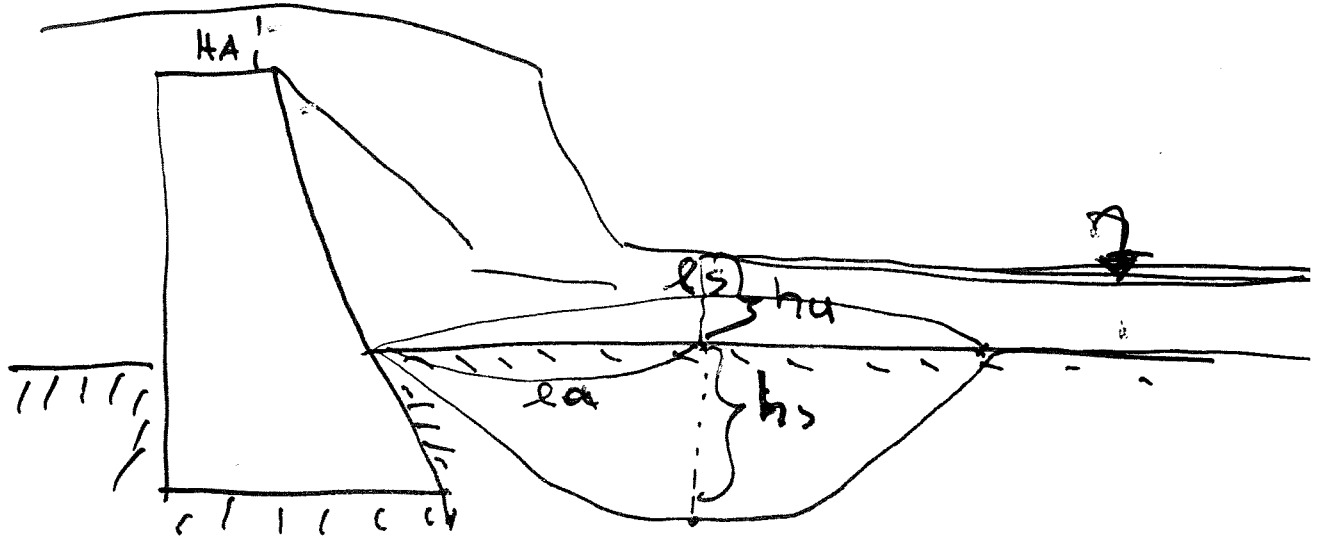
Ο πραγματικός όγκος είναι :

$$V_{\pi} = 0,70 * V_d \text{ (m}^3\text{/m)}$$

Ο συνολικός όγκος της λιθορριπής για πλάτος διάρρου b (m)

$$V = V_{\pi} * b \text{ (m}^3\text{)}$$

Σχεδιασμός της υποσκαφής



Για το σχεδιασμό της υποσκαφής εκτός από τα μεγέθη h_s και h_u που προσδιορίστηκαν ($S_0 = h_s + h_u$) πρέπει να υπολογιστούν πρέπει να υπολογιστούν και τα μεγέθη l_α και l_s

$$l_\alpha = W_s \cdot \frac{H_h^{0,27} \cdot q^{0,54}}{d_{90}^{0,08}}$$

$$H_h > 2 \text{ m} \quad 0.75 \quad \text{το } d_{90} = \bar{d}$$

W_s

$$H_h < 2 \text{ m} \quad 1.44$$

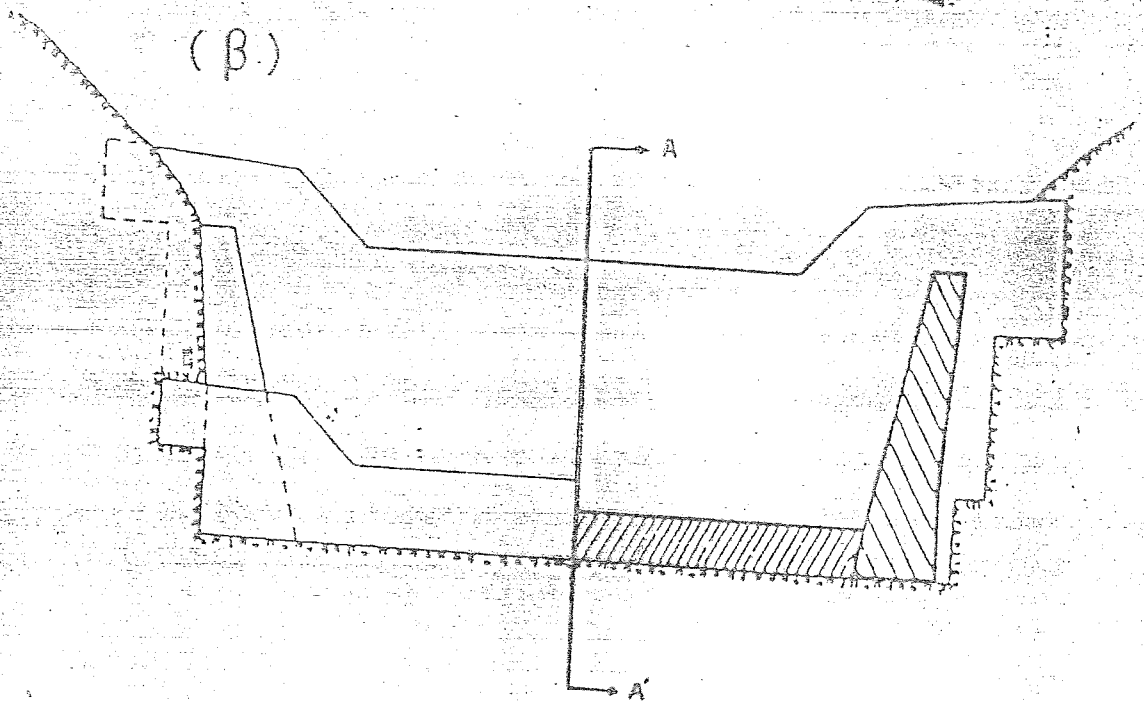
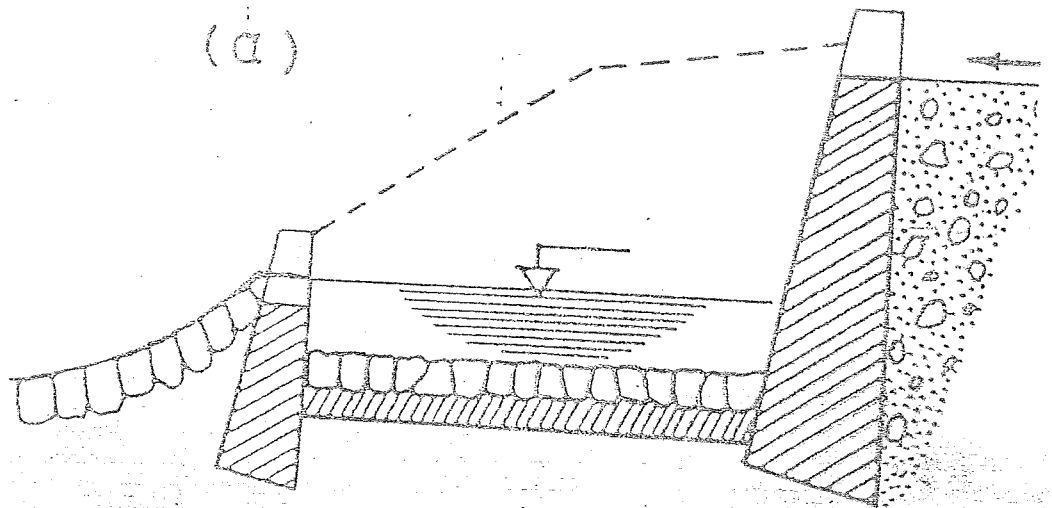
$$l_s = W_s \cdot \frac{H_h^{0,45} \cdot q^{0,8}}{d_{90}^{0,08}}$$

$$H_h > 2 \text{ m} \quad 0.75 \quad \text{το } d_{90} = \bar{d}$$

W_s

$$H_h < 2 \text{ m} \quad 1.44$$

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗΣ ΚΑΙ
ΠΡΟΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΚΑΤΑ ΤΗΣ ΥΠΟΣΚΑΦΗΣ**



**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΤΟΙΧΩΝ
ΓΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ
ΤΩΝ ΠΡΑΝΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΥΔΑΤΙΝΟ
ΚΟΡΜΟ ΤΟΥ ΔΙΑΡΡΟΥ (β)**

3.5. Διαστασιολόγηση-έλεγχος ευστάθειας φράγματος βάρους(παλιά μέθοδος)(Hauska)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΤΗΣ ΣΤΕΨΗΣ (K):

Το πάχος της στέψης δίνεται από το τύπο:

$$K = \frac{\eta \cdot (\Delta_1 + \Delta_2)}{\rho \cdot \gamma_b \cdot h_x}$$

όπου: K = το ζητούμενο πάχος στέψης σε m . Πρέπει $K > 0,80$ m.

η = συντελεστής ασφάλειας 1,4

$$\Delta_1 = \gamma \cdot \left(h_A + \frac{h_x}{2} \right) \cdot h_x$$

$$\Delta_2 = 1,19 \cdot \gamma \cdot E \cdot \frac{u_0^2}{2g}$$

όπου: h_A = ύψος διάρρου (m)

$$h_x = 1\text{m}$$

γ = ειδικό βάρος χειμαρρικού νερού $1,2 \text{ t/m}^3$

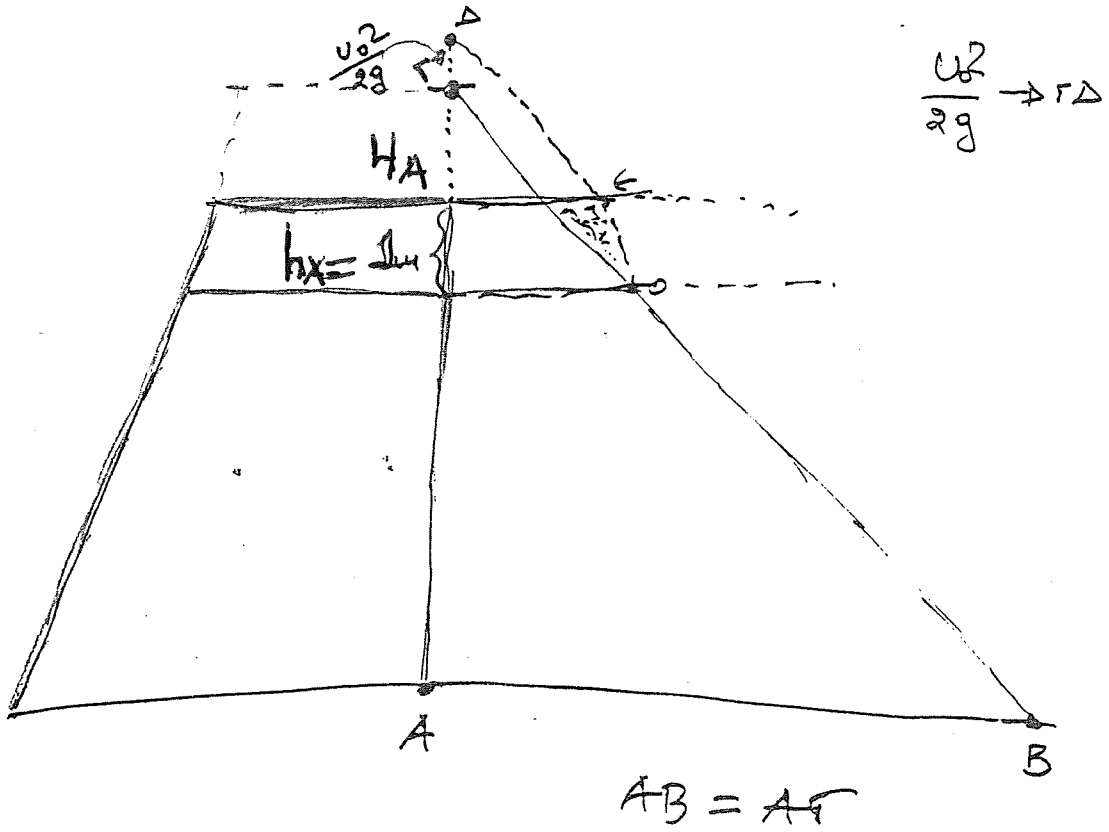
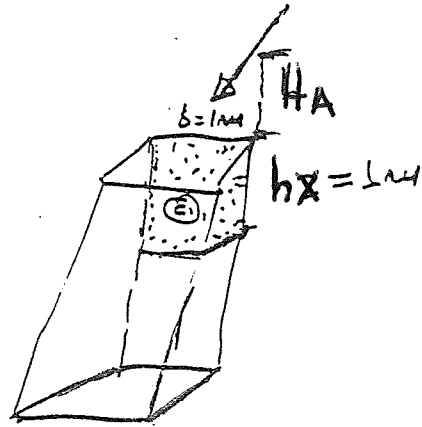
u_0 = μέση ταχύτητα νερού $4,0 \text{ m/sec}$

$$E = \text{κρουόμενη επιφάνεια } h_x \cdot 1\text{m} = 1\text{m} \cdot 1\text{m} = 1\text{m}^2$$

ρ = συντελεστής αντίστασης 0,75

γ_b = ειδικό βάρος λιθοσκυροδέματος $2,4 \text{ t/m}^3$

Σε περίπτωση που το πάχος στέψης(K) μετά τους παραπάνω υπολογισμούς βρεθεί $< 0,80$ m, τότε απορρίπτεται και σωστό θεωρείται το ελάχιστο πάχος από 0,80m έως 1,00 m.

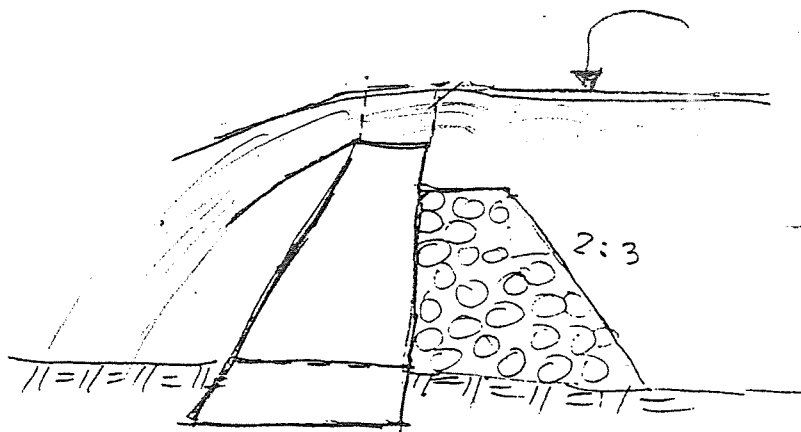


ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΤΗΣ ΒΑΣΕΩΣ (B):

Για τον υπολογισμό του πάχους της βάσης (B) ενός φράγματος πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα εξής:

Πριν από την πρόσχωση που δημιουργείται στα φράγματα, ασκούνται επ' αυτού υδροστατικές πιέσεις. Στη συνέχεια, μετά την πρόσχωση ασκείται επί του φράγματος η ώθηση των υλικών της πρόσχωσης, το μέγεθος της οποίας υπολογίζεται ότι είναι το $1/3$ της ασκούμενης υδροστατικής πίεσης.

Με τα δεδομένα αυτά επικρατούσε η άποψη, ότι τα φράγματα πρέπει να υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη την υδροστατική πίεση. Αυτό όμως οδηγούσε σε ογκώδεις, αντισυμβαλλόμενες κατασκευές. Γιαυτό κατασκευάζονται συνήθως φράγματα, τα οποία προσχώνονται τεχνητά και έτσι μειώνεται η διαφορά μεταξύ της υδροστατικής πίεσης και της ώθησης των γαιών. Μ' αυτό τον τρόπο πετυχαίνουμε κατασκευές με μικρότερες διαστάσεις, λιγότερα υλικά και δαπάνες.



Πρόσφατες έρευνες απέδειξαν, ότι δια μέσου των προσχώσεων ασκείται και υδροστατική πίεση, πέρα από την ώθηση των γαιών, η οποία αντιστοιχεί στα 2/3 της πλήρους υδροστατικής πίεσης πριν την πρόσχωση του φράγματος. Κατά συνέπεια, τόσο πριν , όσο και μετά την πρόσχωση του φράγματος ασκείται πάνω σ' αυτό πίεση ίση προς την πλήρη υδροστατική πίεση που δέχεται το φράγμα.

Επειδή, ο υπολογισμός της βάσης του φράγματος πρέπει να λαμβάνει ως δεδομένη την πλήρη υδροστατική πίεση που δέχεται το φράγμα, ακολουθούμε την παρακάτω τακτική.

Λαμβάνουμε (θεωρητικά) από τον κεντρικό πυρήνα (κάτω από τον διάρρου) του υπό κατασκευή φράγματος, ένα τμήμα πλάτους 1 m. Αυτό θεωρητικά ισορροπεί ελεύθερα, χωρίς πάκτωση επί τους εδάφους, παρά τις ασκούμενες πιέσεις.

Ύψος του φράγματος για τον υπολογισμό των διαστάσεών του, λαμβάνεται πάντοτε το συνολικό (ελεύθερο) ύψος αυτού, δηλαδή το ύψος πτώσης του νερού και το βάθος θεμελίωσής του.

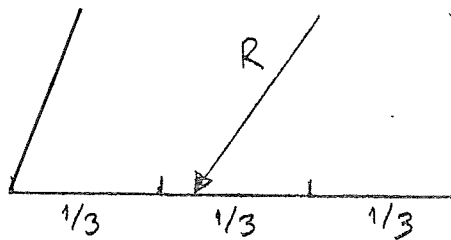


Οι προϋποθέσεις ή οι συνθήκες ευστάθειας και ισορροπίας ενός φράγματος βάρους εκφράζονται με τις παρακάτω συνθήκες:

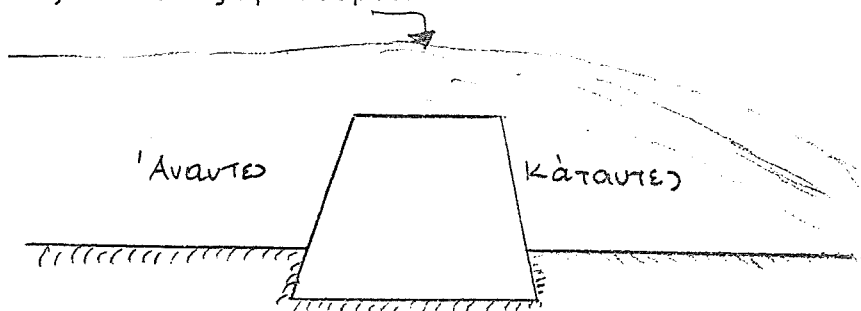
1^η Συνθήκη:

Δεν πρέπει να αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού στους αρμούς και τον τοίχο του φράγματος. Στην περίπτωση που αναπτυχθούν θα πρέπει να είναι μικρότερες από την αντοχή σε εφελκυσμό του χρησιμοποιούμενου υλικού. Γενικά, γίνεται δεκτό, ότι η αντοχή σε εφελκυσμό της τοιχοποιίας από λιθοδομή ή από σκυρόδεμα είναι πολύ μικρή, εκτός αν υπάρχει οπλισμός. Γιαυτό προτιμούμε να μην αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού σε τέτοια φράγματα.

Πλήρωση της συνθήκης επιτυγχάνεται, όταν η συνισταμένη όλων των δυνάμεων που δρουν στο φράγμα διέρχεται από το μέσον τρίτο της βάσεως αυτού. Το ελάχιστο πάχος της βάσης επιτυγχάνεται, όταν η συνισταμένη διέρχεται από τον κάτω άκρο του μέσου τρίτου της βάσης.



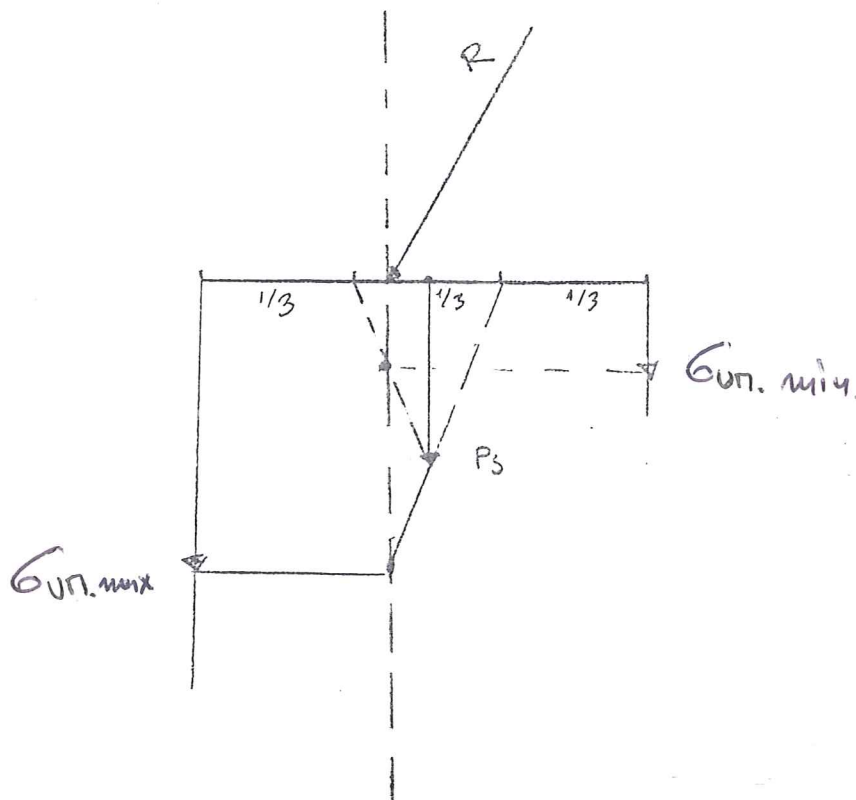
Σύμφωνα με νεώτερες έρευνες, για φράγματα με κεκλιμένο άνω άκρο, πλήρωση της συνθήκης έχουμε, όταν η συνισταμένη διέρχεται λίγο εσωτερικότερα από το άκρο του μέσου τρίτου της βάσης, οπότε τότε δεν εμφανίζονται τάσεις εφελκυσμού.



2^η Συνθήκη:

Το φράγμα πρέπει να μην υφίσταται καθίζηση, να μη βυθίζεται δηλαδή μέσα στο έδαφος και κυρίως να μη συνθλιβονται τα χαμηλότερα τμήματα αυτού από την πίεση των παραπάνω.

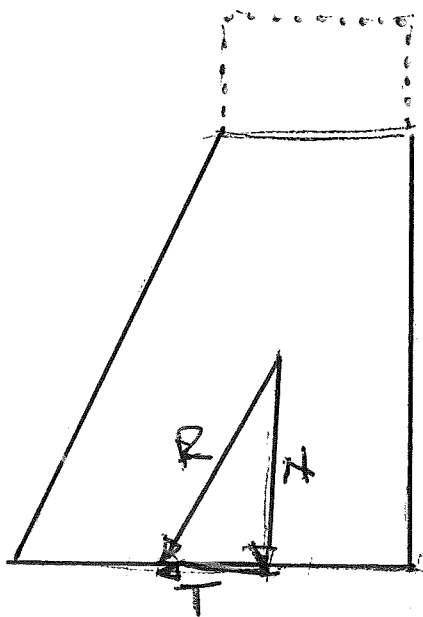
Πλήρωση της συνθήκης επιτυγχάνεται, όταν η αναπτυσσόμενη μέγιστη πίεση στο κάτω άκρο της βάσης του φράγματος είναι μικρότερη της επιτρεπόμενης φόρτισης ή θλίψης του εδάφους.



3^η Συνθήκη:

Το φράγμα πρέπει να μην ολισθαίνει.

Πλήρωση της συνθήκης επιτυγχάνεται, όταν οι διατμητικές τάσεις της οριζόντιας συνιστώσας της συνιστασμένης R , δεν υπερβαίνουν το επιτρεπόμενο όριο διάτμησης.



$$\frac{T}{H} \leq \epsilon \phi \phi$$

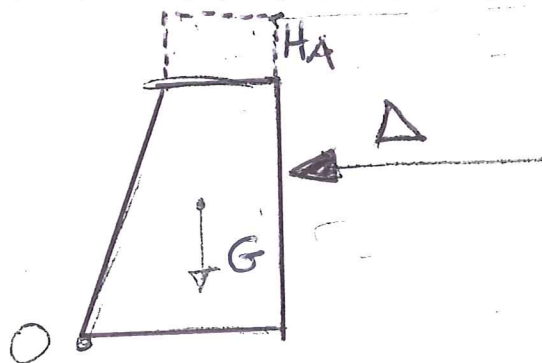
4^η Συνθήκη:

Το φράγμα πρέπει να μην ανατρέπεται.

Πλήρωση της συνθήκης επιτυγχάνεται, όταν η συνισταμένη R , διέρχεται από τη βάση. Κατά συνέπεια, αφού πληρούται η 1^η συνθήκη, πληρούται και αυτή.

Προϋπόθεση για την πλήρωση των τεσσάρων συνθηκών ενός φράγματος είναι η εκλογή του κατάλληλου πάχους βάσης. Προκειμένου να πετύχουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια τον υπολογισμό αυτό, χρησιμοποιούμε ορισμένους τύπους.

Εάν εφαρμόσουμε την τεχνική μηχανική για να ισορροπήσει ένα φράγμα βάρους (χωρίς τάσεις εφελκυσμού) , τότε πρέπει η ροπή της ασκούμενης στο φράγμα υδροστατικής πίεσης, ως προς το σημείο 0, να ισούται με τη ροπή του βάρους G (ως προς το σημείο 0) που την εξουδετερώνει.



Έτσι για διατομή φράγματος με τραπεζοειδή μορφή και κατακόρυφο άναντες (άνω μέτωπο), έχουμε:

$$B = -\frac{K}{2} + \sqrt{\frac{5K^2}{4} + \frac{\gamma}{\gamma_B} \cdot (3H_A + H_S) H_S}$$

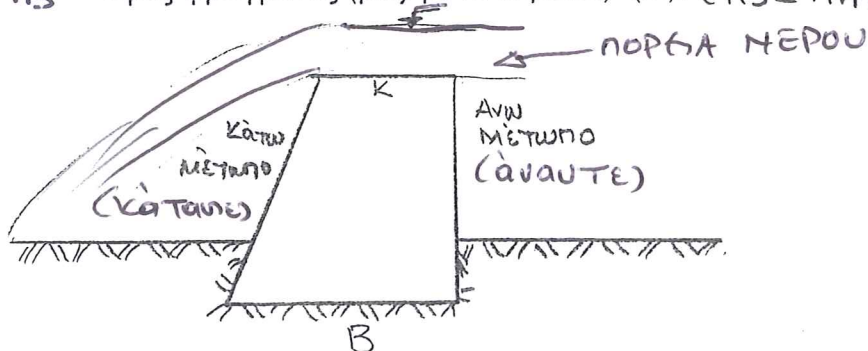
όπου: K = πάχος στέψης (m)

γ = ειδικό βάρος ύδατος (kg/m^3)

γ_B = ειδικό βάρος τοιχοποιίας (kg/m^3)

H_A = ύψος διάρρου (m)

H_S = ύψος φράγματος (μαζί με τα θεμέλια) (m). ($H_S = H_h + H_f$)



Έλεγχος κλίσης κατόντη μετώπου:

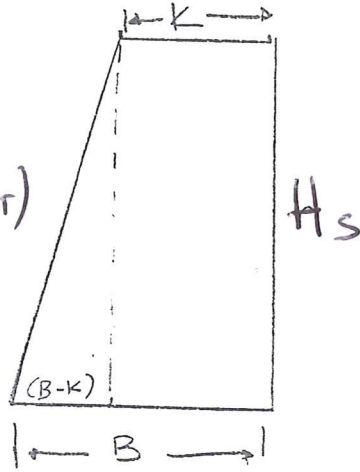
πρέπει

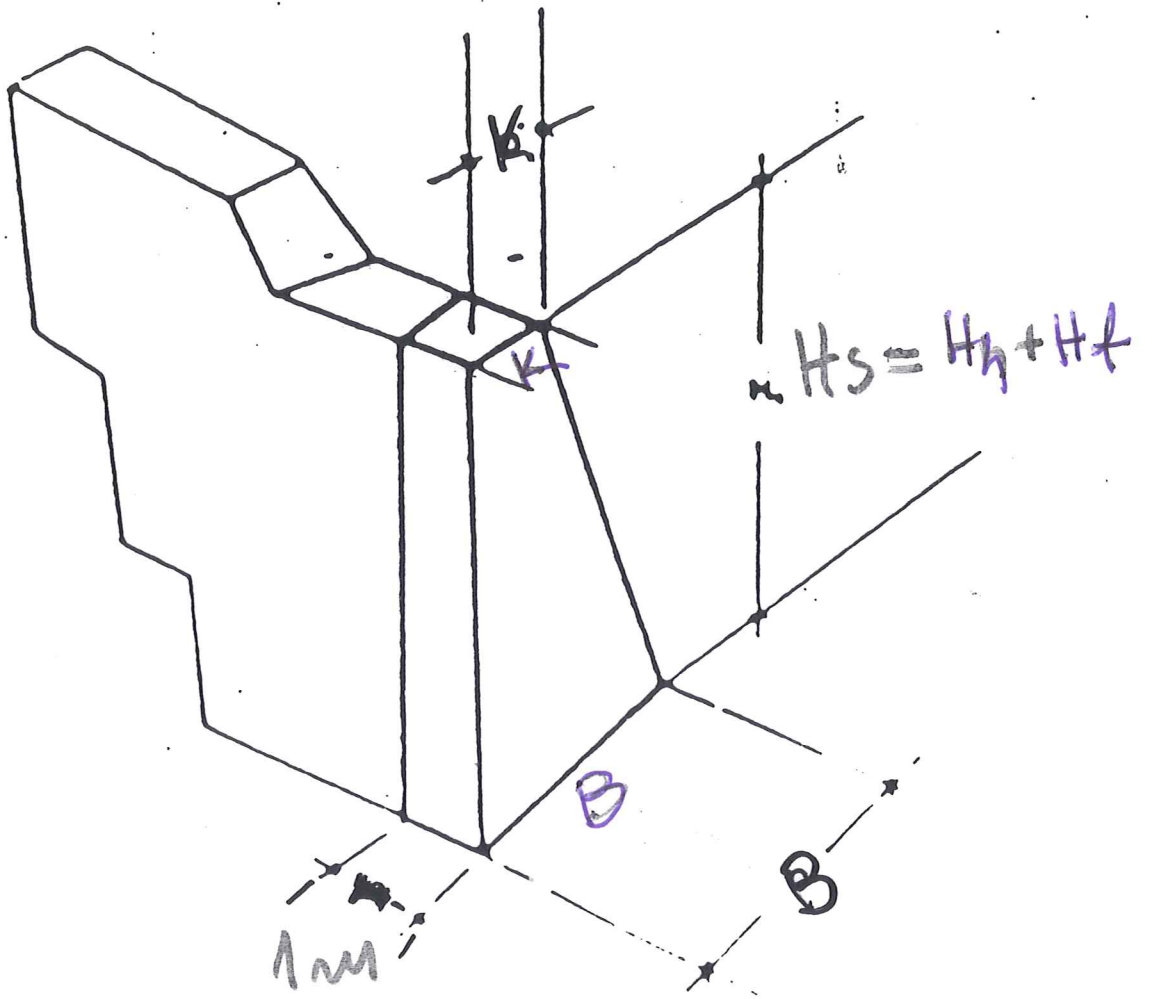
$$\frac{B-K}{H_s} \leq \frac{1}{4} (0,25)$$

ή

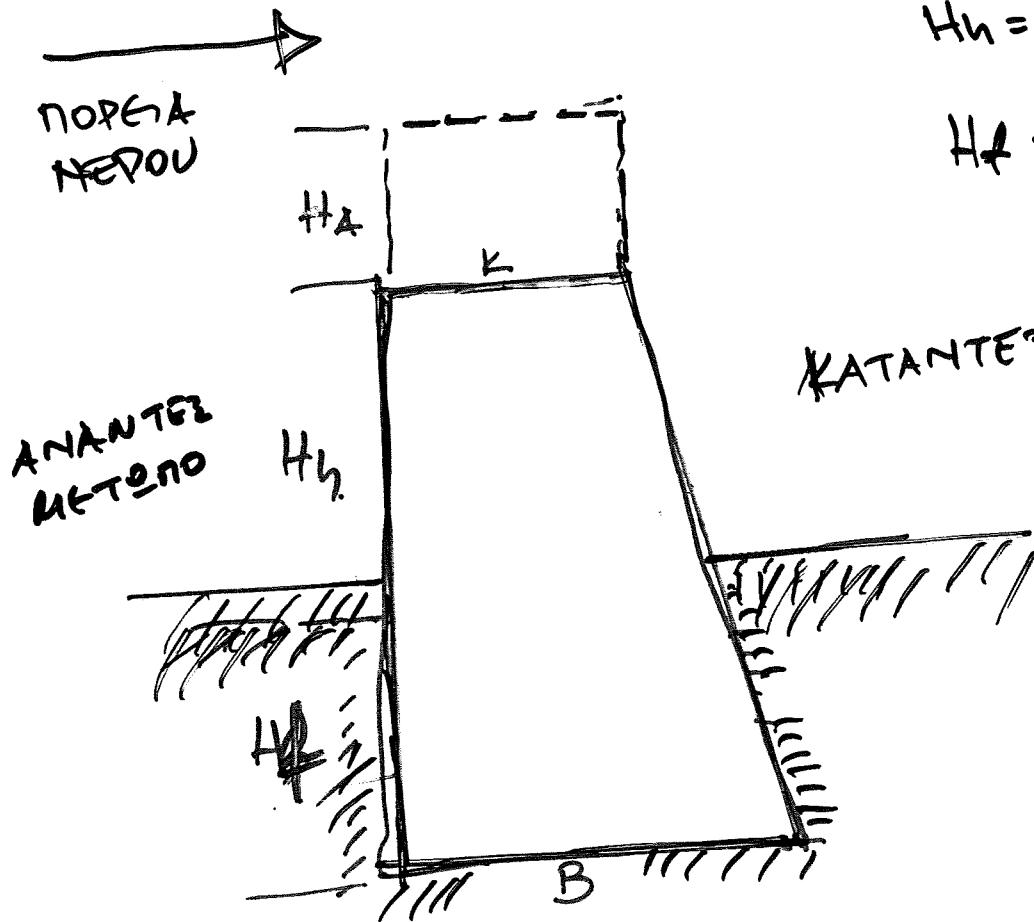
$$\frac{B-K}{H_s} \leq \frac{1}{5} (0,20)$$

όπου $H_s = H_h + H_f$





$H_A = \text{ύψος Διάφραου (m)}$
 $H_h = \text{υδροστατικό ύψος φράγματος (m)}$
 $H_f = \text{βάθος θεμελίων (m)}$



ΚΑΤΑΝΤΕΣ ΜΕΤΩΠΟ

ΑΝΑΝΤΕΣ ΜΕΤΩΠΟ

$\kappa = \text{πάρχο) πτόψυ) (m)}$

$B = \text{πάρχο) Βάβυ) (m)}$

$H_s = H_h + H_f = \text{καταβρωαγτιώ ύψο) φράγματο) .}$

Α.ΓΡΑΦΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Προκειμένου να κατασκευάσουμε ένα φράγμα, πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τα εξής :

Ι. Τις δυνάμεις που δρουν επί ενός φράγματος. Αυτές είναι : (ανατρεπτικές)

Δυνάμεις που δρουν επί του φράγματος :

Δ_1 = υδροστατική η οποία ασκείται στον πρώτο αρμό του 1.0 m

Δ_2 = υδροδυναμική η οποία μηδενίζεται σε βάθος 1.0 m από τη στέψη και κάτω

Δ = υδροστατική δύναμη.

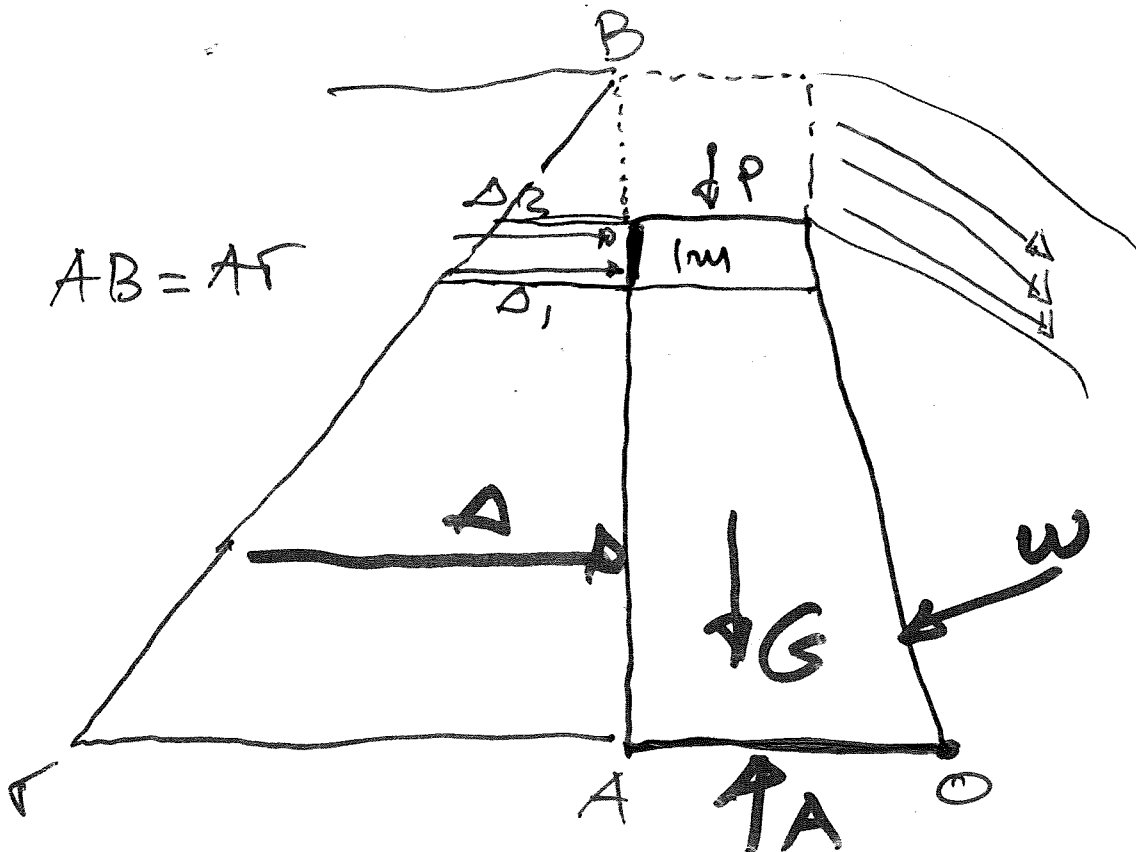
Αντιστάσεις :

(στηρικτικές)

G = το βάρος του φράγματος

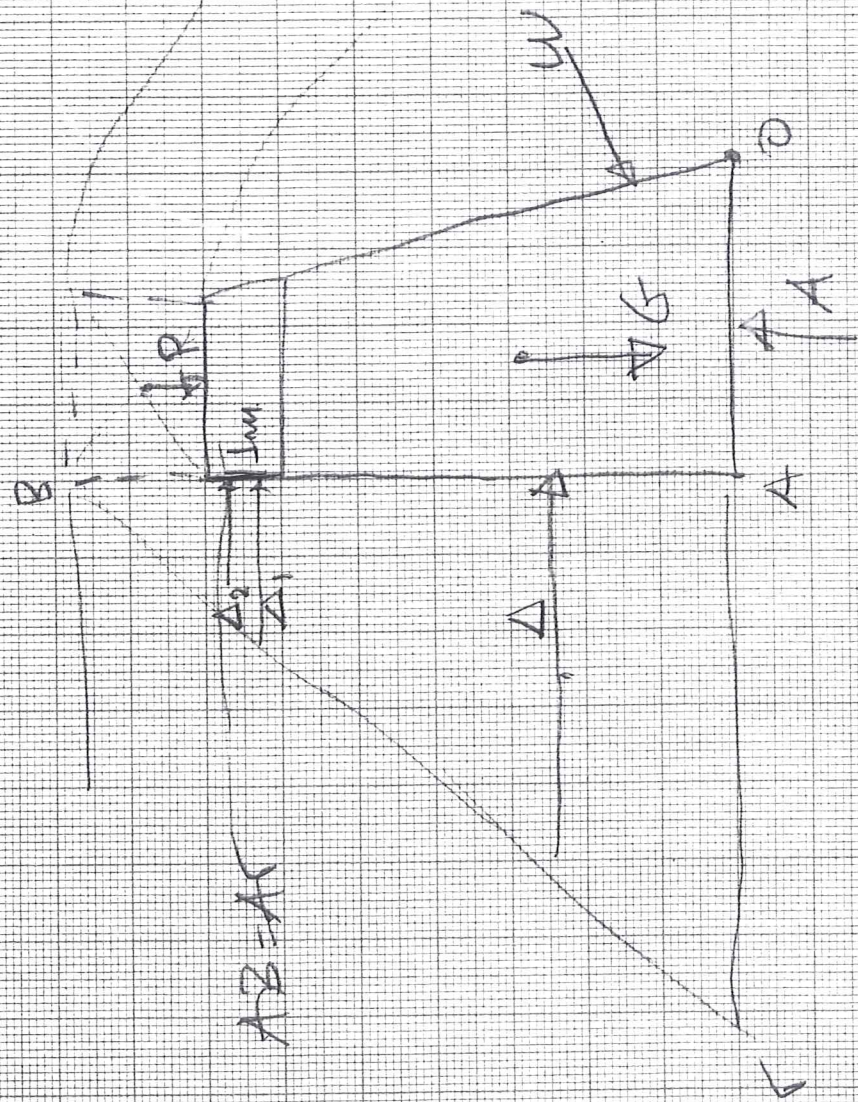
P = το βάρος της στήλης νερού πάνω στο διάρρου

οι δυνάμεις Άνωση A και υδροστατική W δεν λαμβάνονται υπόψη



ΔΥΝΑΜΕΙΣ

ΠΟΥ ΔΡΟΥΝ ΣΤΟ ΦΡΑΓΜΑ



Δυνάμεις κατακόρυφες
(σταθμική)

P βάρος νερού (+)

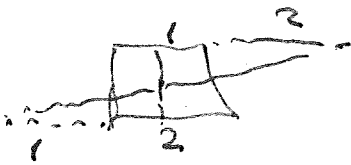
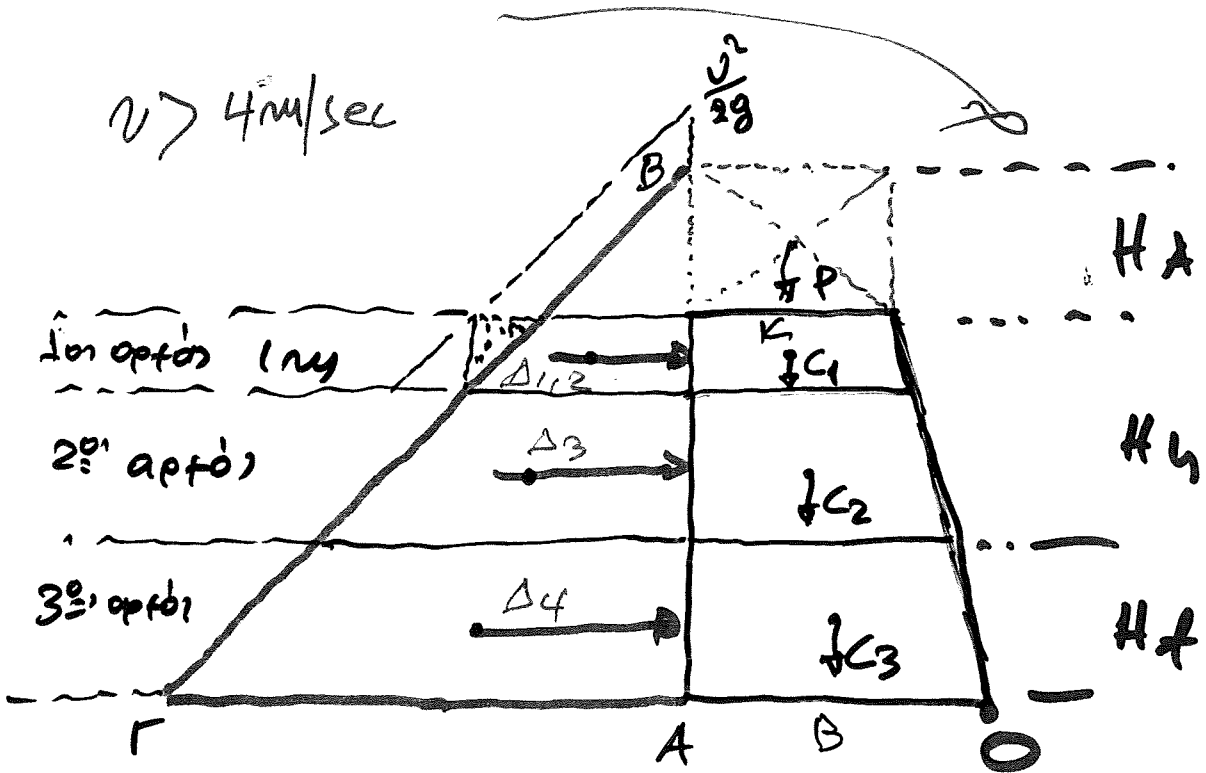
G βάρος φράγματος
δυνάμεις υδροστατικές (αποτελεστικές)
Δ1 υδροστατική ↓ Im.

Δ2 υδροστατική ↓ Im.
Δ υδροστατική.

ΟΙ Α και W
δεν λαμβάνονται
υπόψη

$$AB = AF$$

$v > 4 \text{ m/sec}$



ΦΡΑΣΗΝΑ ΒΑΡΟΥΣ

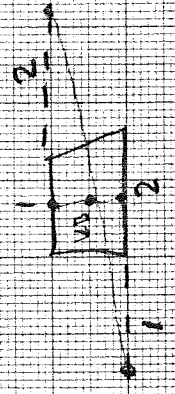
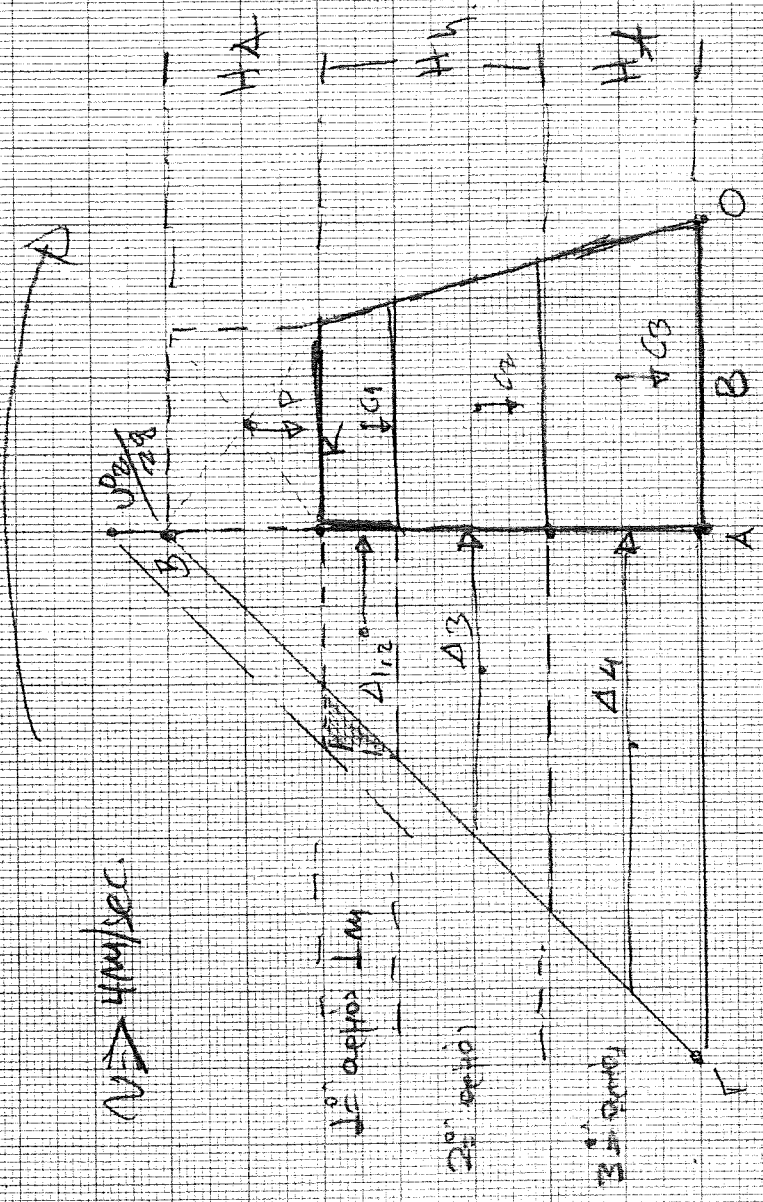
ΚΙΝΗΤΑ 1:100

Δύο κιν → Διαμετακινώ (μετακινώ)
 • φέρω
 • φέρω
 • Σημείο (φορτίου)
 • μέτρο.

AB=AT

$v \Rightarrow 4 \text{ m/sec.}$

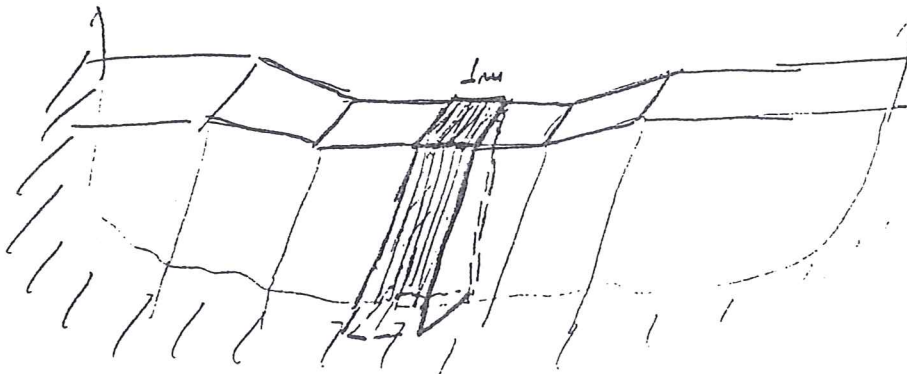
Συνθήκες (επιβάρυνση)
 1. Εφ' αναφορά
 2. Καθίζηση
 3. Οκλήσθαι
 4. Ανεγέρθη



II. Χρειάζεται να γίνει έλεγχος για την ευστάθεια του φράγματος.

Η ευστάθεια ενός φράγματος ελέγχεται για το συνολικό ύψος του, δηλ. το υπέργειο ύψος του φράγματος μαζί με το βάθος θεμελίωσης.

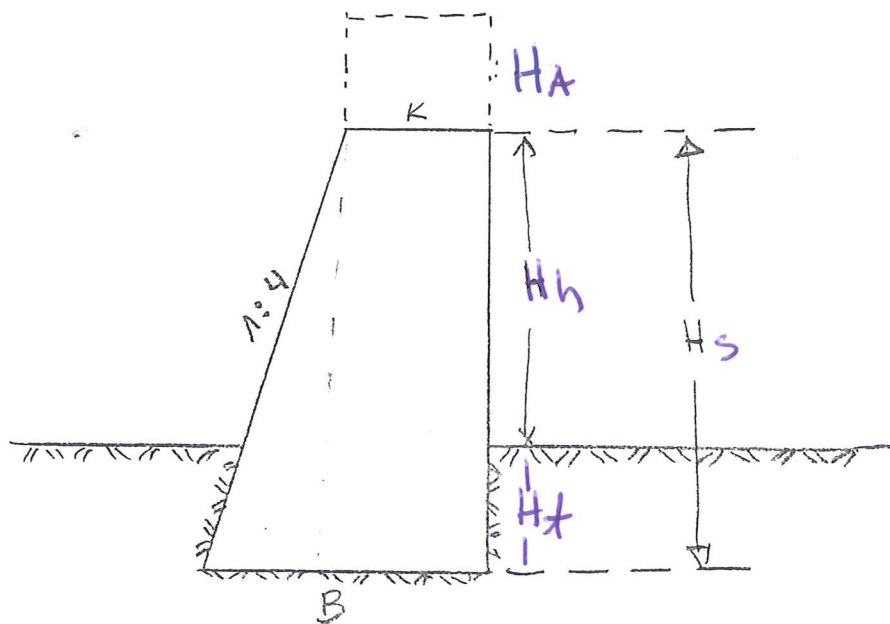
Επίσης ο έλεγχος γίνεται για τμήμα από το κεντρικό μέρος του φράγματος (επί του διάρρου), πλάτους 1m.



III. Υπολογίζονται οι διαστάσεις του φράγματος, που διαμορφώνουν τη διατομή. Αυτές είναι:

- το υπέργειο ύψος του φράγματος (χωρίς τα θεμέλια) H_n
- το βάθος θεμελίωσης H_f
- το ύψος διάρρου H_d
- το πάχος στέψης (K)
- το πάχος βάσης (B)

Γίνεται τέλος, έλεγχος της κλίσης, η οποία πρέπει να είναι 1:4 έως 1:5



IV. Σχεδιάζεται η τομή του φράγματος, υπό κλίμακα 1:50, 1:100 ή 1:200 και γίνεται ο έλεγχος ευστάθειας.

Επειδή το σώμα του φράγματος δεν αντέχει σε δυνάμεις εφελκυσμού, ο έλεγχος της ευστάθειας πρέπει να γίνεται για ολόκληρο το φράγμα αφ' ενός, αλλά και για κάθε αρμό χωριστά.

Αρμοί θεωρούνται:

- η στέψη του φράγματος, ύψους 1 m, και
- τμήματα του υπόλοιπου φράγματος ύψους 1 – 2 m το καθένα.

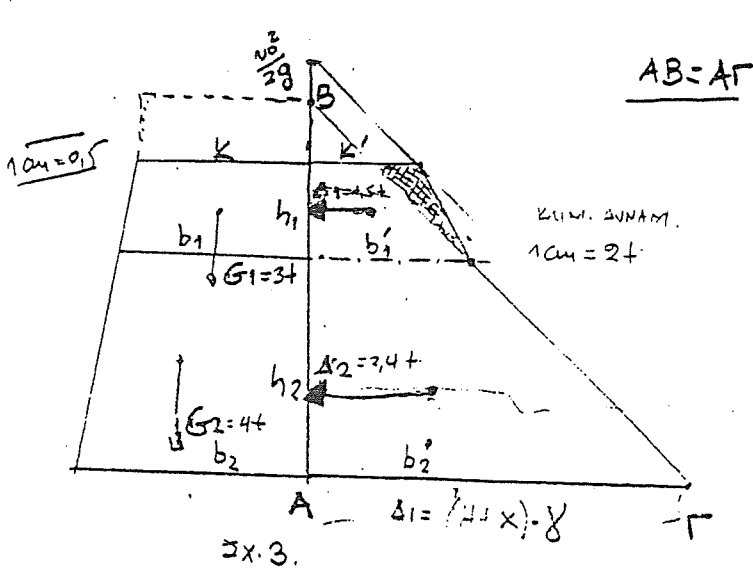
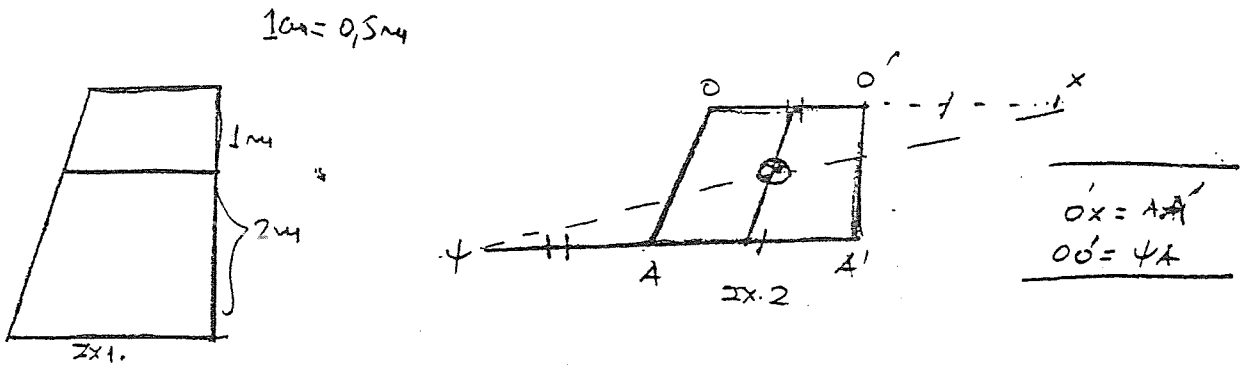
V. Πρέπει να πληρούνται οι τέσσερις συνθήκες ευστάθειας του φράγματος, ως εξής:

- **1^η συνθήκη:** να μην αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού ή αν υπάρχουν, να είναι μικρότερες από την αντοχή σε εφελκυσμό του υλικού του φράγματος (τοιχοποιία ή λιθοσκυρόδεμα).
- **2^η συνθήκη:** να μην καθιζάνει (βυθίζεται) το φράγμα.
- **3^η συνθήκη:** να μην ολισθαίνει το φράγμα.
- **4^η συνθήκη:** να μην ανατρέπεται το φράγμα.

Οι συνθήκες αυτές πρέπει να πληρούνται για κάθε αρμό. Συνήθως όμως γίνεται έλεγχος στον αρμό μόνο της 1^{ης} συνθήκης. Ο έλεγχος γίνεται με τις δυσμενέστερες συνθήκες φόρτισης, δηλαδή, όταν το φράγμα είναι πλήρες ύδατος.

VI. Απαιτείται γραφοστατικός έλεγχος, ο οποίος γίνεται ως εξής:

- Σχεδιάζεται στην αρχή η διατομή του φράγματος σε ορισμένη κλίμακα.
- Διαιρείται η διατομή του φράγματος σε θεωρητικούς αρμούς ύψους 1 – 2 m (μέγιστο ύψος 2 m), και
- Σχεδιάζεται το τρίγωνο της υδροστατικής πίεσης.



- Βρίσκεται το κεντρο βάρους, ευσ) ευσδτου ερτου (6x2)
 - βάρου ευσδτου ερτου (κατακόρυφως συνήθως από η, κεντρ) και εφαρμόζεται ευσδτω ερτου με κλίση 1cm = 2t τ' η' των ευσδτων κεντρων βάρων (G1 = V1 · γ) (V1 = ε1 · t) (6x. 3)

$$\Delta_1 = (H+x) \delta$$

$$\Delta_2 = \frac{V_0^2}{2g}$$

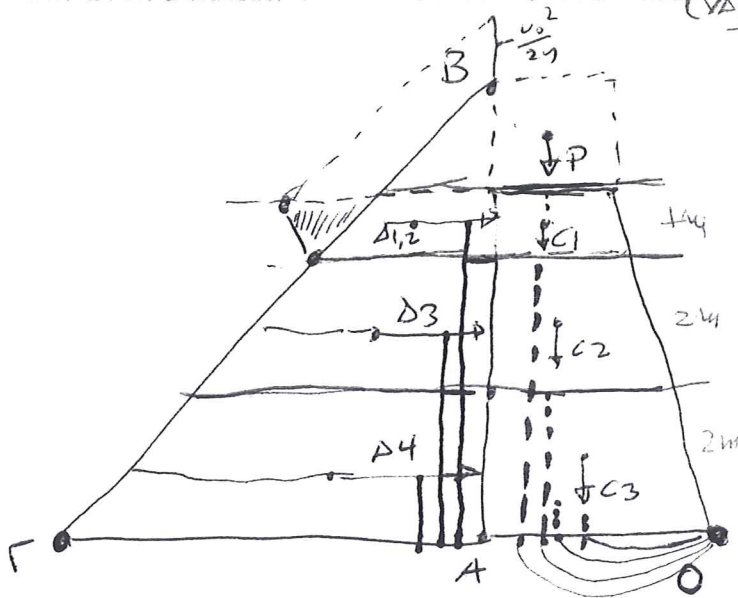
Εκτός όμως της υδροστατικής πίεσης, ασκείται επίσης και **υδροδυναμική πίεση**, το μέγεθος της οποίας, παριστάνεται γραφοστατικά, ως εξής:

Έστω, ότι το τρίγωνο πίεσης αρχίζει από το ύψος της γραμμής ενέργειας (υπό κλίμακα $\frac{v_0^2}{2g}$) και όχι από τη στάθμη του νερού. Επειδή η υδροδυναμική πίεση στο σημείο αυτό γίνεται 0, η προσαύξηση αυτή του τριγώνου, θεωρούμε ότι τελειώνει στο τέλος του πρώτου αρμού (1 m), κάτω από τη στέψη.

Για τον έλεγχο των συνθηκών ευστάθειας είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τις δυνάμεις (βλέπε σχετικό πίνακα), που δρουν σε κάθε αρμό.

Εμβαδά δυνάμεων $E = \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot h$	Κατακόρυφες δυνάμεις $G = E \cdot 1 \cdot \gamma$	Οριζόντιες δυνάμεις $\Delta = E \cdot 1 \cdot 1$	Είδος δυνάμεων
$E_1 = \frac{K + b_1}{2} \cdot h_1$	$G_1 = E_1 \cdot 1 \cdot \gamma$		Βάρος
$E_2 = \frac{b_1 + b_2}{2} \cdot h_2$	$G_2 = E_2 \cdot 1 \cdot \gamma$		Βάρος
.	.		
.	.		
.	.		
.	.		
$E'_1 = \frac{K' + b'_1}{2} \cdot h_1$		$\Delta_1 = E'_1 \cdot 1 \cdot 1$	Δύναμη-Πίεση
$E'_2 = \frac{b'_1 + b'_2}{2} \cdot h_2$		$\Delta_2 = E'_2 \cdot 1 \cdot 1$	Δύναμη-Πίεση
.		.	
.		.	
.		.	
.		.	

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΜΗΣ ΦΡΑΓΜΗΤΟΣ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100



$AB = AC$

Ανατεταμένη) $\rightarrow T$
 (ΥΑΡΟ + ΥΔΡ) $\Delta_{1,2} = 1,5t$

$\Delta_3 = 2t$

$\Delta_4 = 2,8t$

Στηριγμένη) $\downarrow H$

$P = 0,8t$

$G_1 = 1,6t$

$C_2 = 3,8t$

$C_3 = 6,2t$

$\left. \begin{matrix} P \\ G_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{matrix} \right\} \Sigma \text{ Ανωτήριες} \\ \text{Επιρρίσεις}$

Μοχλολόγιοι $l_{\Delta_{1,2}}$ (m)

l_{Δ_3} (m)

l_{Δ_4} (m)

l_P (m)

l_{C_1} (m)

l_{C_2} (m)

l_{C_3} (m)

ΣΜοχλολογία

$M_{\Delta_{1,2}} = \Delta_{1,2} \cdot l_{\Delta_{1,2}}$ (m.t)

$M_{\Delta_3} = \Delta_3 \cdot l_{\Delta_3}$ (m.t)

$M_{\Delta_4} = \Delta_4 \cdot l_{\Delta_4}$ (m.t)

ΣΜεγέθη

$M_P = P \cdot l_P$ (m.t)

$M_{C_1} = C_1 \cdot l_{C_1}$ (m.t)

$M_{C_2} = C_2 \cdot l_{C_2}$ (m.t)

$M_{C_3} = C_3 \cdot l_{C_3}$ (m.t)

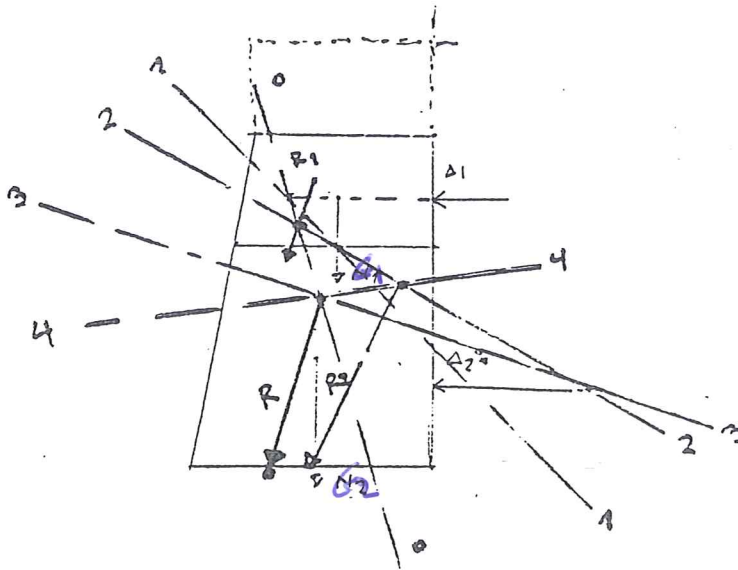
1^η Συνθήκη:

Πρέπει η συνισταμένη όλων των δυνάμεων που δρουν στο φράγμα να περνάει από το εσωτερικό τρίτο της βάσης αυτού. Όταν ειδικότερα, η συνισταμένη (R) διέρχεται ακριβώς από το μέσο τρίτο της βάσης, επιτυγχάνεται η συνθήκη με τη μεγαλύτερη δυνατή οικονομία υλικού.

Έλεγχος:

Κατασκευάζουμε το δυναμοπολύγωνο και βρίσκουμε τις συνισταμένες R_1, R_2 , κλπ., που αντιστοιχούν σε κάθε ζεύγος δυνάμεων $G_1 \Delta_1, G_2 \Delta_2$, κλπ., καθώς και τη συνισταμένη όλων των δυνάμεων R .

Προκειμένου να ελέγξουμε, εάν οι συνισταμένες κάθε ζεύγους δυνάμεων R_1, R_2 διέρχεται από το μέσο τρίτο του αντίστοιχου αρμού, κατασκευάζουμε το δυναμοπολύγωνο και βρίσκουμε το σημείο διεύλευσης της R_1, R_2 . Γνωρίζουμε ήδη, το μέγεθος και τη φορά της R , οπότε φέρουμε τη συνισταμένη και ελέγχουμε αν διέρχεται από το εσωτερικό τρίτο της βάσης. (σχ. 4).



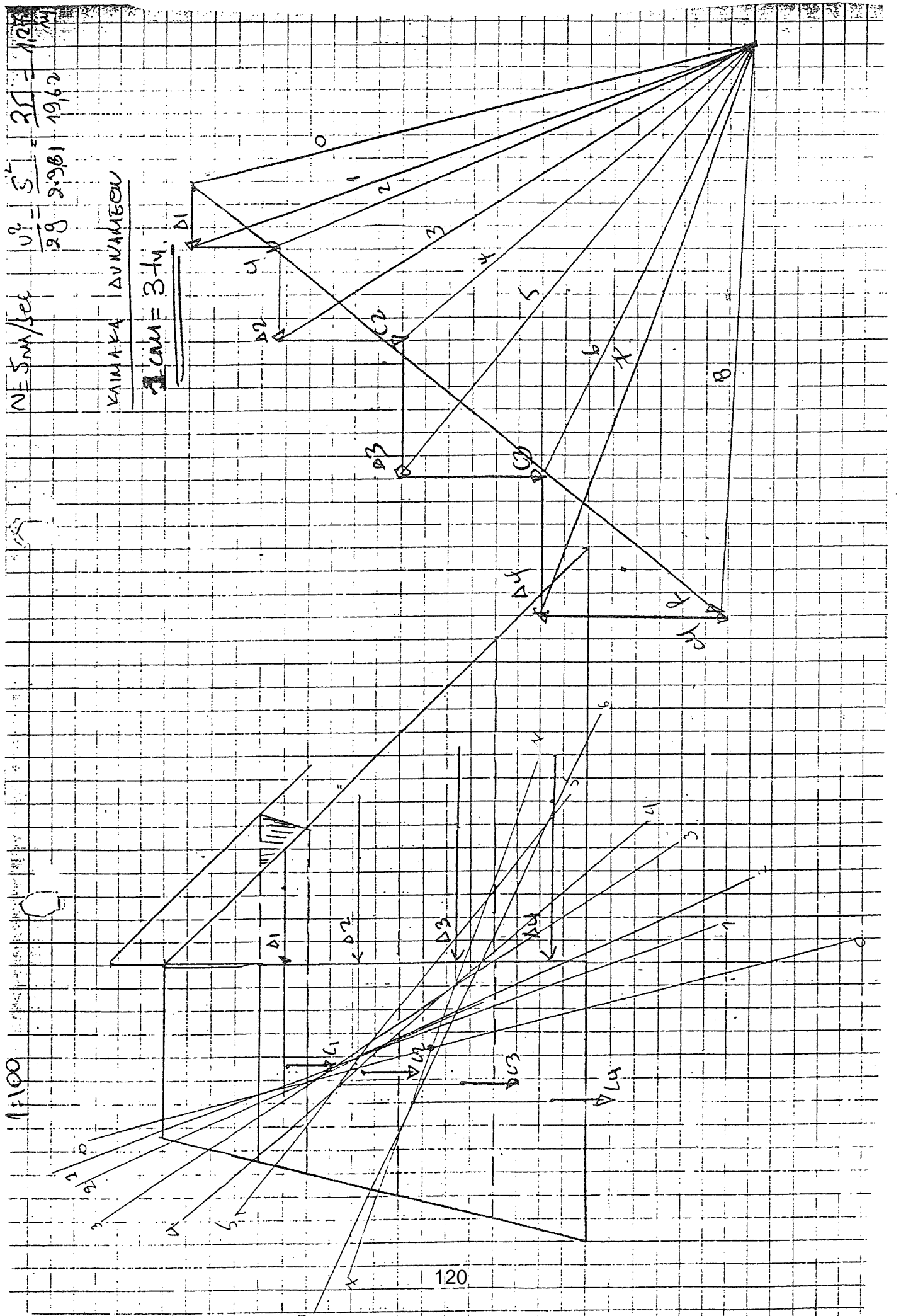
Εάν η συνιστασμένη R διέρχεται πέραν του μέσου τρίτου της βάσης, τότε αυξάνεται η βάση και ο γραφοστατικός έλεγχος επαναλαμβάνεται.

Για κεκλιμένο άνω μέρος η συνισταμένη πρέπει να διέρχεται εσωτερικότερα του άκρου του μέσου τρίτου της βάσης.

$N = 5 \text{ m/sec}$
 $\frac{V^2}{2g} = \frac{5^2}{2 \cdot 9.81} = \frac{25}{19.62} = 1.27 \text{ m}$

ΚΑΙΝΑΡΑ ΔΥΚΙΝΑΜΕΩΝ

1 CAM = 3 M.



2^η Συνθήκη:

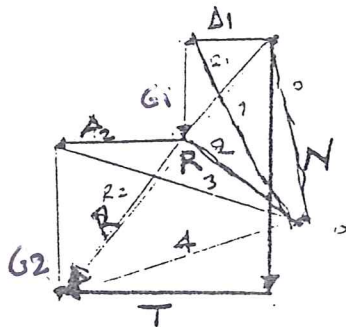
Πρέπει η μέγιστη πίεση του φράγματος επί του εδάφους θεμελίωσης, να είναι μικρότερη από την αντοχή του συγκεκριμένου εδάφους.

Η μέγιστη πίεση εμφανίζεται στην προς τα κάτω ακμή της βάσης.

Παράλληλα πρέπει να ελέγχεται αν το υλικό τοιχοποιίας αντέχει στην πίεση αυτή.

Έλεγχος:

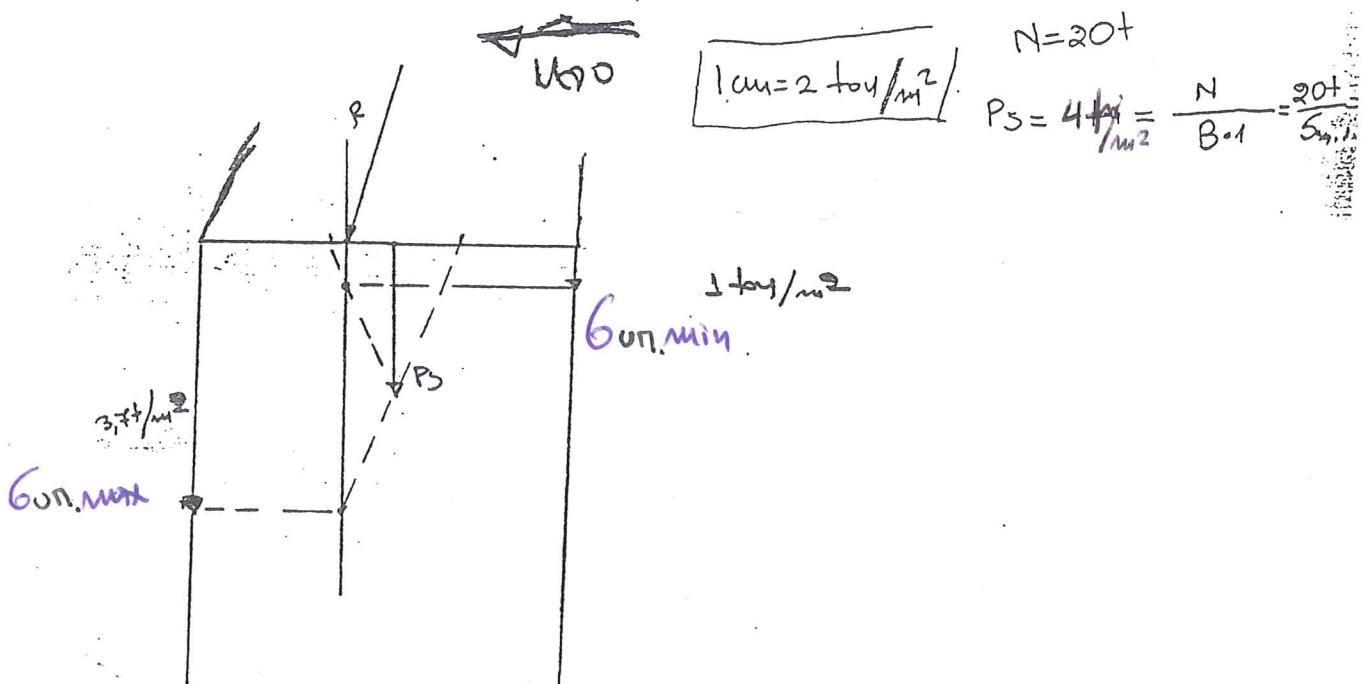
Η συνισταμένη R αναλύεται σε μια κατακόρυφη και μια οριζόντια



Βρίσκουμε τη μέση πίεση που εξασκεί η βάση σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$P_s = \frac{N}{B \cdot l} \text{ (t/m}^2\text{)}$$

Σχεδιάζουμε υπό κλίμακα τη βάση, ...



Χωρίζουμε τη βάση σε 3/3 και ορίζουμε το κέντρο.

Επί του κέντρου φέρουμε τη δύναμη P_s υπό κλίμακα.

Φέρουμε κάθετο στο σημείο εφαρμογής της συνισταμένης R .

Από το άκρο της δύναμης P_s φέρουμε βοηθητικές γραμμές προς τα σημεία που χωρίζεται η βάση σε 3/3.

Βρίσκουμε τα σημεία τομής των γραμμών αυτών με την κάθετο.

Από τα σημεία τομής φέρουμε παράλληλες προς τη βάση.

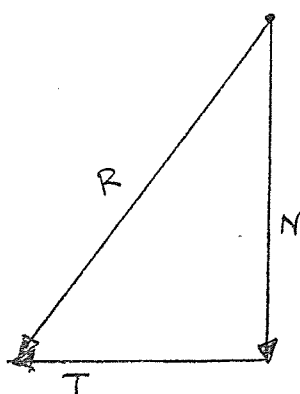
Μετρούμε τις δυνάμεις πίεσης σύμφωνα με την κλίμακα που ορίσαμε και ελέγχουμε αν αυτές υπερβαίνουν την αντοχή του συγκεκριμένου εδάφους. Από πίνακες λαμβάνουμε την αντοχή του εδάφους σε θλίψη $\sigma_{\max}=30\text{t/m}^2$ ή 3 kgf/cm^2 .

3^η Συνθήκη:

Αναλύουμε τη συνιστασμένη R σε δύο συνιστώσες, τη N (κάθετες δυνάμεις) και την T (οριζόντιες δυνάμεις).

Το φράγμα ολισθαίνει, όταν $T > N \cdot \epsilon_{\text{φα}}$

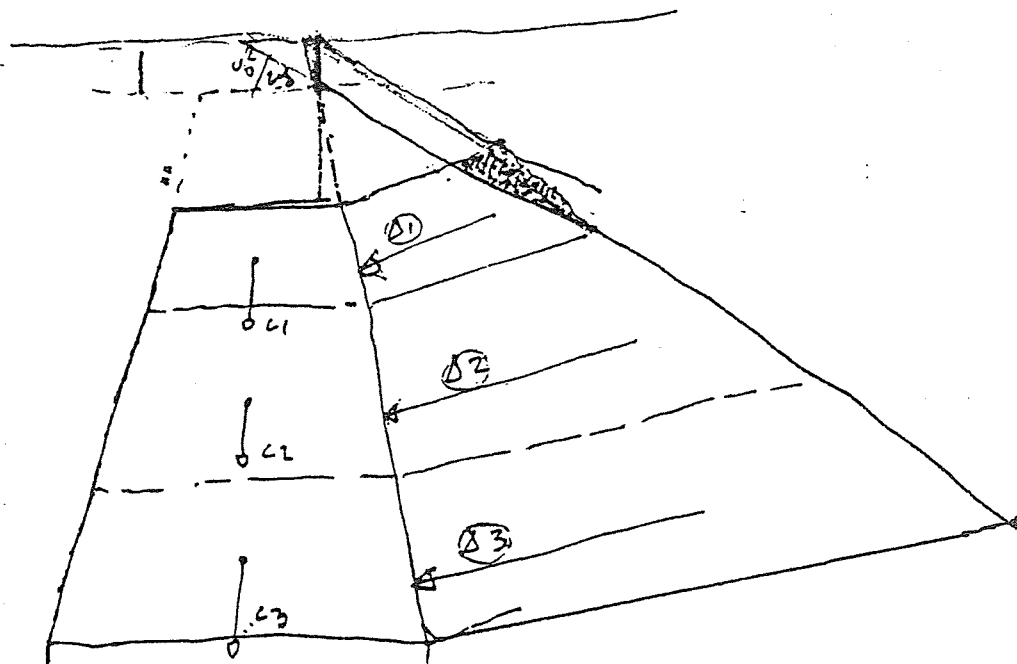
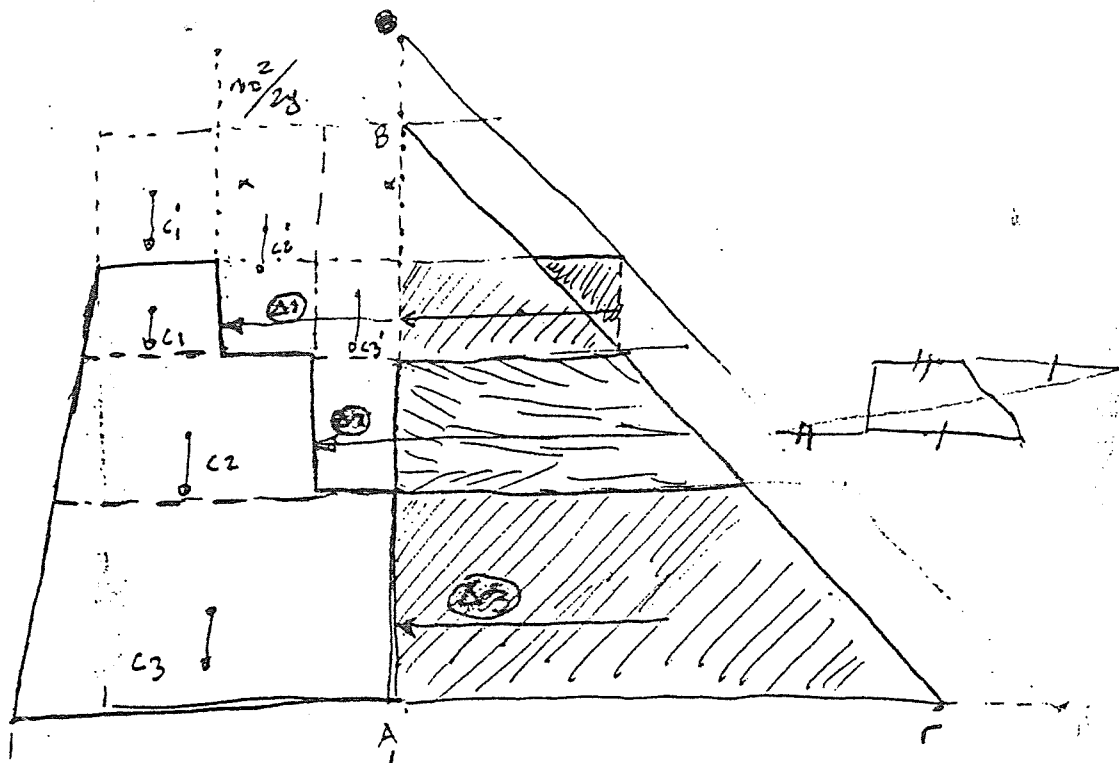
Δεν ολισθαίνει, όταν $T \leq \epsilon_{\text{φα}} \cdot N$, όπου α συντελεστής τριβής (δίνεται ή λαμβάνεται από πίνακες).

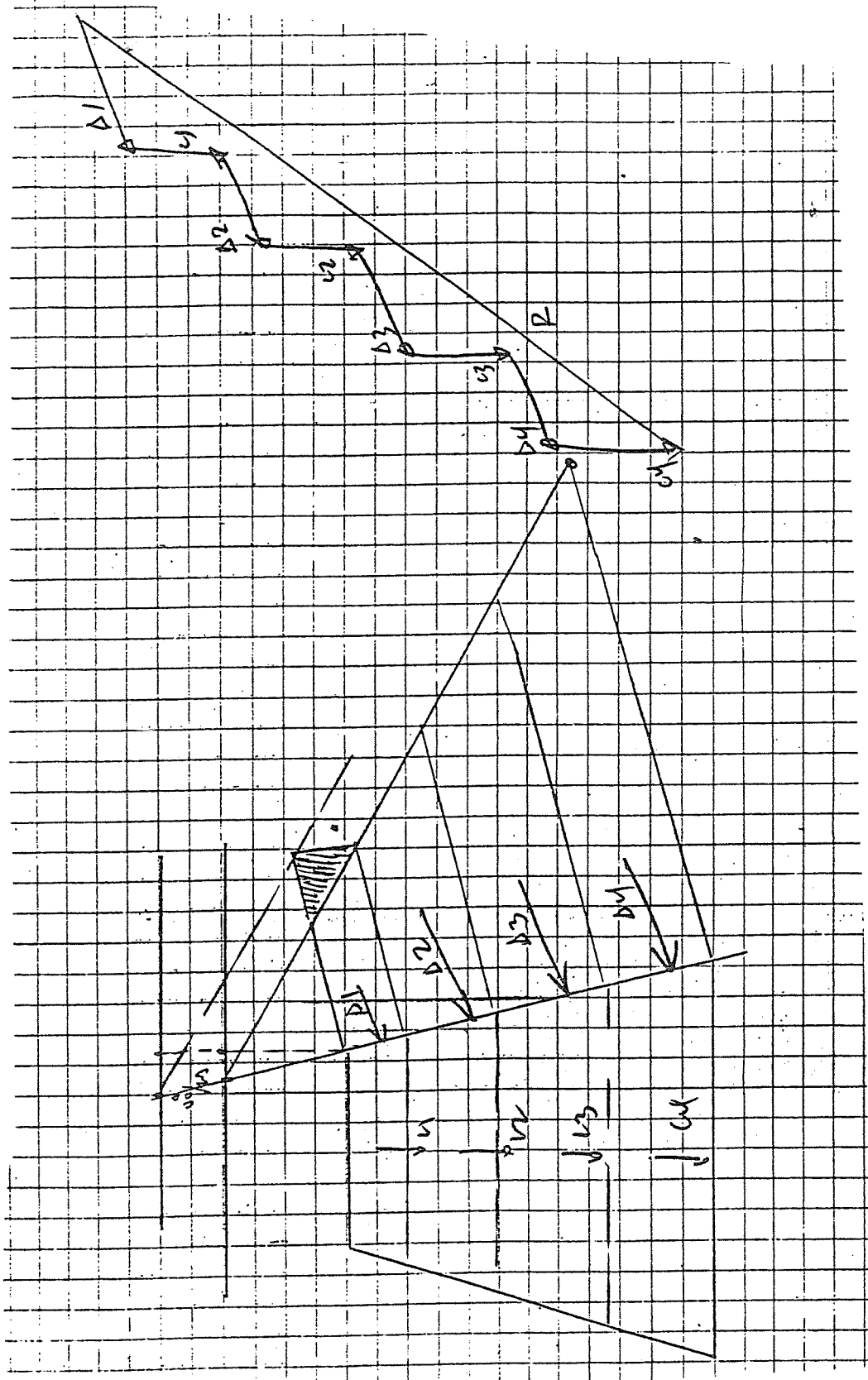


4^η Συνθήκη:

Αυτή η συνθήκη πληρούται, όταν ισχύει και η 1^η συνθήκη.

ΓΡΑΦΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ





B. ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

1. εφελκυσμού
2. καθίζησης
3. ολίσθησης
4. ανατροπής

Δυνάμεις ανατρεπτικές

$$\Delta_{1,2} = 1.5t \quad \rightarrow \quad T = 6.3t$$

$$\Delta_3 = 2t \quad \Sigma_{\text{δυν. Ανατρ.}}$$

$$\Delta_4 = 2.8t$$

Δυνάμεις στηρικτικές

$$P = 9.8t \quad \downarrow \quad N \quad 12.4t$$

$$G_1 = 1.6t$$

$$G_2 = 3.8t$$

$$G_3 = 6.2t$$

$\Sigma_{\text{δυναμ. Στηρ.}}$

Μοχλοβραχίονες

$$l_{\Delta 1,2} \quad (m)$$

$$l_{\Delta 3} \quad (m)$$

$$l_{\Delta 4} \quad (m)$$

$\Sigma M_{\text{Ανατρ.}}$

Ροπές

$$M_{\Delta 1,2} = \Delta_{1,2} * l_{\Delta 1,2} \quad (m * t)$$

$$M_{\Delta 3} = \Delta_3 * l_{\Delta 3} \quad (m * t)$$

$$M_{\Delta 4} = \Delta_4 * l_{\Delta 4} \quad (m * t)$$

$$l_p \quad (m)$$

$$l_{G1} \quad (m)$$

$$l_{G2} \quad (m)$$

$$l_{G3} \quad (m)$$

$\Sigma M_{\text{Στηρ.}}$

$$M_P = p * l_p \quad (m * t)$$

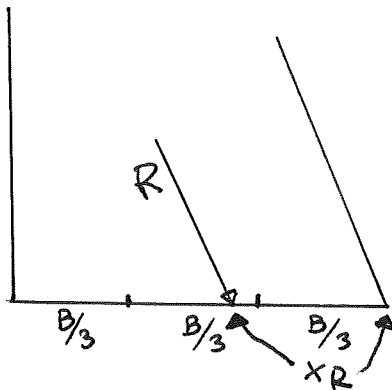
$$M_{G1} = G_1 * l_{G1} \quad (m * t)$$

$$M_{G2} = G_2 * l_{G2} \quad (m * t)$$

$$M_{G3} = G_3 * l_{G3} \quad (m * t)$$

1.η ΣΥΝΘΗΚΗ

ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ



$$X_R = \frac{\Sigma M_{\text{στηρ.}} - \Sigma M_{\text{ανατρ.}}}{\Sigma \text{δυνάμεις στήριξης}}$$

ΣM = άθροισμα ροπών

Σ = άθροισμα δυνάμεων

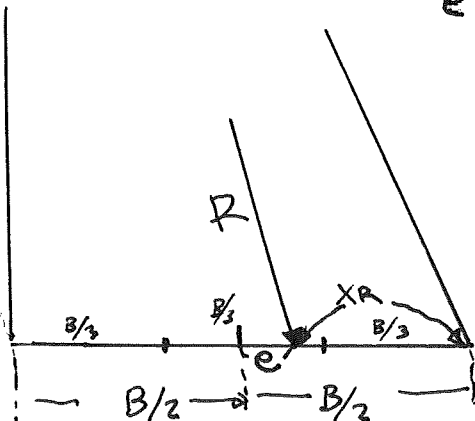
Πρέπει $X_R \geq \frac{B}{3}$

Όχι όμως μεγαλύτερη από 2 φορές το $B/3$

2.η ΣΥΝΘΗΚΗ

Καθίζησης ($\sigma_{\text{ΕΠ}}$ από πίνακες) t/m^2 π.χ. $30t/m^2$

$$e = \frac{B}{2} - X_R \text{ (m)}$$



$$\sigma_{\text{υπ.}} = \frac{\Sigma \text{δυν.στηρ.}}{B \text{ (m}^2\text{)}} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B \text{ (m}^2\text{)}} \right)$$

Πρέπει $\sigma_{\text{υπ.}} < \sigma_{\text{ΕΠ}}$

3^η ΣΥΝΘΗΚΗ

Ολίσθησης

$$\frac{(T) \Sigma \Delta \sigma \nu . \alpha \nu \alpha \tau \rho .}{(N) \Sigma \Delta \sigma \nu . \sigma \tau \eta \rho \iota \xi \eta \varsigma} \leq \epsilon \phi \phi$$

εφφ από πίνακες

έστω 0,70

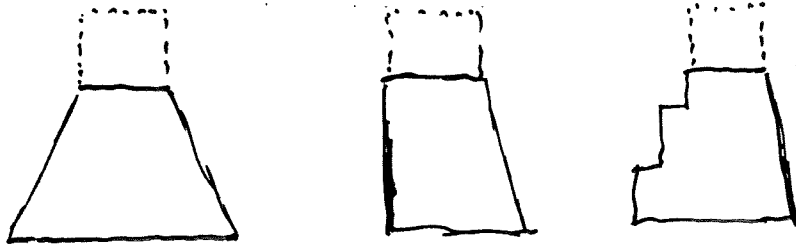
4^η ΣΥΝΘΗΚΗ

Ανατροπής

Ισχύει όταν ισχύει η πρώτη συνθήκη (εφελκυσμού)

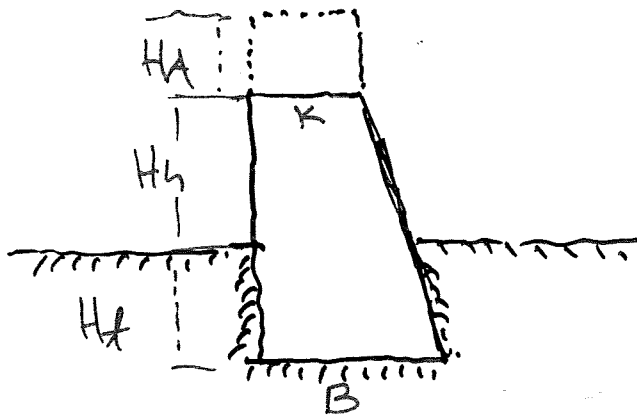
ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΒΑΡΟΥΣ

ΤΟΜΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ



ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

- Υδρονομικό ύψος H_n
- Ύψος (βάθος) διάρρου H_A
- Βάθος θεμελίων H_f



ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ K και B

1. ΜΕΘΟΔΟΣ Hauska (παλιά μέθοδος)
2. ΜΕΘΟΔΟΣ Daubree
3. ΜΕΘΟΔΟΣ Κωτούλα (νέα μέθοδος)

ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΩΤΟΥΛΑ (νέα μέθοδος)

1. Για φράγματα με $(H_s + H_A)$ από 5,0 m και ψηλότερα μέχρι τα 8,0 m όπου

$$H_s = H_h + H_A \quad ,$$

$$B = 0.65 * (H_s + H_A)$$

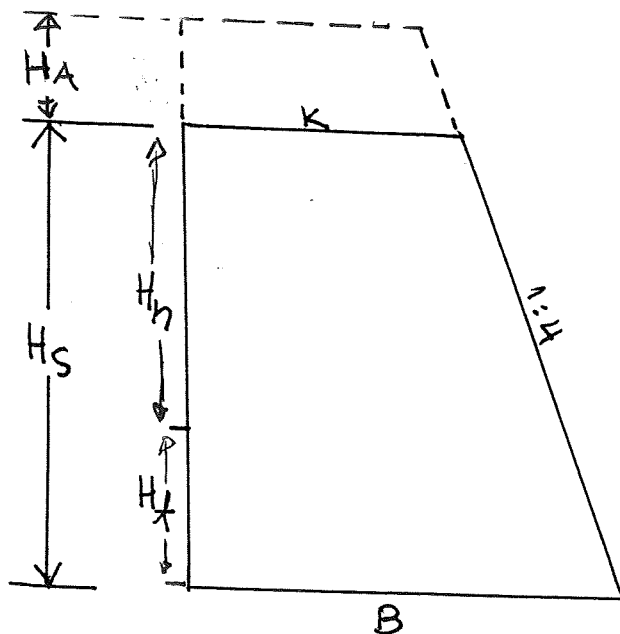
2. Για φράγματα με $(H_s + H_A)$ από 5,0 m και χαμηλότερα (μικρότερα)

$$B = 0,53 * (H_s + H_A)$$

ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΤΥΠΩΝ

1. Να μην υπερβαίνουν τα παραπάνω ύψη φραγμάτων
2. Το υλικό κατασκευής

Σκυρόδεμα με $\gamma_b = 2.4 \text{ t/m}^3$



3.6 Διαστασιολόγηση Έλεγχος της ευστάθειας φράγματος βάρους

με ύψος $H_s + H_A \leq 8,0$ m (νέα μέθοδος Κωτούλα)

$$\gamma_b = 2.4 \text{ t/m}^2$$

1. Καθορισμός των διαστάσεων

Έλεγχος

$$H_s + H_A \leq 8,0 \text{ m έως } 5,0 \text{ m}$$

2. Έλεγχος αν είναι δυνατή η ίδρυση φράγματος με το επιθυμητό συνολικό ύψος στη συγκεκριμένη θέση



$$\sigma_{\epsilon\pi} = 60 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_b = 2.4 \text{ t/m}^2$$

$$H_{\epsilon\pi} = 0.84 * \frac{\sigma_{\epsilon\pi}}{\gamma_b}$$

Όπου $H_{\epsilon\pi}$ = επιτρεπτό συνολικό ύψος ($H_s + H_A$)

στη συγκεκριμένη θέση

$\sigma_{\epsilon\pi}$ = μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση του
εδάφους στη συγκεκριμένη θέση

θα πρέπει $H_s + H_A \leq H_{\epsilon\pi}$.

3. Υπολογισμός πάχους βάσης B

$$B = 0,65 * (H_s + H_A)$$

4. Μορφοποίηση του φράγματος


**3.7 Διαστασιολόγηση Έλεγχος
Ευστάθειας φράγματος βάρους
Με ύψος $H_s + H_A \leq 5,0$ m (νέα μέθοδος
Κωτούλα)**

1. Καθορισμός των διαστάσεων

Έλεγχος

$$H_s + H_A \leq 5,0 \text{ m}$$

2. Έλεγχος αν είναι δυνατή η ίδρυση φράγματος με
το επιθυμητό συνολικό ύψος στη συγκεκριμένη θέση


$$\sigma_{\text{επ}} = 60 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_b = 2.4 \text{ t/m}^2$$

$$H_{\text{επ.}} = 0,42 * \frac{\sigma_{\text{επ.}}}{\gamma_b}$$

Όπου $H_{\text{επ.}}$ = επιτρεπτό συνολικό ύψος ($H_s + H_A$)

στη συγκεκριμένη θέση

$\sigma_{\text{επ}}$ = μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση του
εδάφους στη συγκεκριμένη θέση

θα πρέπει $H_s + H_A \leq H_{\text{επ.}}$

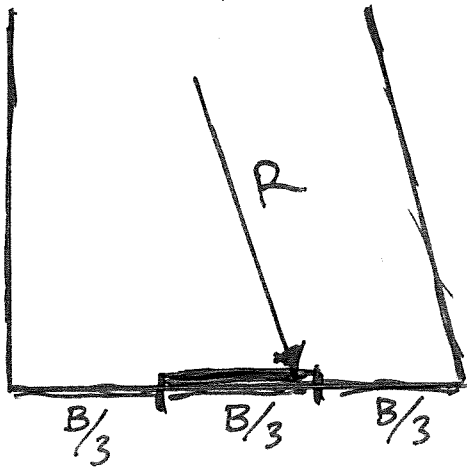
3. Υπολογισμός πάχους βάσης B

$$B = 0,53 * (H_s + H_A)$$

4. Μορφοποίηση του φράγματος

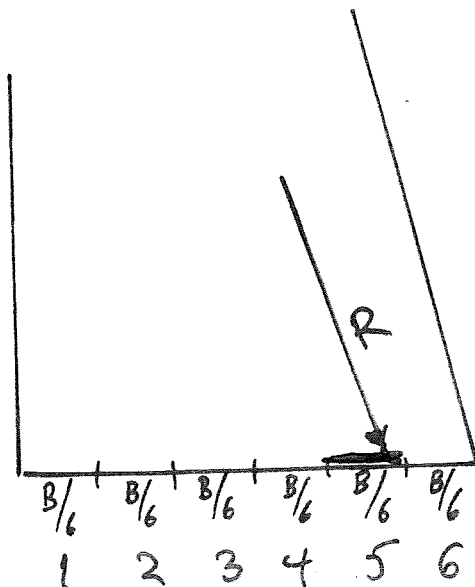
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

1) $H_s + H_A \leq 8,0 \text{ m}$ μέχρι τα 5,0 m



Δεν αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού όταν η R διέρχεται από το μέσο τρίτο της βάσης.

2) $H_s + H_A \leq 5,0 \text{ m}$

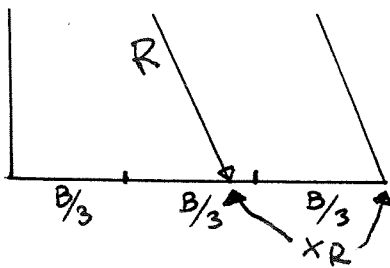


Αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού αλλά αυτές εξουδετερώνονται όταν η συνισταμένη διέρχεται από το πέμπτο $B/6$ της βάσης (μετρώντας από το κατακόρυφο άνω άκρο από το κατακόρυφο άνω άκρο).

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

$$1. H_s + H_A \leq 8,0 \text{ m} \quad \downarrow \text{ έως } 5,0 \text{ m}$$

1. Εφελκυσμού



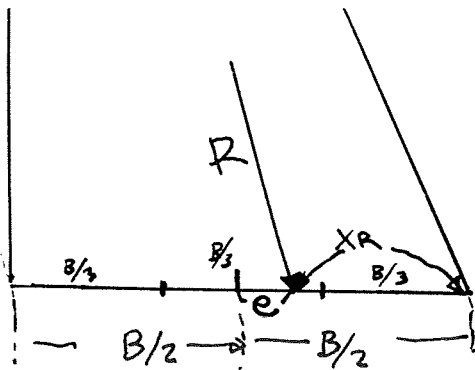
$$X_R = \frac{\Sigma M_{\sigma\theta\eta\rho\iota\varsigma\eta\varsigma} - \Sigma M_{\alpha\nu\alpha\tau\rho\omicron\pi\eta\varsigma}}{\Sigma \Delta\nu\acute{\alpha}\mu\epsilon\iota\varsigma \sigma\theta\eta\rho\iota\varsigma\eta\varsigma}$$

Πρέπει $X_R \geq B/3$

Όχι όμως μεγαλύτερο από 2 φορές το $B/3$

2. Καθίζησης

$\sigma_{\text{επιτρ.}}$ από πίνακες t/m^2 π.χ. $60t/m^2$



$$e = \frac{B}{2} - X_R \text{ (m)}$$

$$\sigma_{\text{υπ.}} = \frac{\Sigma \Delta\nu.\sigma\theta\eta\rho\iota\epsilon}{B \text{ (m}^2\text{)}} * 1 \pm \frac{6 \cdot e}{B \text{ (m}^2\text{)}}$$

Πρέπει $\sigma_{\text{υπ.}} < \sigma_{\text{επ.}}$

3. ολίσθησης

$$\sigma_{ολ.} = \frac{\Sigma_{\Deltaυν. \sigma\tau\eta\rho\iota\varsigma} \cdot \epsilon\varphi\varphi}{\Sigma_{\Deltaυν. \alpha\nu\alpha\tau\rho\omicron\tau\eta\varsigma}}$$

$\sigma_{ολ.}$ = συντελεστής ολίσθησης

Πρέπει $\sigma_{ολ.} > 1,5$

4. Ανατροπής

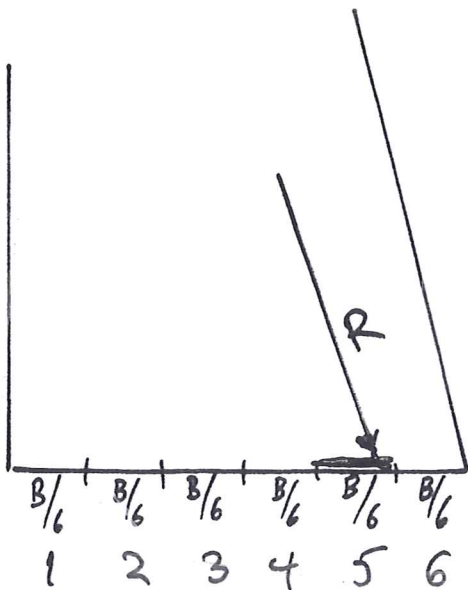
$$\sigma_{αν.} = \frac{\Sigma M_{\sigma\tau\eta\rho\iota\varsigma}}{\Sigma M_{\alpha\nu\alpha\tau\rho\omicron\tau\eta\varsigma}}$$

$\sigma_{αν.}$ = συντελεστής ανατροπής

Πρέπει $\sigma_{αν.} > 1,2$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

$$2. H_s + H_A \leq 5.0 \text{ m}$$



Αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού αλλά αυτές εξουδετερώνονται όταν η συνισταμένη διέρχεται από το πέμπτο $B/6$ της βάσης (μετρώντας από το κατακόρυφο άνω μέρος μέτωπο).

$$X_R = \frac{\Sigma M_{στήριξης} - \Sigma M_{ανατροπής}}{\Sigma \text{δυνάμεις στήριξης}} \text{ (m)}$$

$$\text{Πρέπει } X_R \geq \frac{B}{6}$$

Όχι όμως μεγαλύτερο από 2 φορές το $B/6$

2. Καθίζησης
3. Ολίσθησης
4. Ανατροπής

3.8. Διαστασιολόγηση φράγματος κατά Daubree

Για φράγματα από σκυρόδεμα

Με $\gamma_b = 2,4 \text{ t/m}^3$ και $\gamma = 1,2 \text{ t/m}^3$

$$B = 0.64 \cdot H_s \quad H_s = H_h + H_f$$

$$K = 0.44 \cdot H_s$$

Για φράγματα από λιθοδομή με κονίαμα

Με $\gamma_b = 2,2 \text{ t/m}^3$ και $\gamma = 1,2 \text{ t/m}^3$

$$B = 0.67 \cdot H_s$$

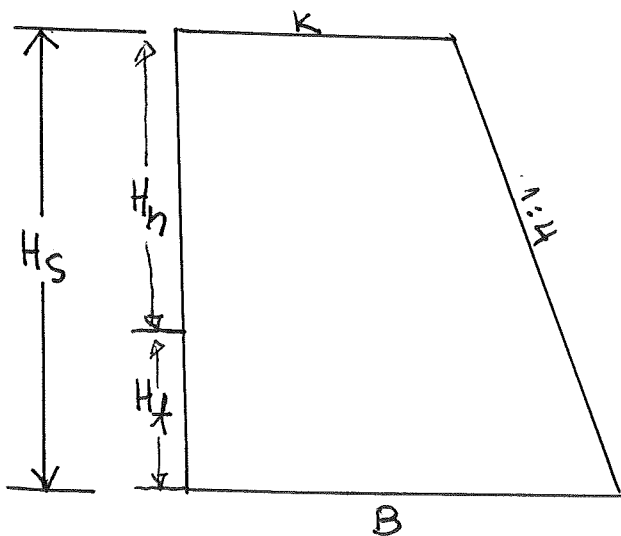
$$K = 0,47 \cdot H_s$$

Για φράγματα από ξηρολιθοδομή

Με $\gamma_b = 1,8 \text{ t/m}^3$ και $\gamma = 1,2 \text{ t/m}^3$

$$B = 0,74 \cdot H_s$$

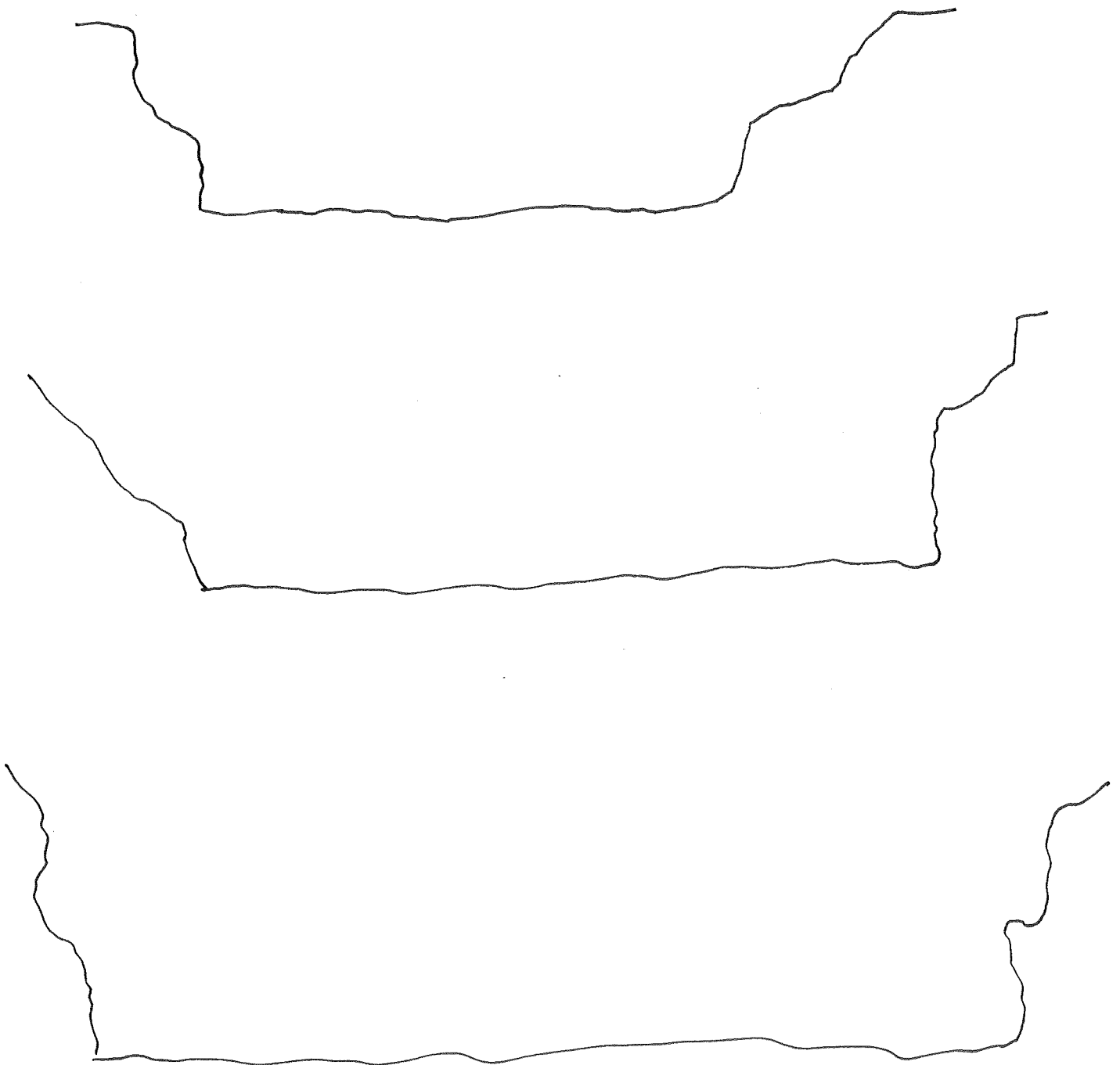
$$K = 0.54 \cdot H_s$$



**ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗΣ ΤΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ ΣΤΑ ΠΡΑΝΗ
(ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΔΟΚΟΙ-ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΚΑΜΠΥΛΑ)**

Τα φράγματα βάρους μπορούν να κατασκευασθούν σε κάθε κοίτη ανεξάρτητα από το ανάπτυγμα του πυθμένα της και των πρανών της. Επίσης κατασκευάζονται ανεξάρτητα από την κλίση και διαμόρφωση των πρανών.

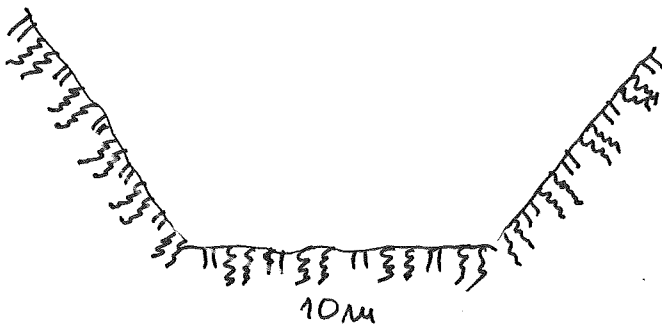
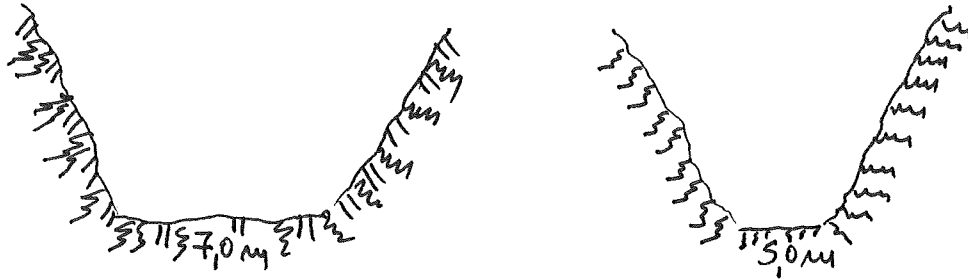
Παραδείγματα διατομών



Τα φράγματα **ΔΟΚΟΙ** και **ΚΑΜΠΥΛΑ** δεν εξουδετερώνουν τις δυνάμεις που δέχονται με το βάρος τους, αλλά τις μεταβιβάζουν στα πτερνή.

Για τον παραπάνω λόγο **ΔΕΝ** κατασκευάζονται σε οποιαδήποτε διατομή αλλά απαιτούν "στενές" κατά προτίμηση και βραχώδεις διατομές.

Οι ορεινές κοίτες των χειμαρρικών ρευμάτων συνήθως διαμορφώνονται ως εξής:

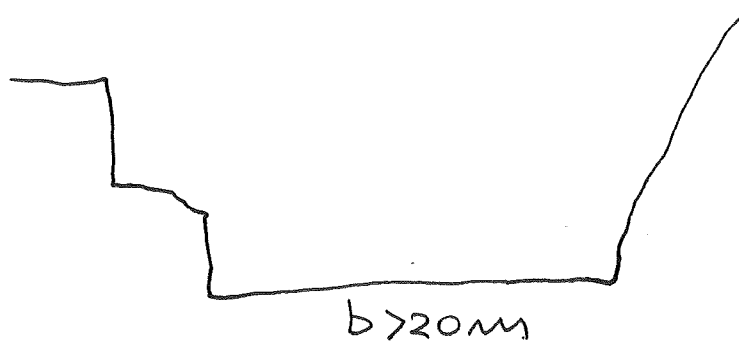


Εάν η γεωλογική τους συγκρότηση είναι από βράχο ή σταθερό σχετικά ημίβραχο **ΜΟΝΟ** τότε μπορούν να κατασκευασθούν φράγματα **ΔΟΚΟΙ** και **ΚΑΜΠΥΛΑ** φράγματα μετά όμως από κάποιες προϋποθέσεις.

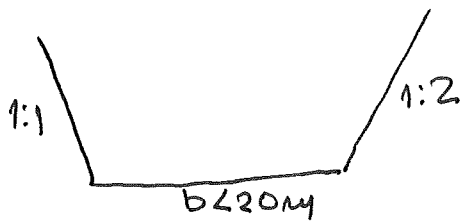
3.9. Διαστασιολόγηση φράγματος δοκού

Προϋποθέσεις κατασκευής

A. " στενές ,, , ομοιόμορφες διατομές



Στις παραπάνω διατομές δεν είναι δυνατή η κατασκευή φράγματος δοκού.



Β. κλίσεις πρανών

1:1 , 1:2 , 1:3

Στις διατομές αυτές είναι δυνατή η κατασκευή φράγματος δοκού . Επίσης η διατομή πρέπει να είναι ημίβραχος (όχι αποσαρθρωμένος ή βράχος)

Γ. Μόνο για φράγματα με μέγιστο ύψος $H_s + H_A \leq 6 \text{ m}$ (χωρίς οπλισμό)

Δ. Σκυρόδεμα B160 η B225 με $\gamma_b = 2.4 \text{ t/m}^3$

ΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΔΟΚΟΙ

Χωρίς οπλισμό με μέγιστο συνολικό ύψος

$$H_s + H_A \leq 6,0 \text{ m}$$

1. Καθορισμός των διαστάσεων και των υλικών δόμησης του φράγματος

- σκυρόδεμα : B160 ή B225 $\gamma_b = 2.4 \text{ t/m}^3$
- H_h , H_A , H_f
- Καθορισμός T1 και T2

(Διάσταση κάθετη προς την επιφάνεια του πρανούς)

Βραχώδεις $T = 0,25 - 0,5 \text{ m}$

Ημιβραχώδεις $T = 0,5 - 1,00 \text{ m}$

Ο στατιστικός έλεγχος παραλείπεται στις εξής περιπτώσεις

<u>Είδος πρανούς</u>	<u>$H_s + H_A$ (m)</u>
Βραχώδεις	<6.0
Ημιβραχώδεις	<5.0

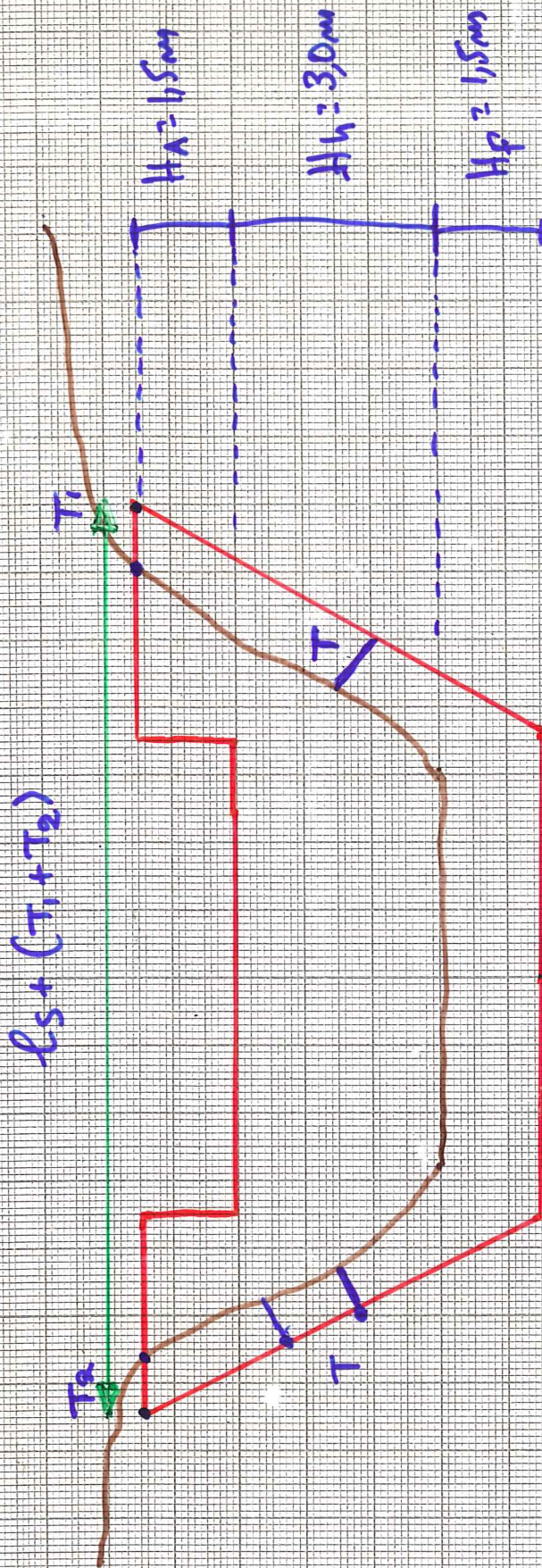
2. Έλεγχος ίδρυσης φράγματος δοκού

$$l_s + (T_1 + T_2) \leq \max B_{Hs} + H_A$$

- Σχεδιάζουμε τη διατομή της κοίτης στη θέση ίδρυσης του φράγματος
- Με βάση το πλάτος l_s που αντιστοιχεί στο συνολικό ύψος του φράγματος $H_s + H_A$ ελέγχεται από τον παρακάτω πίνακα κατά πόσο το συνολικό ανάπτυγμα

Πίνακας διαίτησης $b = 7m$

κλίση $i = 100$



Τα μέγιστα επιτρεπτά αναπτύγματα των φραγμάτων-δοκών
για διάφορα συνολικά ύψη

Συνολικό ύψος H_S+H_D (m)	Μέγιστο επιτρεπτό ανάπτυγμα του φράγματος δοκού $\max B_{H_S+H_D}$ (m)	
	σκυρόδεμα και λιθόδεμα	λιθοδομή
2,0	12,85	7,41
3,0	15,73	9,08
4,0	18,17	10,48
5,0	20,31	11,72
6,0	22,25	12,84

$I_s + (T_1 + T_2)$ είναι μικρότερο από το μέγιστο επιτρεπόμενο.

- Καθορισμός κλίσης πρανών (1:1, 1:2)
 - Θεμέλιος υδατοχετός
3. Σχεδίαση πρόσοψης του φράγματος
 4. Καθορισμός των δοκών

ΔΟΚΟΣ	$H_A + H_{SI}$	B_I	D_I
A/A	(m)	(m)	(m)
1	2,0	12.80	1.43
2	3.0	10.60	1.40
3	4.0	9.60	1.44
4	5.0	8.60	1.43
5	5,75



ΦΡΑΓΜΑ ΔΟΚΟΣ



ΦΡΑΓΜΑ ΔΟΚΟΣ

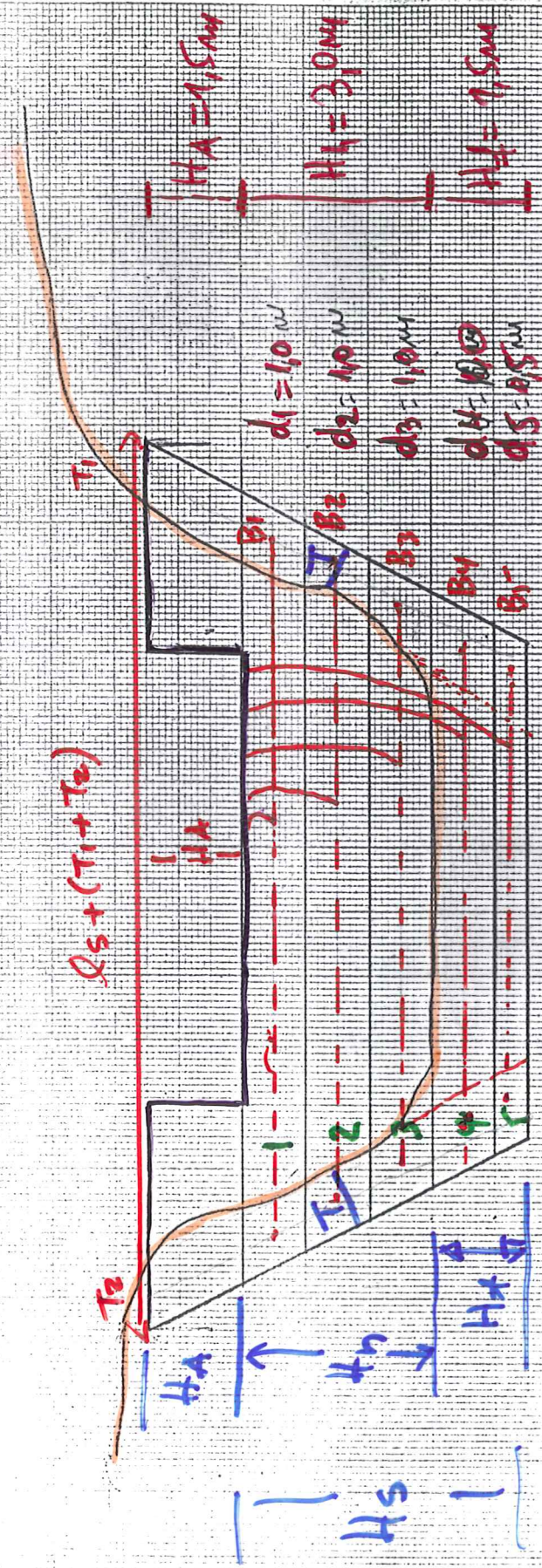
$$Q_s + (T_1 + T_2) \leq \max B_{Hs} + H_A$$

Климатика 1:100
 $L_{Cu} = 1m$

Σ₁ 401000d

$$H_A = 1,5$$

- H_{s1} = H_A + 0,1 = 2,0m
- H_{s2} = H_A + 1,1 = 3,0m
- H_{s3} = H_A + 2,1 = 4,0m
- H_{s4} = H_A + 3,1 = 5,0m
- H_{s5} = H_A + 4,6 = 5,75



Για B225
$$D_i = \sqrt{\frac{B_i^2 \cdot (H_A + H_{Si})}{160}}$$

Για B300
$$D_i = \sqrt{\frac{B_i^2 \cdot (H_A + H_{Si})}{200}}$$

$D_1 = 1.43$

$D_2 = 1.40$

$D_3 = 1.44$

$D_4 = 1.43$

$D_5 = \dots\dots$

6. Επιλογή του πάχους της βάσης – σχεδιασμός

$D_\delta \geq \max D_i$

7. Έλεγχος οικονομικότητας

- D_δ

D_β

θα πρέπει $D_\delta \leq \frac{D_\beta}{2}$

Όπου $D_\beta = \frac{1}{\sqrt{\delta_B}} \cdot (H_S + H_A)$

- Διατομές

F_δ

πρέπει

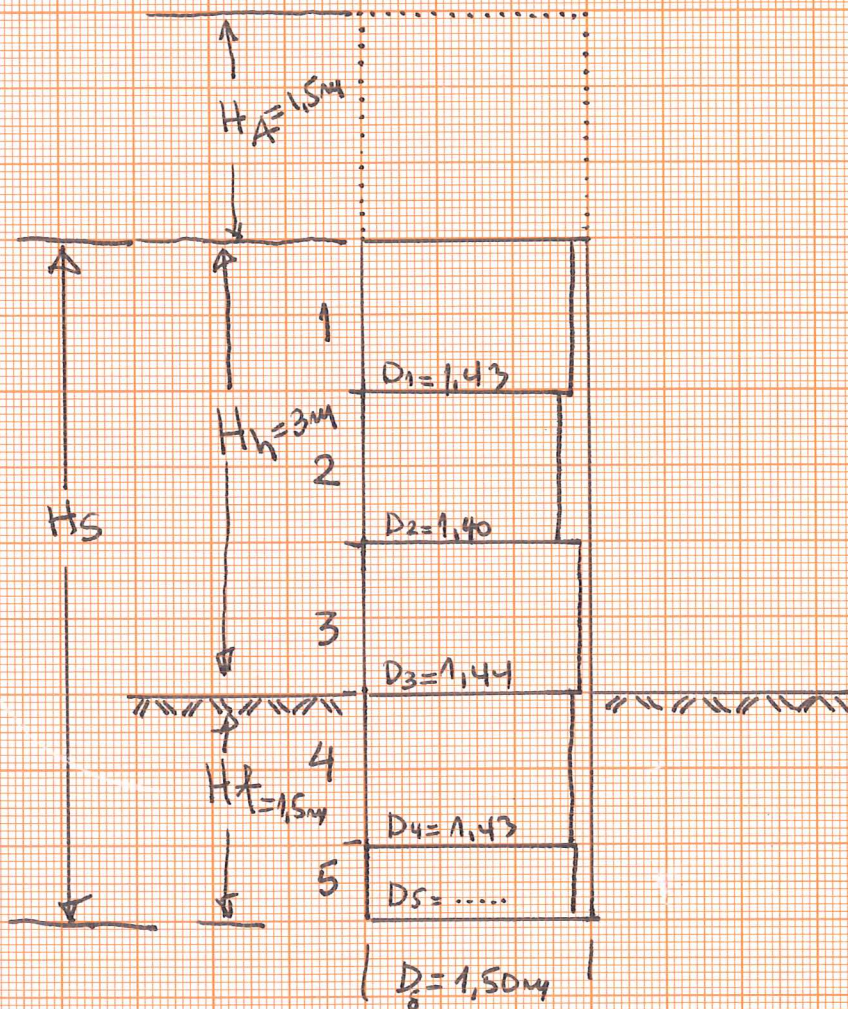
$F_\delta < F_\beta$

F_β

$F_\delta = D_\delta \cdot (H_S + H_A)$

$F_\beta = \frac{1}{2} \cdot D_\beta \cdot (H_S + H_A)$

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50



Τελικό παραδεκτό πάχος διατομής
του φράγματος της δοκού

$$D_8 = 1.50\text{m} > 1.44\text{m}$$

8. Υπολογισμός του πάχους D' της στέψης

$$D' = \frac{1}{\sqrt{gD}} \cdot \left(H_A + \frac{u_0^2}{2 \cdot g} \right)$$

Όπου u_0 η ταχύτητα προσπέλασης του διάρρου από το νερό

Συνήθως $u = 2-3$ m/sec

Πάχος στέψης $D' \geq D$

$$D' = D$$

9. Υπολογισμός πάχους πτερυγίων

$$D'' = D$$

- Αν τα πτερύγια κατασκευάζονται αυτοτελώς (δημιουργία αρμού) , για την καλύτερη σύνδεση τους με το σώμα του φράγματος , τοποθετείται σπλισμός
- Αν γίνει ταυτόχρονα με την πρώτη δοκό , τότε δεν απαιτείται σπλισμός

10. Πάχος D_f του φράγματος στον πυθμένα

$$D_f = D$$

Βραχώδη , όχι

Μη βραχώδη

$$D_f = (1,5 - 2,0) \cdot D \text{ (m)}$$

11. Πρόβλεψη υδατοχετών

12. Έλεγχος ευστάθειας του
φράγματος

Εφόσον τηρούνται όσα αναφέρθηκαν δεν απαιτείται έλεγχος της
ευστάθειας του φράγματος – δοκού

Απότομα πρηνή

1 Συνθήκη θλίψης στον πυθμένα

2 Υδραυλική θραύση του εδάφους

Αυξάνεται το βάθος H_f ή τα πάχος D

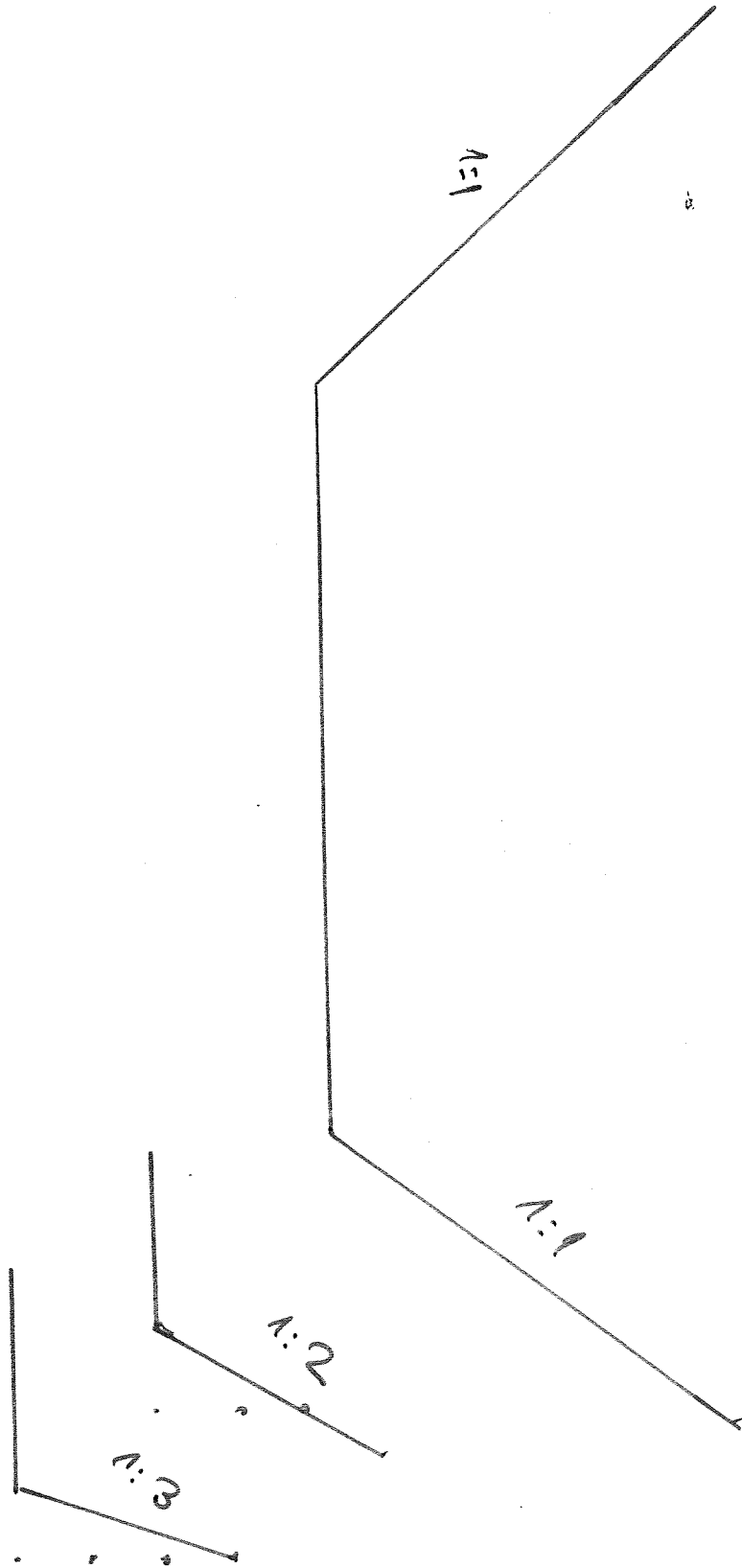
13.Μορφοποίηση της τελικής πρόσοψης και διατομής του φράγματος.

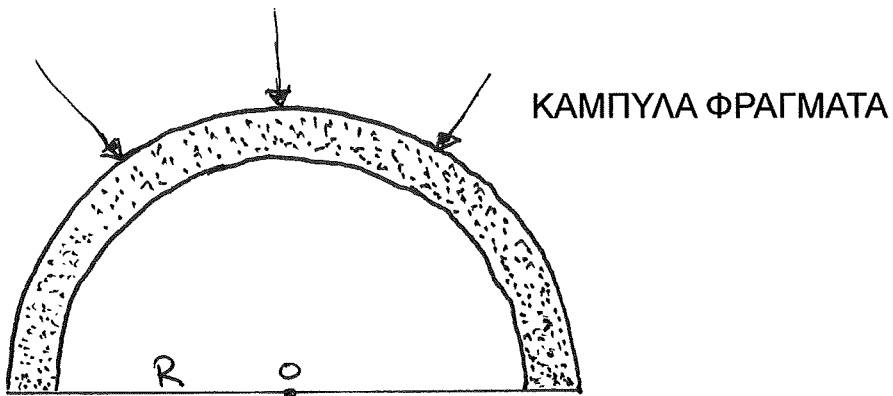
3.10.Διαστασιολόγηση καμπύλου φράγματος

α. “ στενές „ και συμμετρικές διατομές

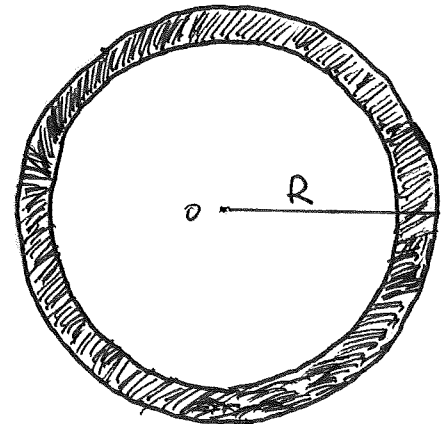


β. οι διατομές πρέπει να είναι σταθερός ημίβραχος (όχι αποσαρθρωμένος)
ή βράχος.





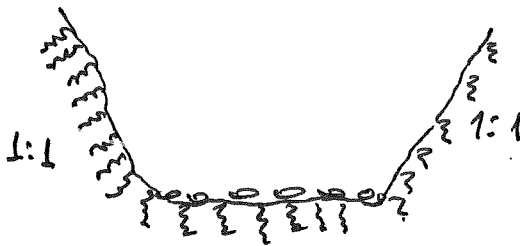
Κυλινδρικού τύπου



α. $H_s + H_A \leq 6.0 \text{ m}$

β. Στενές κατά προτίμηση βραχώδεις διατομές

γ. Συμμετρικές διατομές



Εφόσον αυτά τηρούνται ,

Τότε δεν χρειάζεται να γίνει έλεγχος της ευστάθειας.

1 Έλεγχος καταλληλότητας

της διατομής

- Αποτύπωση και σχεδίαση διατομής
- Έλεγχος της μορφής και της συμμετρίας της διατομής
- Προσδιορισμός της κλίσης των πρανών

$$\epsilon\varphi_{\alpha\eta} = \epsilon\varphi 2/1 = 2 \quad 63,43^\circ$$

$$\eta\mu 63,43 = 0,89 (\epsilon)$$

- Προσδιορισμός της συγκρότησης του γεωυποθέματος (όχι γεώδες , χαλαρό γεωυπόθεμα)

2 Επιλογή υλικών δόμησης

B₁₆₀ ή B₂₂₅ σκυρόδεμα

$$\gamma_b = 2.4 \text{ t/m}^3$$

3 Καθορισμός των

διαστάσεων του φράγματος

- Διαστάσεις θεμελίωσης

Στα πρανή T_h κάθετα στην επιφάνεια τους

$$\epsilon\varphi_{\alpha\eta} = \epsilon\varphi 2/1 = 63,43 \quad \text{βραχώδη T} = 1\text{m}$$

$$\eta\mu 63,43 = 0,89 (\epsilon)$$

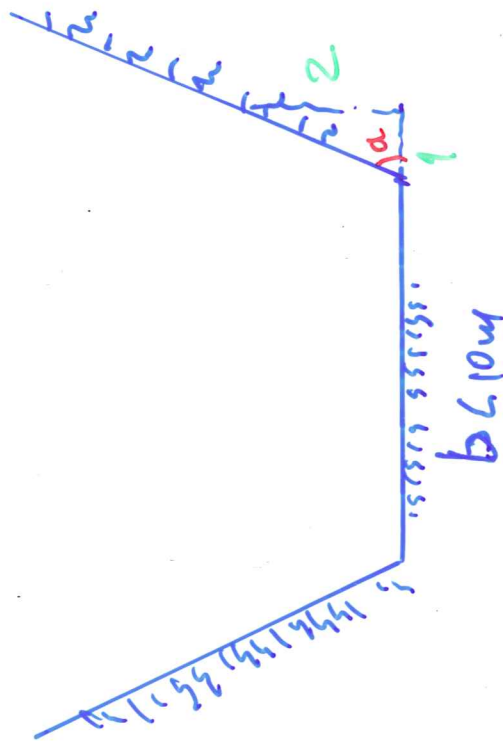
$$T_h = \frac{T}{\eta\mu\alpha} = \frac{T}{\epsilon} = \frac{1}{0,89} = 1,12 \text{ m}$$

Σε συμπαγή γεώδη και ημιβαχώδη πρανή

$$T_h \geq 2.0 \text{ m}$$

$H_s + H_A \leq 6,0 \text{ m}$

SCALE 1:100



$$\text{slope} = \frac{2}{1} = 2$$
$$\alpha = 63,43^\circ$$

$$\begin{aligned} \delta b &= 2,4 \text{ t/m}^2 \\ H_h &= 3,0 \text{ m} \\ H_A &= 1,0 \text{ m} \\ H_F &= 1,0 \text{ m} \end{aligned}$$

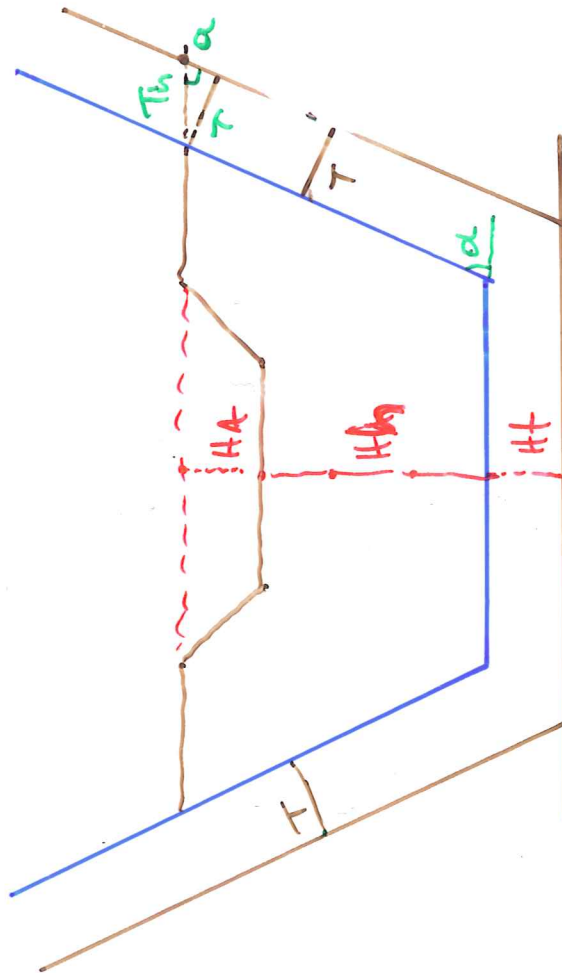
$$\alpha = 63,43^\circ$$

$$\mu a = \frac{T}{T_h}$$

$$T_h = \frac{T}{\mu a} = \frac{1}{\mu 63,43}$$

$$T_h = \frac{1}{0,83} = 1,12$$

$$T_h = 1,12$$



Στον πυθμένα : H_f (m)

- Διαστάσεις ύψους συνολικές

$$H_s + H_A \leq 6 \text{ m}$$

4 Έλεγχος της καμπυλότητας του φράγματος

- Έλεγχος του αναπτύγματος της διατομής $b_{(H_s+H_A)} \leq 20.0 \text{ m}$

- Προσδιορίζεται το εύρος b της διατομής της κοίτης στα ύψη H_s και H_f

$$s_{H_h} = b_{H_h} + 2T_h \text{ (m)}$$

$$\text{Πρέπει } s_{H_h} \leq 20 - 22 \text{ m}$$

$$s_{H_f} = b_{H_f} + 2T_h \text{ (m)}$$

- Επιλογή ακτίνας καμπυλότητας

$$\text{Πρέπει } R_a \leq s_{H_h}$$

$$\text{Έστω ότι βρήκαμε } s_{H_h} = 15 \text{ m}$$

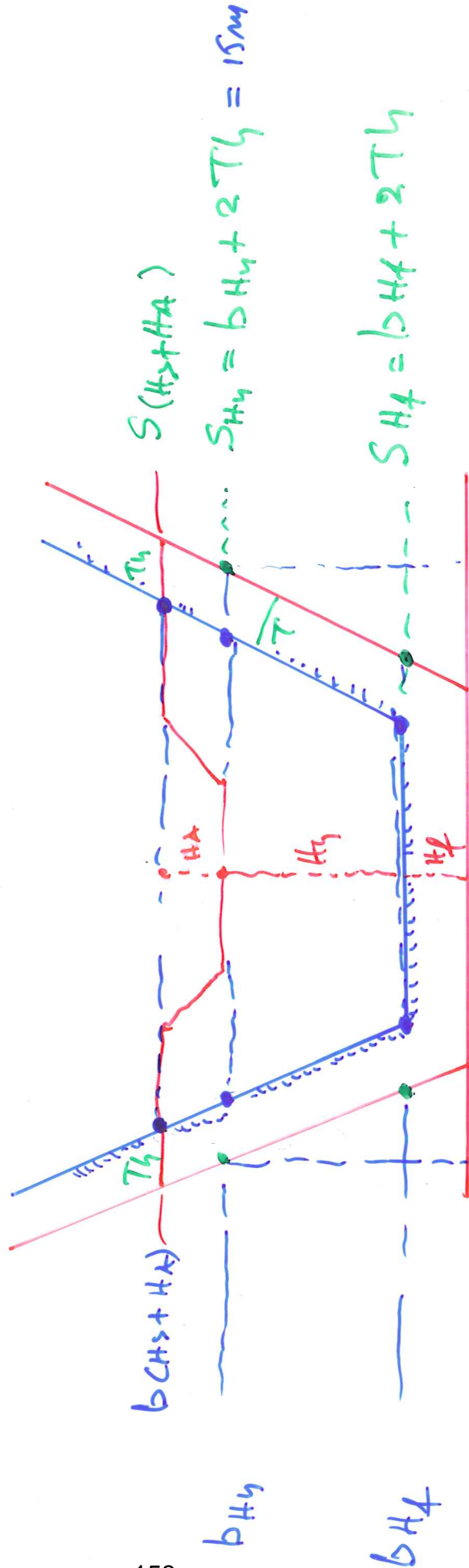
(στέψη)

Επιλέγω ακτίνα καμπυλότητας , $R_a = 13 \text{ m}$

πρέπει $b(H_s + H_A) \leq 20,0 \text{ mm}$

- Έξαρση αναντ' ήμενη διατομή $b(H_s + H_A)$
- Προβλεπόμενη έξαρση διατομής, σε ύψος H_s και H_A νεών $S_{H_s} \leq 20-22 \text{ mm}$

Έξω $S_{H_s} = 15 \text{ mm}$ Έξω $R_a = 13,0 \text{ mm}$
 Επίπεδο $R_a \leq S_{H_s}$



- Έλεγχος της καμπυλότητας του φράγματος, ο έλεγχος γίνεται για S_{H_2} και S_{H_1}

Αν δεν ισχύει επιλέγεται άλλη R_a .

$$f = R_a - \sqrt{R_a^2 - \left(\frac{s}{2}\right)^2}$$

$$\frac{f}{s} \geq 0.13$$

$$f = 13 - \sqrt{13^2 - \left(\frac{15}{2}\right)^2} \Rightarrow f = 2.38 \text{ m}$$

$$\frac{f}{s} = \frac{2.33}{15} = 0.16 > 0.13 \text{ δεκτή}$$

Το ίδιο και για S_{H_1}

- 5 Έλεγχος του καμπύλου αναπτύγματος L του φράγματος

$$L = \frac{2 \cdot R_a \cdot \pi \cdot \theta}{400}$$

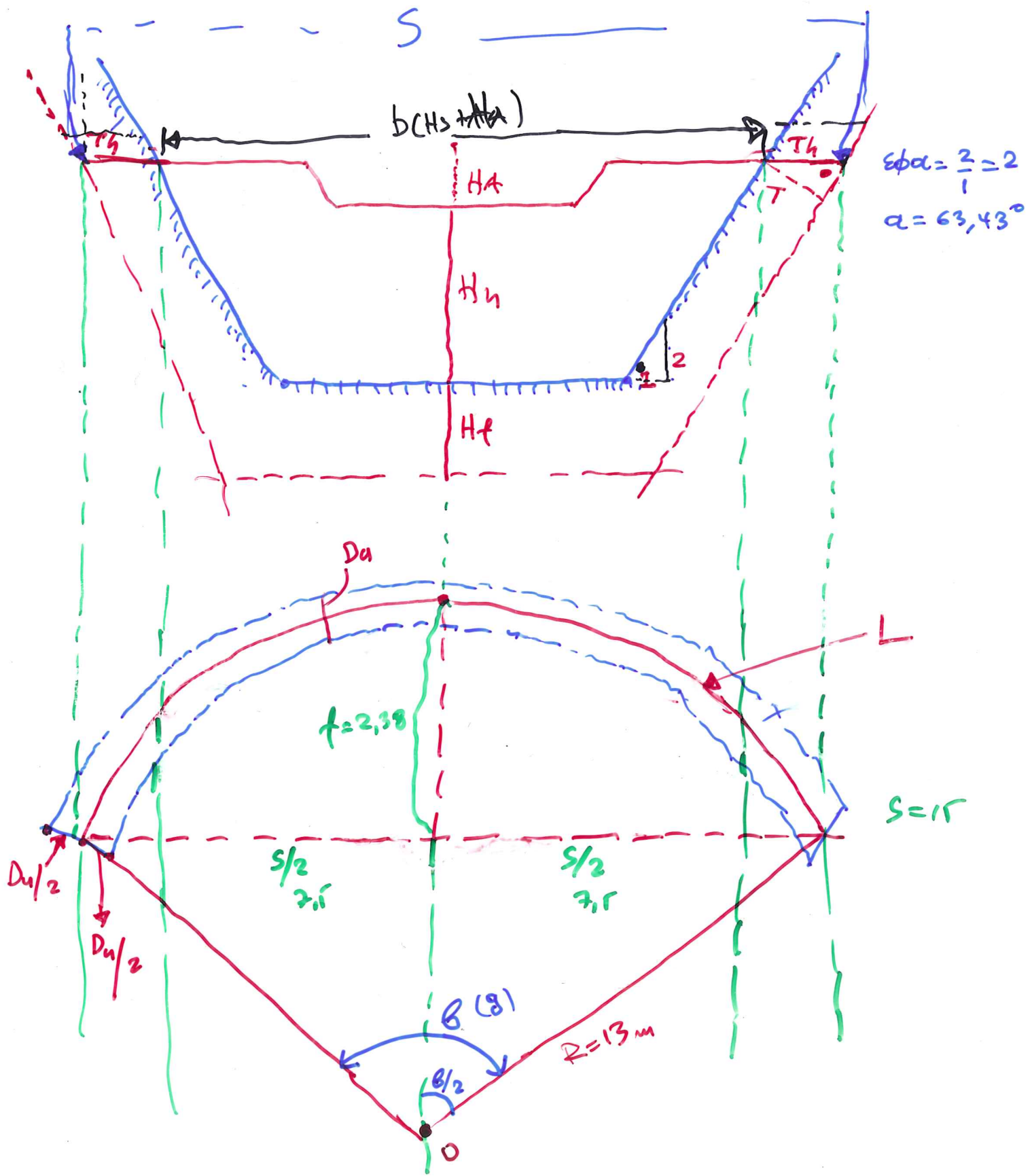
$$\pi = 3,14$$

$$\eta \mu \frac{\theta}{2} = \frac{s}{2 \cdot R_a} = \frac{15}{2 \cdot 13} = 0,57 \Rightarrow \frac{\theta}{2} = 35,23^\circ$$

$$\beta = 70,46^\circ$$

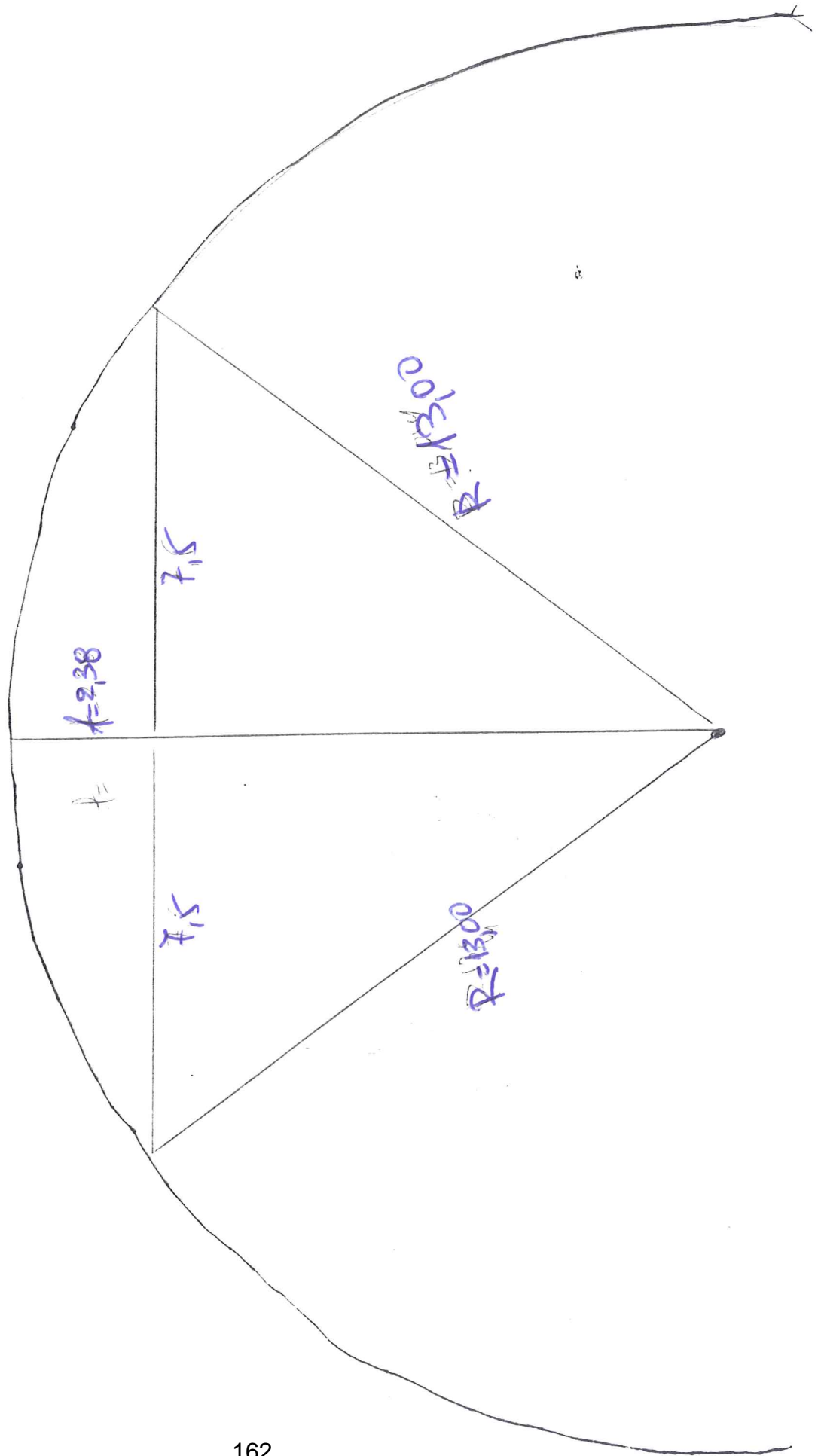
$$L = \frac{2 \cdot 13 \cdot 3,14 \cdot 70,46}{400} = 14.38 \text{ m}$$

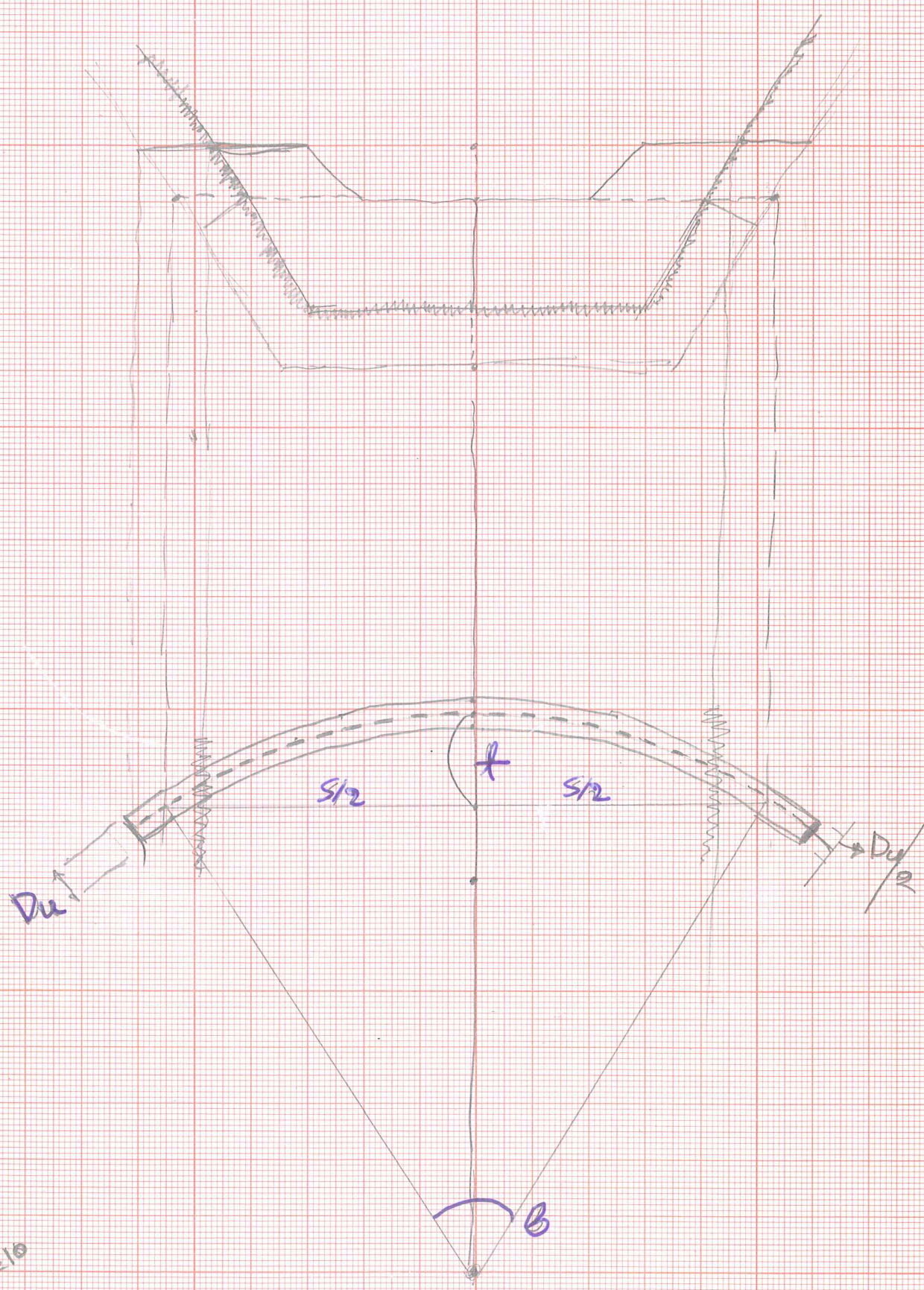
Πρέπει $L \leq 6-10 (H_S + H_A)$ ισχύει





ΚΑΜΠΥΛΟ ΦΡΑΓΜΑ





$S=11$
 $R_0=10$

6. Καθορισμός του πάχους D_u του φράγματος

$$D_u = \frac{R_a \cdot (H_s + H_A)}{0,975 \cdot \sigma_d}$$

Όπου σ_d επιτρεπόμενη αντοχή σε θλίψη (t/m^3)

Σί,τι αφορά την επιτρεπόμενη αντοχή σε θλίψη, ισχύουν τα εξής:

<u>είδος τοιχοποιίας</u>	<u>επιτρεπόμενη αντοχή σε θλίψη σ_d (t/m^3)</u>
σκυρόδεμα B160	400
σκυρόδεμα B225	550
σκυρόδεμα B300	750
λιθοδομή με ασβεστοκονίαμα	70
λιθοδομή με σιμεντοκονίαμα	150
ξηρολιθοδομή	30

7. Καθορισμός του πάχους D' της στέψης

$$D' = D_u \text{ (m)}$$

ή

$$D' = D_u + (0.10-0.20) \text{ m}$$

8. Διαμόρφωση των πτερυγίων

$$D'' = D_u$$

9. Πάχος θεμελίωσης D_f του φράγματος στον πυθμένα

$$D_f = D_u$$

Πάχος θεμελίωσης D_f του

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΥΛΙΚΑ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Για την κατασκευή των χαμηλών, συμπαγών φραγμάτων χρησιμοποιήθηκαν κατά καιρούς διάφορα υλικά δόμησης.

Αρχικά γινόταν χρήση ανθεκτικών λίθων (αργών ή λαξευτών) διαφόρου είδους. Σε μικρού ύψους φράγματα η λιθοδομή κατασκευαζόταν με την αλληλεπίθεση των λιθοτεμαχίων χωρίς τη χρήση συνδετικής ύλης (κονιάματος). Το είδος αυτό της τοιχοποιίας, γνωστό ως "ξηρολιθιά", χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την ίδρυση απλών φραγμάτων ("αγροτικού ρυθμού"), χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις. Για την κατασκευή όμως υψηλότερων φραγμάτων με μεγαλύτερες απαιτήσεις τα λιθοτεμάχια συνδεόταν μεταξύ τους με κατάλληλο κονίαμα, συνήθως ασβεστοκονίαμα. (Κωτούλας 1995)

Στις αρχές του 19ου αιώνα, κατασκευάστηκαν τα πρώτα φράγματα από σκυρόδεμα. Σήμερα το σκυρόδεμα αποτελεί πλέον το αποκλειστικό υλικό δόμησης των χαμηλών, συμπαγών φραγμάτων, με εξαίρεση μόνο εκείνα, που ιδρύονται σε προστατευόμενες περιοχές με αισθητικό παραδοσιακό ή ιστορικό χαρακτήρα. Αλλά και στις περιπτώσεις αυτές προτιμάται κατά κανόνα η επένδυση του σκυροδέματος με κατάλληλους λίθους αντί της ίδρυσης λίθινων φραγμάτων. Κατά την τελευταία 15ετία ιδρύονται επίσης και φράγματα από οπλισμένο σκυρόδεμα (Κωτούλας 1995).

Επειδή το σκυρόδεμα είναι δαπανηρό υλικό, η δε παρασκευή και μεταφορά του στις ορεινές, δυσπρόσιτες λεκάνες απορροής των χειμαρρικών ρευμάτων είναι γενικά δυσχερές, χρησιμοποιείται συχνά το λιθοσκυρόδεμα, περισσότερο γνωστό ως λιθόδεμα. Πρόκειται για σκυρόδεμα, στη μάζα του οποίου τοποθετούνται (εμβαπτίζονται) υγιείς, ευμεγέθεις λίθοι ("κολυμπητοί"). Χρήση λιθοδέματος γίνεται σχεδόν σ' όλες σχεδόν τις χώρες, ιδίως κατά την ίδρυση φραγμάτων βάρους. (Κωτούλας 1995)

Κατά τη 10ετία του 1960 ιδρύθηκαν τα πρώτα φράγματα διαλογής η δε κατασκευή τους γενικεύθηκε κατά την τελευταία 10ετία. Πρόκειται για κατασκευές από σκυρόδεμα (οπλισμένο ή μη) με μεγάλα ανοίγματα, στα κενά των οποίων τοποθετούνται μεταλλικές σχάρες με σιδηροδοκούς από κατάλληλο, μορφοποιημένο χάλυβα. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα κατασκευάζονται και φράγματα μόνο από μορφοποιημένα χαλυβοτεμάχια (σκελετικά φράγματα). Συχνά η χρήση του σκυροδέματος (οπλισμένου ή μη), γίνεται και με μορφή προκατασκευασμένων τεμαχίων.

Τέλος, ως υλικά δόμησης των μικρού ύψους φραγμάτων, που ιδρύονται για τη διευθέτηση δευτερευουσών χαραδρών, χρησιμοποιήθηκαν και εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται κιβώτια είτε συρματόπλεκτα, είτε από προκατασκευασμένα τεμάχια, τα οποία πληρούνται με διάφορα υλικά, ιδίως σκύρα και χάλυκες. Στη συνέχεια ερευνάται η καταλληλότητα των παραπάνω υλικών για τη δόμηση χαμηλών φραγμάτων με βάση τις ιδιότητές τους και σε σχέση με τις απαιτήσεις των διαφόρων φραγματικών τύπων. (Κωτούλας 1995)

Η ΛΙΘΟΔΟΜΗ

Οι φυσικοί λίθοι

Οι *φυσικοί λίθοι* (αργοί και ξεστοί ή λαξευτοί), που χρησιμοποιούνται για την ίδρυση χαμηλών, συμπαγών φραγμάτων, αποτελούν τεμάχια δηλ. εξορύγματα των επιφανειακών πετρωμάτων στην περιοχή ίδρυσής τους με διαστάσεις κατά κανόνα μεγαλύτερες των 0,10 m . Γενικά προτιμούνται οι πλακοειδείς, συμπαγείς, ανθεκτικοί, σκληροί λίθοι με μεγάλο ειδικό βάρος και περιορισμένη προσροφητικότητα σε νερό (μικρότερη του 1/20 του βάρους τους).

Οι διαστάσεις των λίθων ποικίλλουν ανάλογα με το μέρος του φράγματος, στο οποίο χρησιμοποιούνται, όπως ενδεικτικά φαίνεται στο επόμενο πινάκιο (Μουλόπουλος 1968):

Μέρη του φράγματος	Διαστάσεις των αναγκαίων λίθων:		
	μήκος	πλάτος	πάχος
στέψη	0,80	0,50	0,40
κάταντες μέτωπο	0,60	0,40	0,30
άναντες μέτωπο	0,50	0,30	0,30
εσωτερικό	0,40	0,30	0,30

Πάντως σε λιθοδομή χωρίς κονίαμα (ξηρολιθιά) γίνεται χρήση μεγαλύτερων λίθων, ενώ σε λιθοδομή με σιμεντοκονίαμα, οι λίθοι που χρησιμοποιούνται στο εσωτερικό του φράγματος, μπορούν να είναι και μικρότερων διαστάσεων.

Τα κονιάματα

Ως *κονιάματα* χαρακτηρίζονται τα συνδετικά μέσα που παρεμβάλλονται μεταξύ των λίθων για τη δημιουργία συμπαγούς τοίχου, την εξίσωση των ανωμαλιών τους, για την ομοιόμορφη διάδοση των πιέσεων, για τον καλλωπισμό κλπ. Κυριότερα κονιάματα είναι το **ασβεστοκονίαμα** και το **σιμεντοκονίαμα**. Το *ασβεστοκονίαμα* παρασκευάζεται από ασβέστιο, άμμο και νερό με αναλογία άμμου προς νερό περίπου 1:3. Για ένα m³ έτοιμου κονιάματος, προστίθενται 200 ÷ 250 λίτρα νερού.

Το *σιμεντοκονίαμα* παρασκευάζεται με ανάμειξη σε ξηρή κατάσταση σιμέντου με άμμο. Το μίγμα διαβρέχεται με τόσο νερό, ώστε μετά από επιμελημένη ανάδευση να καταστεί πλαστικό. Κατά κανόνα, για 1 m³ έτοιμου σιμεντοκονιάματος με κανονική πλαστικότητα, απαιτούνται 400 ÷ 500 λίτρα νερού. (Κωτούλας 1995)

Τα είδη λιθοδομής

Οι *λιθοδομές* προσφέρονται ιδιαίτερα για την παραλαβή θλιπτικών τάσεων. Οι **ξηρολιθοδομές** παρουσιάζουν περιορισμένη αντοχή σε θλίψη (περίπου 3 kg/cm²). Ένα φράγμα από ξηρολιθοδομή είναι τόσο στερεώτερο, όσο πιο στρωμένοι είναι οι λίθοι και όσο περισσότεροι είναι οι "εμβατικοί" σε σχέση με τους "δρομικούς" λίθους.

Οι *λιθοδομές με κονίαμα* έχουν αυξημένες θλιπτικές αντοχές.

Από πειραματικές έρευνες σε λιθοδομές χαμηλών φραγμάτων προέκυψε, ότι η αντοχή μιας συμπαγούς λιθοδομής στις αναπτυσσόμενες τάσεις εξαρτάται από τη διεύθυνση καταπόνησης ως προς την διεύθυνση στρώσης των λίθων (αρμοί).

Οι **λιθεπενδύσεις**, που χρησιμοποιούνται συχνά στα χειμαρρικά φράγματα για την προστασία κυρίως του διάρρου και του κατάντη μετώπου τους που γίνεται αποδεκτό.

Θα πρέπει πάντως να σημειωθεί, ότι η λιθοδομή δε χρησιμοποιείται σήμερα στην πράξη για την ίδρυση φραγμάτων, παρά μόνο σε ειδικές περιπτώσεις (φράγματα σε προστατευόμενες περιοχές με παραδοσιακό, ιστορικό ή αισθητικό χαρακτήρα). Έχει υποκατασταθεί από το σκυρόδεμα.

ΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Το **σκυρόδεμα** αποτελεί μίγμα τσιμέντου, άμμου και αδρανών υλικών. Δηλ. πρόκειται για μια κατηγορία κονιάματος, το οποίο συντίθεται κατά κανόνα από 1

μέρος τσιμέντου, 2 ÷ 3 μερών άμμου και 3 ÷ 5 μερών σκύρων ή χαλίκων. Το ποσό του νερού που προστίθεται, ποικίλλει ανάλογα με την επιθυμητή ρευστότητα και την εποχή του έτους. Π.χ. για 1 m³ έτοιμου σκυροδέματος απαιτούνται 0,40 έως 0,50 m³ νερού. Το σκυρόδεμα διακρίνεται σε πλαστικό με περιεκτικότητα νερού στον όγκο του 15 ÷ 20%, το οποίο είναι κατάλληλο για το οπλισμένο σκυρόδεμα και σε ισχνό με περιεκτικότητα σε νερό 8 ÷ 15% , το οποίο προσφέρεται για κατασκευές χωρίς οπλισμό. Η παρασκευή του γίνεται κατά κανόνα με μαλακτῆρες (μπετονιέρες) στο εργοτάξιο του φράγματος. Κατά τα τελευταία χρόνια όμως χρησιμοποιείται και έτοιμο σκυρόδεμα. (Κωτούλας 1995)

Για την ίδρυση χαμηλών φραγμάτων συνιστάται να χρησιμοποιούνται οι εξής κατηγορίες σκυροδέματος:

B160 , B225 και B300

με ειδικό βάρος σκυροδέματος, το οποίο να κυμαίνεται, ως εξής:

$$\gamma_b = 2,4 \div 2,6 \text{ t/m}^3$$

ΤΟ ΛΙΘΟΔΕΜΑ Ή ΛΙΘΟΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

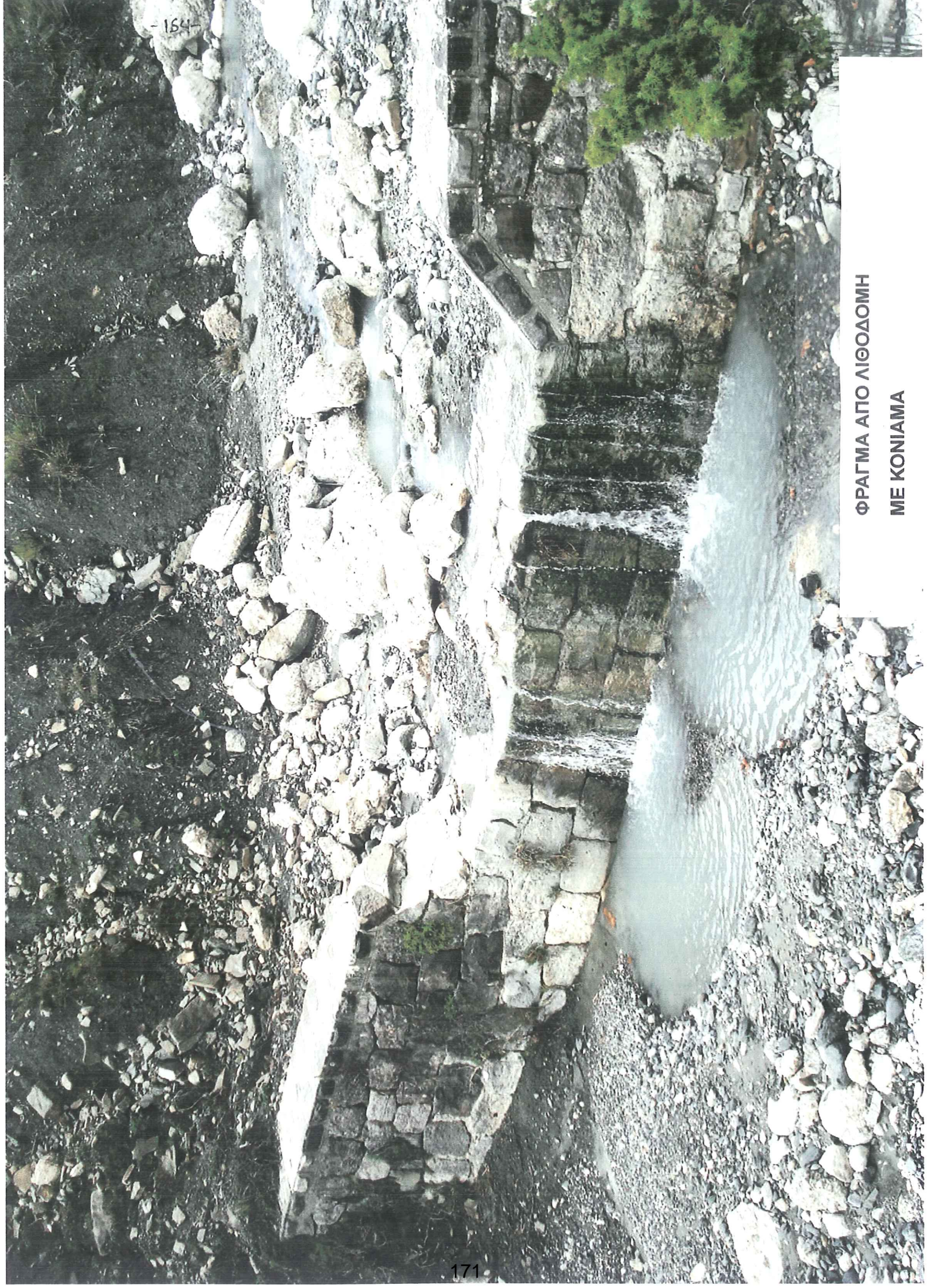
Ως λιθοσκυρόδεμα ή λιθόδεμα χαρακτηρίζεται το σκυρόδεμα, στο οποίο εντίθενται και λίθοι (χάρην οικονομίας), χωρίς όμως να μεταβάλλονται οι ιδιότητές του και ιδίως η αντοχή του σε θλίψη. Συνιστάται, το ποσοστό των εντιθέμενων λίθων να μη υπερβαίνει το 25÷30%, το δε μέγεθος (διάμετρος) των λίθων να μην είναι μεγαλύτερο των 25÷30 cm, ώστε να περιορίζεται η επίδραση της ανισοτροπίας μεταξύ των δύο υλικών (σκυροδέματος, λίθων). (Κωτούλας 1995)

Το ειδικό βάρος του λιθοδέματος εξαρτάται από το είδος του σκυροδέματος, την αναλογία και το είδος των λίθων ένθεσης. Κατά κανόνα παίρνεται:

$$\gamma_b = 2,4 \text{ t/m}^3$$



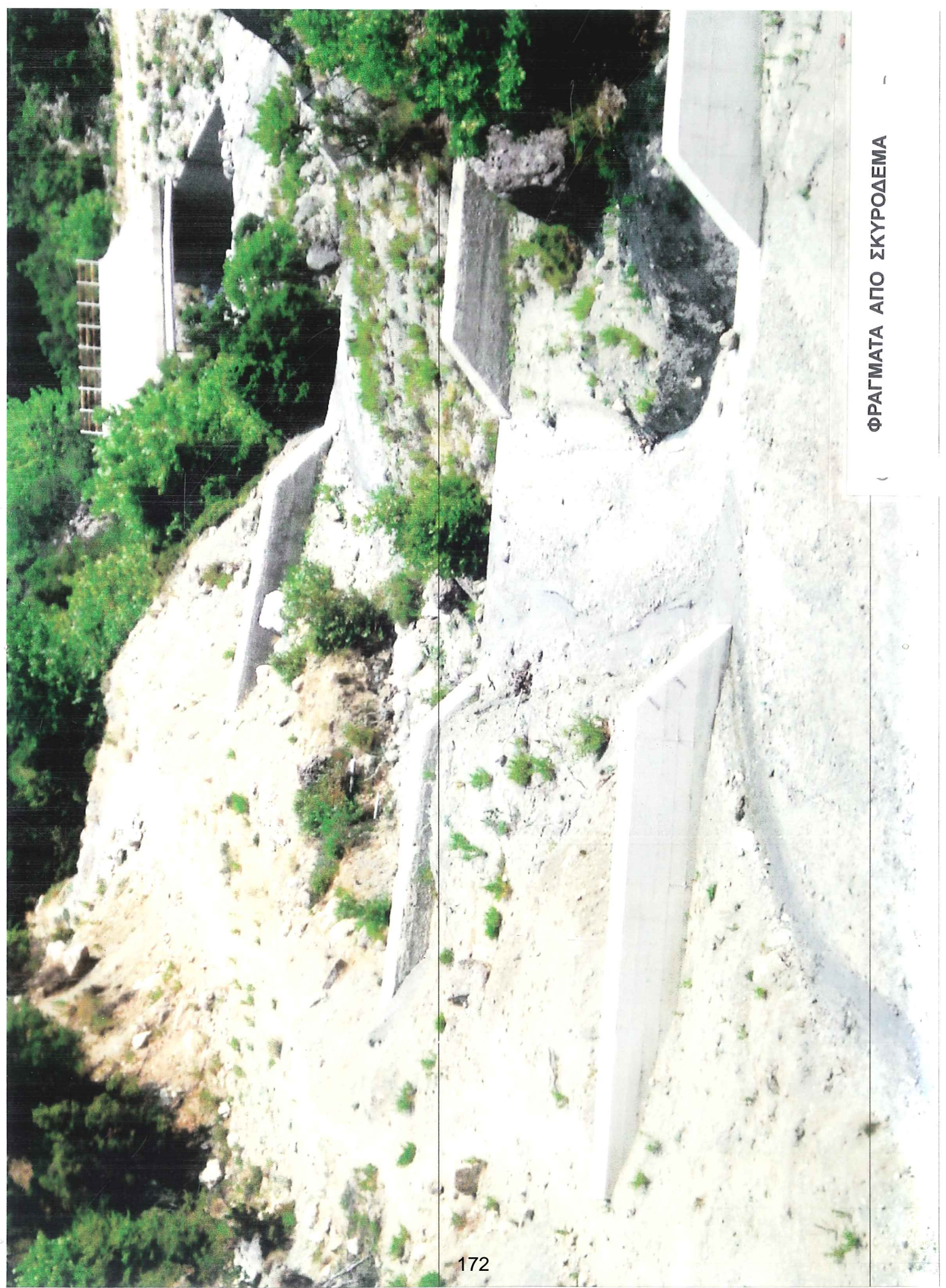
ΦΡΑΓΜΑ ΑΠΟ ΞΗΡΟΛΙΘΟΔΟΜΗ



-164-

ΦΡΑΓΜΑ ΑΠΟ ΛΙΘΟΔΟΜΗ
ΜΕ ΚΟΝΙΑΜΑ

ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

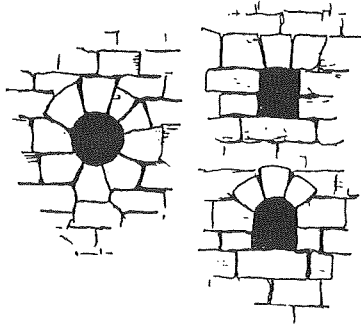


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΟΙ ΥΔΑΤΟΧΕΤΟΙ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

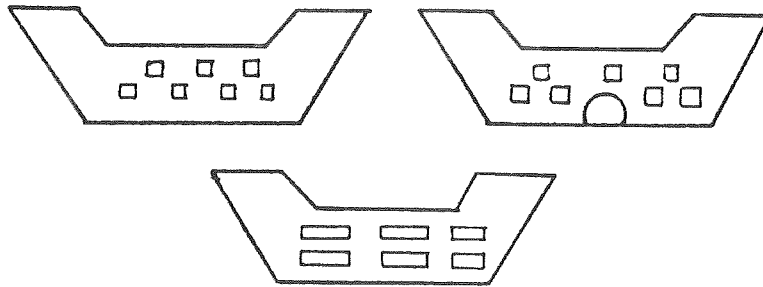
Οι *υδατοχετοί* αποτελούν διάκενα, τα οποία αφήνονται στον κορμό των φραγμάτων που ιδρύονται για τη διευθέτηση των φυσικών υδατορρευμάτων). Αποσκοπούν κατά κανόνα στην εκρροή των υδάτων που συσσωρεύονται στα ανάντη του φράγματος, είτε για να μειώνεται η ασκούμενη υδροστατική δύναμη στο άνω μέτωπό του (**ανακουφιστικοί οχετοί**) είτε για να αποφεύγεται ο διαποτισμός των προσχώσεων και των κλιτύων του ρεύματος με νερό, που μπορεί να οδηγήσει σε ολισθήσεις (**στραγγιστικοί οχετοί**), είτε για την διοχέτευση των χαμηλών υδάτων του ρεύματος κατά τον χρόνο της κατασκευής του έργου (**εκτρεπτικοί οχετοί**), είτε ακόμη και για την επιβολή διαλογής στα φερτά υλικά (**οχετοί διαλογής ή μεγαλοχετοί**). (Κωτούλας 1995)

Παλαιότερα οι οχετοί κατασκευάζονταν με διατομή μορφής τετραγώνου ή ορθογωνίου και με όρθια την μεγαλύτερη πλευρά, στη συνέχεια δε άρχισε να δίνεται θολωτή μορφή στον ουρανό του οχετού). Πρόσφατα, οι οχετοί κατασκευάζονται κατά κανόνα με διατομή κυκλική ή επιμήκη ορθογωνική, με οριζόντια τη μεγάλη διάσταση και περισσότερο ή λιγότερο αποστρογγυλωμένες τις δυο πλευρές .

Οι διαστάσεις, ο αριθμός και η θέση των οχετών εξαρτώνται κατά κανόνα από τον επιδιωκόμενο σκοπό , το υπέργειο ύψος του φράγματος και το πλάτος της κοίτης). Οι ανακουφιστικοί και οι στραγγιστικοί οχετοί έχουν συνήθως μικρές διαστάσεις, είναι επαρκείς σε αριθμό, κατανέμονται σ' όλο το πλάτος της κοίτης ή τουλάχιστο σ' όλο το πλάτος του διάρρου και πυκνώνουν στα χαμηλότερα τμήματα του φράγματος. Για την εκτροπή των υδάτων κατά τον χρόνο των εργασιών κατασκευής προβλέπεται ένας μεγάλος υδατοχετός, στο ύψος του πυθμένα με διαστάσεις που να επαρκούν για την παροχέτευση της θερινής υδατοπαροχής. Σπανιότερα διαμορφώνονται δύο ή και περισσότεροι παρακείμενοι οχετοί. Τέλος, για τη διαλογή κατασκευάζονται κατά κανόνα μεγάλων διαστάσεων οπές (μεγαλοχετοί), οι οποίες διατάσσονται ομοιόμορφα σ'



Μορφές υδατοχετών



Διάταξη υδατοχετών



όλο το πλάτος του πυθμένα και σ' όλο το ύψος της κατασκευής. (Κωτούλας 1995).

Σ' ό,τι αφορά το σχήμα τους σε μηκοτομή, οι οχετοί διαμορφώνονται κατά κανόνα με ευρύτερο το άνοιγμα στο κάτω μέρος από ό,τι στο άνω μέρος μέτωπο και με ελαφρά κλίση του πυθμένα τους προς τα κάτω. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η εκροή του νερού και ιδίως η μετακίνηση των φερτών υλών, που εισέρχονται στον οχετό .

Για την καλύτερη λειτουργία των οπών και τη μεγαλύτερη στατική εξασφάλιση της φραγματικής κατασκευής συνιστάται να εφαρμόζονται τα εξής(Κωτούλας 1995):

Μορφή των οπών:

Επιλέγονται κυκλικές ή επιμήκεις οπές με αποστρογγυλωμένα άκρα.

Διάταξη των οπών:

- στα φράγματα βάρους: οπές σ' όλη την επιφάνεια της πρόοψης, αρκεί ο όγκος των κενών τους ανά τρέχον μέτρο να είναι μικρότερος του 2% του αντίστοιχου συνολικού όγκου του φράγματος

- στα φράγματα-δοκοί: περιορισμός των οπών κοντά στα πτερύγια και γενικά εκτός της κεντρικής περιοχής του φράγματος

- στα καμπύλα φράγματα: περιορισμός των οπών μόνο στην κεντρική ζώνη (όχι στις πλευρές) του φράγματος

Διαμόρφωση της μηκοτομής των οπών:

- στα φράγματα βάρους: η επιφάνεια της οπής στο κάτω μέρος μέτωπο επιλέγεται μεγαλύτερη εκείνης στο άνω μέρος. Ο "ουρανός" του οχετού διατάσσεται οριζόντιος, ενώ ο πυθμένας του ελαφρά κεκλιμένος προς τα κάτω, ώστε να διευκολύνεται η διέλευση των φερτών υλών

- στα λοιπά φράγματα: καμιά ιδιαίτερη διαμόρφωση (λόγω του περιορισμένου πάχους τους)

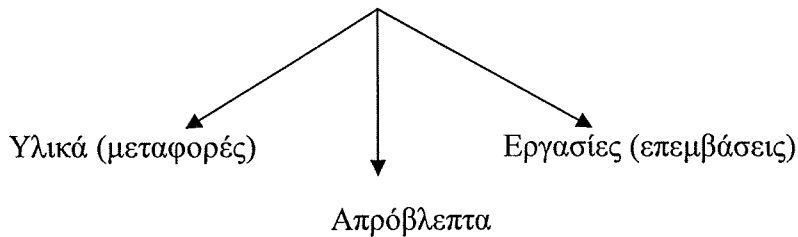
Διαστάσεις των οπών:

Στις συνήθεις οπές δίνεται κατά κανόνα διάμετρος 0,20 ÷ 0,60 m. Στους κεντρικούς οχετούς που απάγουν τη θερινή υδατοπαροχή των ρευμάτων δίνονται μεγαλύτερες διαστάσεις (διάμετρος 1,0 ÷ 2,0 m), η δε μορφή τους είναι κατά κανόνα ημικυκλική. Είναι επίσης δυνατή και η κατασκευή περισσότερων οχετών με μικρότερες διαστάσεις. Στην περίπτωση των οπών διαλογής διαμορφώνονται μεγαλοχετοί, οπότε γίνεται ειδικός προσδιορισμός των διαστάσεών τους, ανάλογα με τον επιδιωκόμενο σκοπό και τις διαμέτρους των φερτών υλικών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 °: ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ

ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Σ' ότι αφορά τη σύνταξη του προϋπολογισμού θα πρέπει ο μελετητής να λάβει υπόψη του και να προβλέψει όλες τις βασικές εργασίες και τα υλικά καθώς και τη μεταφορά αυτών που απαιτούνται για την υλοποίηση του έργου.



Κοστολόγηση των εργασιών – υλικών

Με υπουργικές αποφάσεις καθορίζονται τα Περιγραφικά Τιμολόγια – Άρθρα των διαφόρων κατηγοριών έργων.

- ΟΔΟΠΟΙΑΣ
- ΠΡΑΣΙΝΟΥ
- ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ
- ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ
- ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ – ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ
- ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ

Τα Περιγραφικά Τιμολόγια είναι διαθέσιμα στις σελίδες <http://www.ggde.gr/> , <http://www.tee.gr/>

Δομή Περιγραφικού Τιμολογίου – Άρθρα

Παράδειγμα

A.T.O.E 20.05 Εκσκαφή θεμελίων και τάφρων με χρήση μηχανικών μέσων, χωρίς την καθαρή μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής

Εκσκαφή θεμελίων και τάφρων με χρήση μηχανικών μέσων, πλάτους βάσεως έως και 3,00m ή μεγαλύτερου των 3,00m αλλά επιφάνειας βάσεως έως 12,00m² σε βάθος μέχρι 2,00m από το χαμηλότερο χείλος της διατομής εκσκαφής, εν ξηρώ ή εντός ύδατος βάθους έως 0,30m, του οποίου η στάθμη είτε ηρεμεί είτε υποβιβάζεται με εφ' άπαξ ή συνεχή άντληση (η οποία πληρώνεται ιδιαίτερα), με την αναπέταση των προϊόντων, την μόρφωση των παρειών και του πυθμένα και την τυχόν αναγκαία σποραδική αντιστήριξη των παρειών.

Τιμή ανά κυβικό μέτρο(m³) επί ορύγματος. Επιμέτρηση με λήψη διατομών προ και μετά την εκσκαφή.

20.05.01 σε εδάφη γαιώδη –ημιβραχώδη
κωδικός αναθεώρησης ΟΙΚ-2124
ΕΥΡΩ 5,00(€)

Αφού έχουμε προβλέψει όλες τις εργασίες και τα υλικά που είναι απαραίτητα για την κατασκευή του έργου ανατρέχουμε στα αντίστοιχα Περιγραφικά Τιμολόγια και παραθέτουμε τα αναγκαία άρθρα. Ακολουθεί η σύνταξη των πινάκων.

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ

ΤΙΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
(σύμφωνα με το ΦΕΚ 1556/18.10.2004)

α/α	A.T.O.E	Περιγραφή μονάδων	Είδος μονάδας	Τιμή μονάδας(€)
1		εκσκαφές		
α	25.05.01	Γαιώδες –ημιβραχώδες	m ³	5,00
β	20.05.01	Βραχώδες	m ³	30,00
2	32.05.03	σκυρόδεμα C _{12/20}	m ³	75,00
3	38.03 38.10	ξύλoτυπος	m ²	14,50
4		λιθοριπή	m ³	20,00

ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ

α/α	Είδος εργασίας	Μονάδες έργων		
		Είδος μονάδας	Τιμή μονάδας(€)	Ποσότητα
1	εκσκαφές			
α	Γαιώδες –ημιβραχώδες	m ³	5,00	100
β	Βραχώδες	m ³	30,00	100
2	σκυρόδεμα C _{12/20}	m ³	75,00	500
3	ξύλoτυπος	m ²	14,50	100
4	λιθοριπή	m ³	20,00	30

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Α/Α	Είδος εργασίας	Αριθμός τιμολογίου	Μονάδες έργων		Τιμή μονάδας (€)	Δαπάνη (€)	
			είδος	ποσότητα		μερική	ολική
1	2	3	4	5	6	7	8
1	εκσκαφές						
α	Γαιώδες – ημιβραχώδες	1	m ³	100	5,00	500	3500
β	Βραχώδες	1	m ³	100	30,00	3000	
2	σκυρόδεμα C _{12/20}	2	m ³	500	75,00	37500	37500
3	ξύλoτυπος	3	m ²	100	14,50	1450	1450
4	λιθοριπή	4	m ³	30	20,00	600	600

Άθροισμα: **43050€**
 Απόβλεπτα 15%: **6457,5**
 Γενικό σύνολο: **49507,5**

ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Για τις προμετρήσεις μετράμε τον όγκο του υλικού του φράγματος (όγκος λιθοδέματος) και τον όγκο των εκσκαφών (χωματισμοί).

Για να βρούμε τους όγκους αυτούς χωρίζουμε την πρόψη του φράγματος σε γνωστά γεωμετρικά σχήματα, τα εμβαδά των οποίων μπορούμε να υπολογίσουμε εύκολα (σχήμα 1). Στη συνέχεια υπολογίζουμε τον όγκο του κάθε τμήματος χρησιμοποιώντας το μέσο πάχος του, το οποίο λαμβάνουμε από την τομή του φράγματος.

Για τον όγκο του λιθοδέματος αφαιρούμε από τον συνολικό όγκο, τον όγκο των οχετών.

Για τον όγκο των εκσκαφών (σχήμα 2) προσθέτουμε κάθε φορά στο μέγιστο πάχος (D) 0,60m για την κατασκευή των ξυλότυπων και την ευκολότερη εργασία των εργατών.

Επομένως :

$$V_{\text{συνολικό}} = \sum V_i$$

$$V_{\text{λιθοδέματος}} = V_{\text{συνολικό}} - V_{\text{οχετών}}$$

και

$$V_{\text{εκσκαφών}} = \text{Εμβαδό} \cdot (D + 0,60)$$

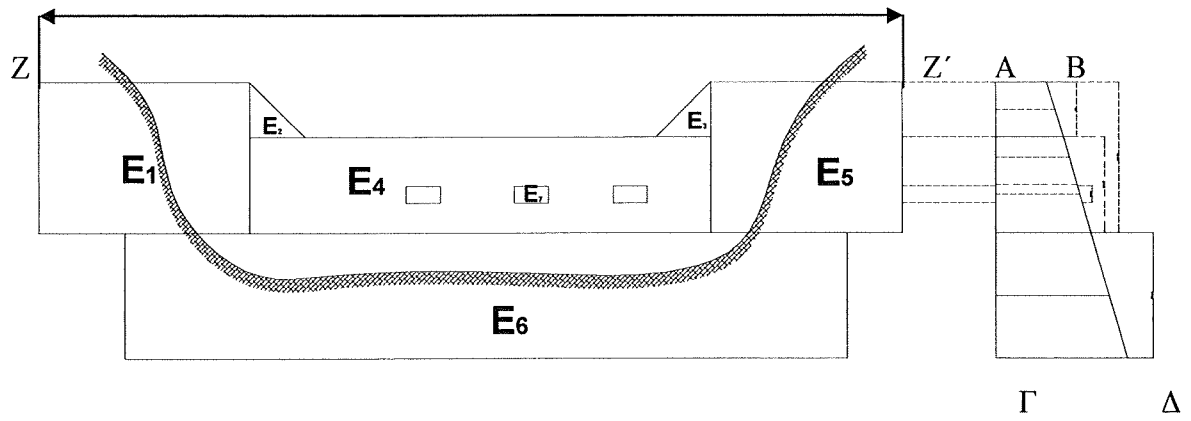
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΞΥΛΟΤΥΠΩΝ

Οι επιφάνειες ξυλότυπων του άναντες και κάταντες μετώπου του φράγματος υπολογίζονται ως εξής :

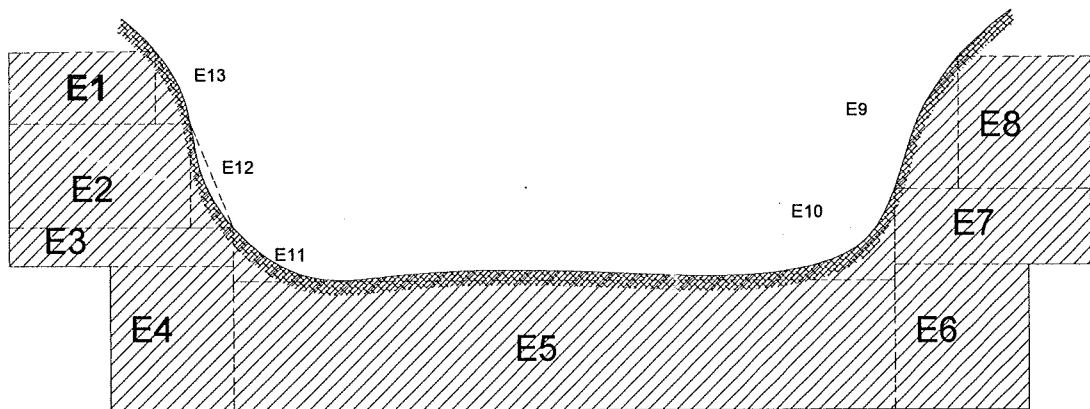
$E_{\text{άναντες}}$ = το γινόμενο (συνολικό ύψος φράγματος + ύψος διάρρου) * μέγιστο μήκος φράγματος = $ΑΓ \cdot ΖΖ'$ (m^2)

$E_{\text{κάταντες}}$ = $ΒΔ \cdot ΖΖ'$ (m^2)

$E_{\text{ολικό}}$ = $E_{\text{άναντες}} + E_{\text{κάταντες}}$



Σχήμα 1



Σχήμα 2



ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΞΛΟΥΤΩΠΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΤΕΣ ΜΕΤΩΠΟΥ
(ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΥ) ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

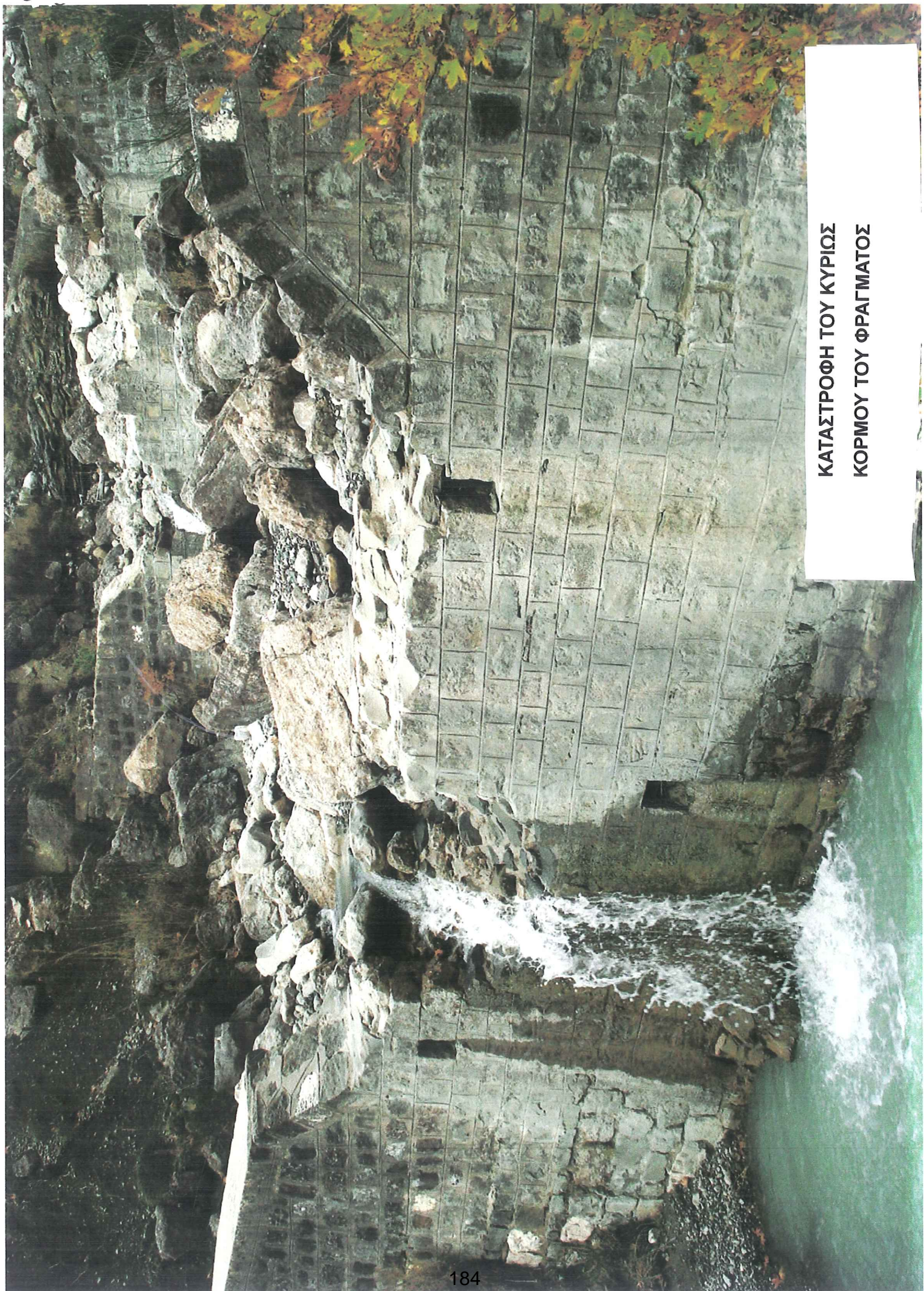
Εκσκαφές πρηνικής θεμελίωσης



ΕΚΣΚΑΦΗ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΣΤΑ ΠΡΑΝΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο: ΖΗΜΙΕΣ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

**ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΚΥΡΙΩΣ
ΚΟΡΜΟΥ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ**





**ΛΑΘΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ
ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
ΣΤΟ ΠΡΑΝΕΣ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο: ΑΜΕΣΑ ΑΝΤΙΔΙΑΒΡΩΤΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΑ ΕΡΓΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΥΡΚΑΓΙΑ

Στην Ελλάδα οι δασικές πυρκαγιές είναι ένα διαρκές και συνεχώς επιδεινούμενο περιβαλλοντικό πρόβλημα. Αυτό συμβαίνει κυρίως εξαιτίας του μεσογειακού κλίματος με το ξηρό και θερμό καλοκαίρι (Δημητρακόπουλος 2009).

Η δασική βλάστηση, κάθε είδους και μορφής, παρεμβάλλεται μεταξύ των κατακρημνισμάτων και του γεωλογικού υποθέματος και ασκεί την μέγιστη υδρολογική και προστατευτική επίδραση (Στεφανίδης 1991).

Η καταστροφή του προστατευτικού μανδύα της βλάστησης έχει σαν συνέπεια την αύξηση των πλημμυρών και της διάβρωσης στις πυρόπληκτες περιοχές για το λόγο ότι οι σταγόνες της βροχής δεν αναχαιτίζονται πλέον από την προστατευτική ασπίδα της βλάστησης, προσκρούουν με δύναμη πάνω στο έδαφος, το οποίο διαμέσου των ρευμάτων το μεταφέρουν και το αποθέτουν στις πεδινές περιοχές.

Εκτός από την σημαντική καταστροφή που προκαλούν οι δασικές πυρκαγιές στον προστατευτικό μανδύα της βλάστησης, επηρεάζουν την δομή καθώς και τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του επιφανειακού στρώματος του εδάφους μετατρέποντας το σε υδρόφοβο και προκαλώντας με αυτόν τον τρόπο αυξημένο κίνδυνο διάβρωσης (Kokolay et al., 2007, Martinez et al., 2009).

Επιπλέον σε πυρόπληκτες περιοχές, η απώλεια του εδάφους αποτρέπει την φυσική αναγέννηση και την διήθηση του νερού αυξάνοντας τον κίνδυνο πλημμύρας (Fox et al. 2006). Οι επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών εκτός από περιβαλλοντικές είναι και οικονομικές καθώς επηρεάζουν τις γεωργικές δραστηριότητες αλλά και τις υποδομές (Vrieling et al 2006).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η περιγραφή των προδιαγραφών των άμεσων αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων και η αξιολόγηση των έργων που έχουν κατασκευαστεί μέχρι σήμερα στη χώρα μας.

Παραδείγματα επιταχυνόμενης διάβρωσης μετά από δασικές πυρκαγιές

Στην περιοχή της Σιθωνίας του Ν. Χαλκιδικής μετά την πυρκαγιά στις 15 Αυγούστου 1985 παρατηρήθηκε αυξανόμενη εδαφική διάβρωση. Συγκεκριμένα μετά από μετρήσεις υπολογίστηκε ότι το πάχος του αποκομισμένου εδάφους κυμάνθηκε από 1,60cm μέχρι 4,81cm (Καϊκής κ.α. 1986).

Οι Στεφανίδης και Κωτούλας (1992) αναφέρουν πως μετά την πυρκαγιά στις 11 Νοεμβρίου του 1989 στη Νήσο Θάσου, στην λεκάνη απορροής του χείμαρρου Καλλιράχη ($F=8,18\text{km}^2$) στην περιοχή απόθεσης, συγκεντρώθηκαν 90000 m³ έπειτα από ραγδαία βροχόπτωση. Εάν αναγάγουμε αυτήν την ποσότητα φερτών υλών στην λεκάνη απορροής που τα παράγαγε, υπολογίζεται ότι η υποβάθμιση από την συγκεκριμένη βροχόπτωση ανέρχεται σε 7,7mm/km². Στην ίδια εργασία υπολογίστηκε ότι μετά από πυρκαγιά που ξέσπασε στη Χερσόνησο της Κασσάνδρας το 1990 είχαμε μία ραγδαία βροχόπτωση στην περιοχή (212mm/30h). Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να συγκεντρωθούν 213000m³ φερτών υλών από τη λεκάνη απορροής του χείμαρρου της Φούρκας ($F=31,62\text{km}^2$) και 11300m³ από τη λεκάνη απορροής του χείμαρρου Αιγαίου ($F=2,04\text{km}^2$). Η υποβάθμιση που προκλήθηκε από την βροχόπτωση αυτή ήταν για τη λεκάνη απορροής του χείμαρρου της Φούρκας 4,7mm/km και για την λεκάνη απορροής του

χείμαρρου Αιγαίο 3,9mm/km².

Στο περαστικό δάσος της Θεσσαλονίκης (Σείχ-Σου) η πυρκαγιά στις 6 Ιουλίου του 1997 κατάστρεψε το 63% της δασικής βλάστησης. Οι Stefanidis et. al (2002) εγκατέστησαν 104 πειραματικές επιφάνειες για να υπολογίσουν την επιφανειακή διάβρωση μετά την πυρκαγιά. Από τα στοιχεία αυτής της εργασίας προκύπτει ότι η υποβάθμιση των πρώτο χρόνο ήταν 0,105mm/year ενώ τον δεύτερο χρόνο 1,357 mm/year. Η σημαντική αυτή διαφορά οφείλεται στο ότι τον δεύτερο χρόνο είχαμε σημαντικότερες βροχοπτώσεις.

Στην περιοχή της Χερσονήσου της Κασσάνδρας ξέσπασε πυρκαγιά τον Αύγουστο του 2006. Οι Mallinis et. al (2009) χρησιμοποιώντας την μέθοδο πρόβλεψης της διάβρωσης του Gavrilovic και δορυφορικές εικόνες υπολόγισαν ότι ενώ η ποσότητα των φερτών υλών που αποκομίζονταν από τις λεκάνες απορροής πριν τη πυρκαγιά κυμαίνονταν από 802,79-2745,20 m³/year, μετά την πυρκαγιά ήταν 1987,72-3834 m³/year. Για την ίδια περιοχή οι Myronidis et. al (2010) χρησιμοποιώντας την παγκόσμια εξίσωση εδαφικής απώλειας (USLE) αλλά και από μετρήσεις τις ποσότητας των εδαφών που συγκρατήθηκαν από τα αντιδιαβρωτικά έργα που έγιναν στη περιοχή υπολόγισαν ότι το δυναμικό διάβρωσης πριν την πυρκαγιά ήταν 2,8 t/ha/year, μετά την πυρκαγιά 29,5 t/ha/year και μετά την κατασκευή των αντιδιαβρωτικών έργων 21,3 t/ha/year.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω παραδείγματα υπάρχει μεγάλος κίνδυνος για επιταχυνόμενη διάβρωση μετά από δασικές πυρκαγιές. Για τον λόγο αυτό ο κύριος στόχος μας μετά την πυρκαγιά είναι η συγκράτηση των πολύτιμων δασικών εδαφών και στη συνέχεια η επανεγκατάσταση της βλάστησης στα εδάφη αυτά.

Άμεσα αντιδιαβρωτικά και αντιπλημμυρικά έργα

Τα αντιδιαβρωτικά έργα που εκτελούνται είναι δύο κατηγοριών (Τουρλακίδης 1997, Καλλίρης 1998):

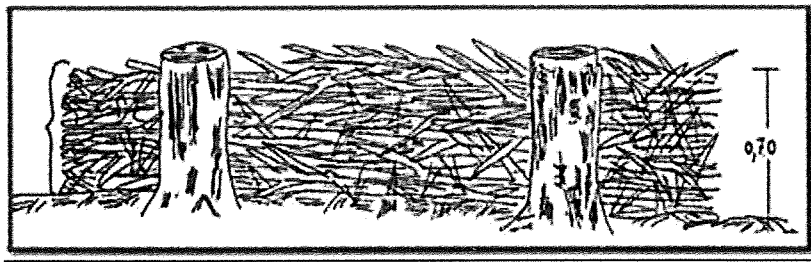
Η πρώτη κατηγορία αφορά έργα με βασική ύλη το ξύλο και το κλαδόξυλο των απονεκρωθέντων δένδρων που υλοτομήθηκαν (*ρόγγιασμα - κλαδοσωροί κορμοδέματα και ξυλοφράγματα*).

Η διάρκεια ζωής αυτών των έργων είναι από 3-5 έτη. Μετά την πάροδο των οποίων θα αυτοκαταστραφούν (σαπίσουν) αφού ήδη επιτελέσουν τον σκοπό τους.

Η δεύτερη κατηγορία αφορά την *βαθεία αυλάκωση* των εδαφών με κλίση μικρότερη του 30 % με χωματουργικά μηχανήματα στα ενδιάμεσα των παραπάνω έργων, με στόχο την αύξηση της διαπερατότητας και τη συγκράτηση του επιφανειακά απορρέοντος νερού, υλικών κλπ.

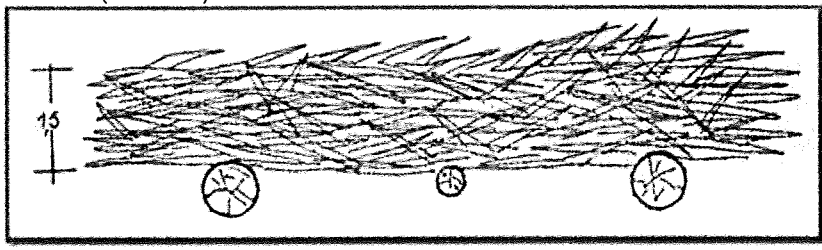
1. Συγκέντρωση υπολειμμάτων υλοτομιών σε γραμμές (Ρόγγιασμα-κλαδοσωροί)

Όλα τα υπολείμματα του κλαδόξυλου της υλοτομίας θα πρέπει να συγκεντρώνονται κατά τις ισούψεις σε γραμμές ύψους 0,70 μ. και πλάτους 1,0 - 1,5 μ.

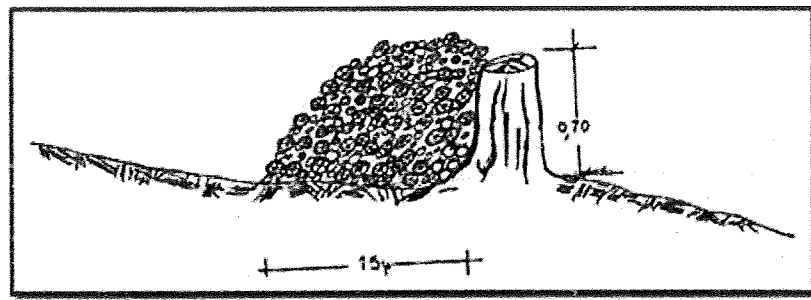


Σχήμα 1: Ρόγγιασμα (κλαδοσωροί) - πρόσοψη από κατάντη

Αυτά θα πρέπει να απέχουν μεταξύ τους 10 μ. και να απαντώνται σε εδάφη μικρών κλίσεων (0-30%).



Σχήμα 2: Ρόγγιασμα (κλαδοσωροί) - κάτοψη από ανάντη



Σχήμα 3: Ρόγγιασμα (κλαδοσωροί) - τομή

2. Αυλάκωση

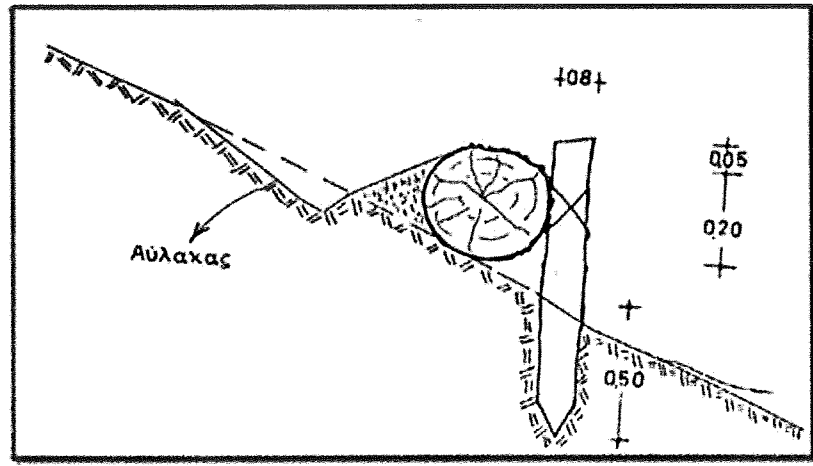
Η καθαρή επιφάνεια μεταξύ των γραμμών των κλαδοδεμάτων θα πρέπει να (ρόγγιασμα) αυλακωθεί - αναμοχλευτεί, σε εδάφη με κλίσεις 0-30%, κατά την έννοια των ισοϋψών καμπυλών, με προωθητήρες μεγάλης ιπποδύναμης (D8) ώστε να δημιουργηθούν 4 αύλακες ή και λιγότεροι, ανάλογα με την ιδιομορφία του εδάφους, που απέχουν μεταξύ τους περίπου 2,0 - 2,5 μ.

Το βάθος αυλάκωσης-αναμόχλευσης να είναι τουλάχιστον 0,70 μ. (βαθεία αυλάκωση) και το αποτέλεσμα είναι ένας επιφανειακός αύλακας αντεστραμμένου ισόπλευρου τριγώνου πλευρών 0,35X0,35X0,35 και ύψους 0,30

3. Κορμοδέματα

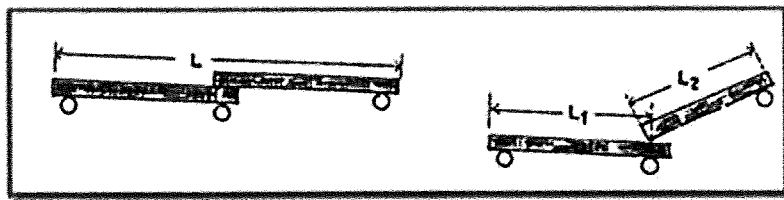
Από τους κορμούς των νεκρών δένδρων που υλοτομούνται, και είναι μέσης διαμέτρου μέχρι 20 εκατοστά ή και μικρότερης στην περίπτωση των κορμοδεμάτων χρησιμοποιείται μόνο το κορμόξυλο. Αυτό πρέπει να τοποθετείται κατά τις ισοϋψείς στηριζόμενο στα πρέμνα των υλοτομημένων δένδρων ή σε πασσάλους από λεπτότερο (8-15 εκ). Για την καλύτερη σταθεροποίησή του τα κορμοτεμάχια πρέπει να προσδεθούν επί των

πρέμνων ή των πασσάλων με σύρμα. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην τελεία εφαρμογή τους στο έδαφος ώστε να μη δημιουργούνται κενά. Επιπλέον από την ανάντη πλευρά πρέπει να κατασκευάζεται αύλακας και τα εκχώματα του να τοποθετούνται επί του κορμού πλευρικά.

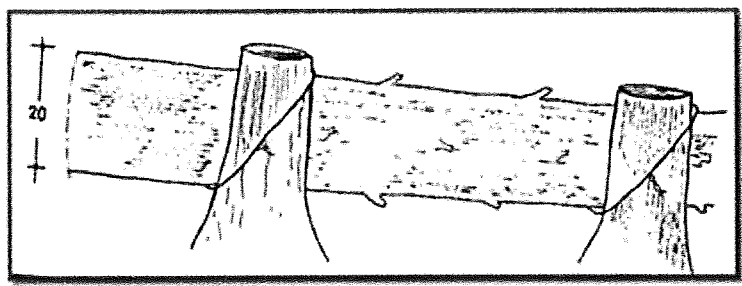


Σχήμα 4: Κορμωδέματα - τομή

Η απόσταση μεταξύ των "γραμμών" των κορμοδεμάτων κυμαίνεται ανάλογα με την εγκάρσια κλίση του εδάφους. Στις κλίσεις πάνω από 30% και ως 50% η απόσταση μεταξύ τους πρέπει να είναι τουλάχιστον οκτώ (8) μέτρα. Το μήκος τους κυμαίνεται από 5 μέτρα και άνω κατά τις ισοϋψείς και το ύψος τους να είναι 0,20 μέτρα.



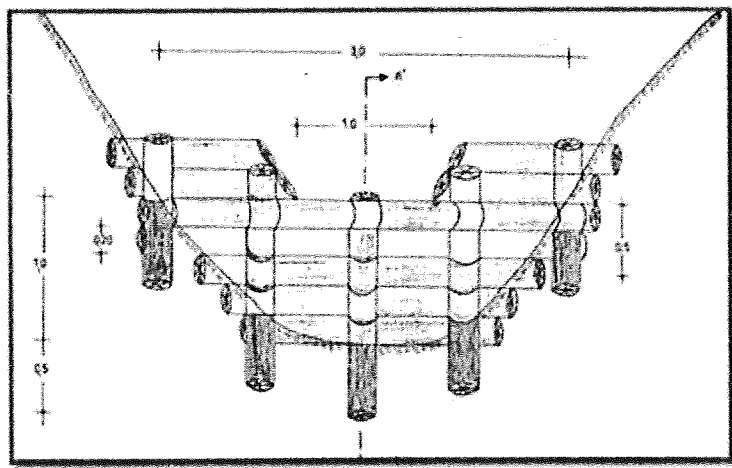
Σχήμα 5: Κορμοδέματα - κάτοψη



Σχήμα 6: Κορμοδέματα - πρόσοψη

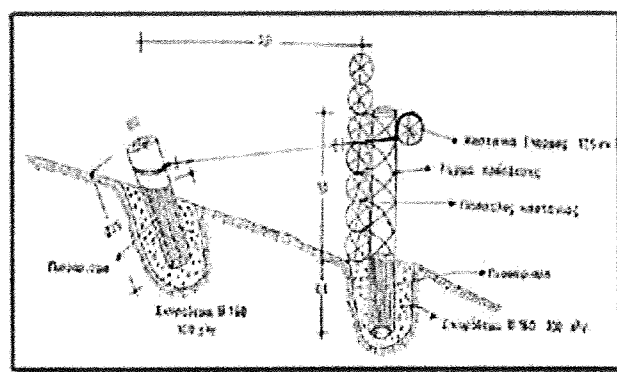
4. Ξυλοφράγματα (Ξυλοουδοί)

Τα ξυλοφράγματα είναι προσωρινά αντιπλημμυρικά έργα, και αποτελούν μικροκατασκευές ύψους 1,00 μ. που τοποθετούνται στις μικροχαραδρώσεις (κλάδοι β' και γ' τάξεως), στερεωμένα με πασσάλους από ξύλο. Στα ανάντη τους δημιουργείται τεχνητή πρόσχωση με κλαδοπλέγματα για την συγκράτηση υλικών και νερού και στα κατόντη συγκέντρωση ογκόλιθων και σύνδεση με σκυρόδεμα για την αποφυγή υποσκαφής.



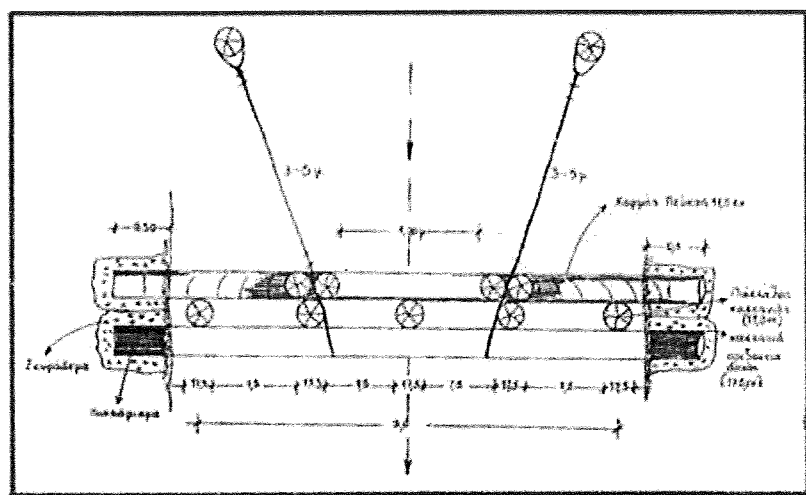
Σχήμα 7: Ξυλόφραγμα - όψη

Τα ξυλοφράγματα είναι τεσσάρων κατηγοριών ήτοι 3,0, 4,0, 5,0 και 6,0 μ. ανάλογα με την διατομή της κοίτης, ύψους 1,0 μ. και διάρρου 1,0 μ. για τις πρώτες κατηγορίες και 1,5 μ. για τις δύο άλλες.



Σχήμα 8: Ξυλόφραγμα - τομή

Για την κατασκευή των ξυλοφραγμάτων τα κάθετα στοιχεία κατασκευάζονται με πασσάλους καστανιάς διαμέτρου 15 - 20 cm ύψους 1,5 m. Τα οριζόντια στοιχεία του αποτελούνται από κατάλληλους κορμούς που προέρχονται από την υλοτομία των τοπικών δένδρων και είναι μέσης διαμέτρου τουλάχιστον 20 εκατοστά. Στην κατάντη πλευρά στερεώνεται κατάλληλα οριζόντια δοκός στο ύψος διάρρου μέσης διαμέτρου 20 εκ. πακτωμένη στα πρηνή της χαράδρωσης. Στα δύο άκρα ως πλευρές διάρρου τοποθετούνται λοξά και σε επαφή κορμοί από το ίδιο επιτόπου υλικό.



Σχήμα 9: Ξυλόφραγμα - κάτοψη

Οι ξύλινοι πάσσαλοι και η λοιπή ξυλεία της καστανιάς είναι άφλοιοι και πισσαρισμένοι στα σημεία πάκτωσης ή στερέωσης. Το βάθος στερέωσης των πασσάλων είναι 0,50 μέτρα και ακτινωτά φέρουν καρφιά για την καλύτερη

πάκτωση, όπως και η οριζόντια δοκός στα πρανή.

Αποτελεσματικότητα των άμεσων αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων σε διάφορες περιοχές όπου εκτελέστηκαν.

Σε ότι αφορά την αυλάκωση των εδαφών ο Καλλίρης (1998) αναφέρει πως στην περιοχή της Κορίνθου στις επιφάνειες που αυλακώθηκαν είχαμε πολύ καλύτερη εξέλιξη της φυσικής αναγέννησης.

Στην περιοχή του περιαστικού δάσους Θεσσαλονίκης (Σείχ- Σου), η αυλάκωση των εδαφών λειτούργησε ικανοποιητικά για το ύψος των βροχοπτώσεων της περιόδου λειτουργίας τους. Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις αυλακώθηκαν και επιφάνειες με ημιβραχώδη ή σκληρά εδάφη όπου η αυλάκωση τέτοιων επιφανειών επιφέρει αντίθετα από τα αναμενόμενα αποτελέσματα (Στεφανίδης κ.α 1999).

Οι κλαδοσωροί και τα κορμοδέματα πρέπει να έχουν πλήρη συνάφεια με το έδαφος και όχι απλώς να τοποθετούνται κατά τις ισοϋψείς. Επίσης θα πρέπει στα κατάντη να υπάρχουν στηρικτικά πρέμνα



Εικόνα 1: Κατασκευή κορμοδεμάτων στη στην Νήσο Ρόδο

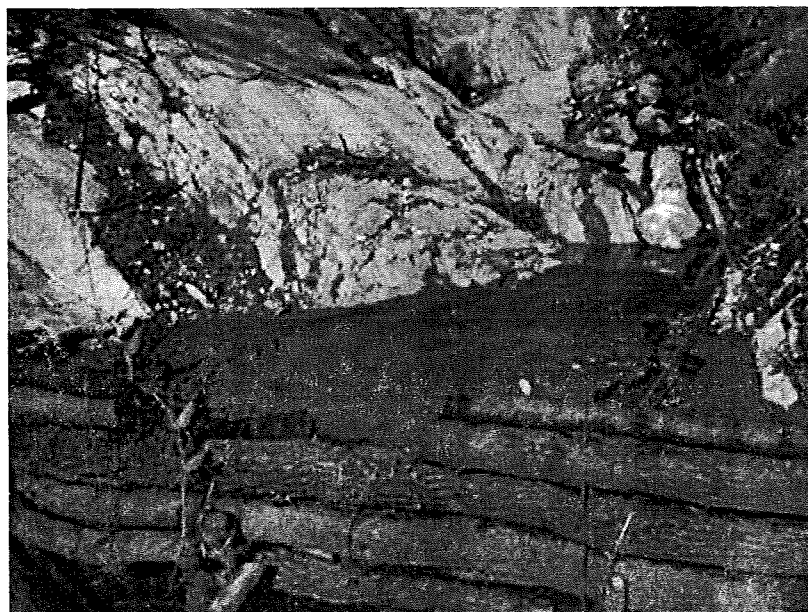
Για την αποκατάσταση των πυρόπληκτων περιοχών πρέπει να εφαρμόζεται συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων, καθώς τα κορμοδέματα μπορούν να κατασκευαστούν και σε περιοχές με μεγαλύτερες κλίσεις όπου δεν είναι δυνατό να κατασκευασθούν ξύλινα φράγματα.



Εικόνα 2: Κλαδοσωροί στις λεκάνες απορροής των ρευμάτων του Περιαστικού δάσους Θεσσαλονίκης (1998)

Στην Χερσόνησο της Κασσάνδρας παρατηρήθηκε ότι οι κλαδοσωροί τοποθετήθηκαν όχι μόνο στις πλαγιές αλλά και κάθετα μέσα στα χειμαρρικά ρέματα γεγονός που αντί να επιλύει επιτείνει το πρόβλημα. Επίσης τα έργα καθυστέρησαν σημαντικά να κατασκευασθούν (Καλινδέρης κ.α 2007).

Τα ξυλοφράγματα κατασκευάζονται για την άμεση προστασία των πυρόπληκτων περιοχών. Στη παρακάτω εικόνα 3 διακρίνεται η ποσότητα των υλικών που συγκρατήθηκαν από ξυλόφραγμα στην Πελοπόννησο.



Εικόνα 3: Υλικά που συγκρατήθηκαν από ξυλόφραγμα στην Πελοπόννησο

Εάν δεν είχε κατασκευαστεί το φράγμα η ποσότητα του εδάφους θα είχε μετακινηθεί και αποτεθεί στις πεδινές περιοχές δημιουργώντας προβλήματα



Εικόνα 4: Ξυλοφράγματα στην περιοχή της Κασσάνδρας με "ποδιά" από συρματόπλεχτα κιβώτια (σαραζανέτ)

Επισημάναμε παραπάνω ότι τα ξυλοφράγματα έχουν διάρκεια ζωής 3-5 έτη. Στο Σείχ-Σού παρατηρήσαμε ότι ακόμη και σήμερα δεν έχουν αποσυντεθεί και προσφέρουν προστασία.

Τα αντιδιαβρωτικά έργα όπως τα κορμοδέματα, κλαδοσωροί και ξυλοφράγματα προσφέρουν άμεση αντιδιαβρωτική προστασία. Για την πλήρη αντιπλημμυρική και αντιδιαβρωτική θωράκιση των πυρόπληκτων περιοχών θα πρέπει ύστερα από την κατασκευή αυτών των έργων να εκπονείται οριστική μελέτη διευθέτησης για κάθε ένα από τα χειμαρρικά ρεύματα που διαυλακώνουν την εκάστοτε περιοχή με βάση το δασοτεχνικό σύστημα διευθέτησης. Τα έργα αυτά έγιναν μόνο στην περιοχή του Σείχ- Σου όπου μετά την κατασκευή των αντιδιαβρωτικών έργων έγιναν μελέτες διευθέτησης των χειμάρρων και κατασκευάστηκαν συνολικά 108 φράγματα.

Συζήτηση- Συμπεράσματα

Από επιτόπιες παρατηρήσεις στις περιοχές εκτέλεσης των άμεσων αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων κατά τα τελευταία 15 χρόνια και τον τρόπο λειτουργίας τους προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα :

1. Οι περισσότερες δασικές πυρκαγιές εκδηλώνονται συνήθως την καλοκαιρινή περίοδο μεταξύ Ιουνίου και Αυγούστου. Τα έργα θα πρέπει να κατασκευάζονται άμεσα πριν από τις πρώτες φθινοπωρινές βροχοπτώσεις.
2. Στις περιπτώσεις που τα αντιδιαβρωτικά και αντιπλημμυρικά έργα μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τις προδιαγραφές των αρμόδιων Δασικών Υπηρεσιών προσέφεραν ικανοποιητική προστασία.
3. Σε ότι αφορά την αυλάκωση του εδάφους, αυτή θα πρέπει να γίνει μόνο σε περιοχές με μικρές κλίσεις (<20%) και μόνο σε δασικά εδάφη. Δεν θα πρέπει να πραγματοποιείται αυλάκωση σε ημιβραχώδεις περιοχές.
4. Οι κλαδοσωροί και τα κορμοδέματα δεν πρέπει να κατασκευάζονται σε περιοχές με μικρές κλίσεις και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στις αποστάσεις των "γραμμών" των έργων αυτών ανάλογα με την κλίση του εδάφους

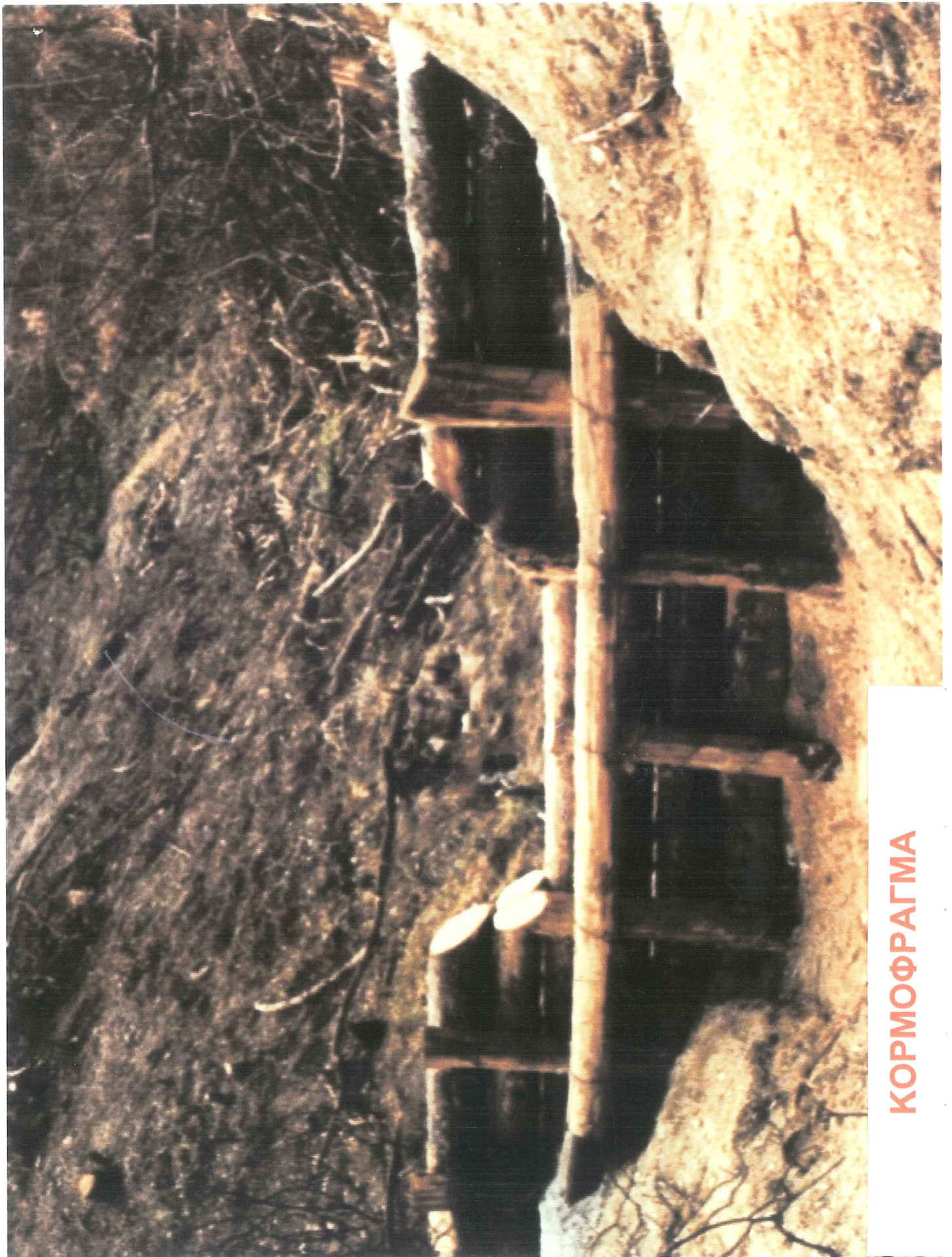
σύμφωνα με τις προδιαγραφές των Δασικών Υπηρεσιών

5. Οι κλαδοσωροί θα πρέπει να στερεώνονται στο έδαφος και το "σώμα" τους να έχει πλήρη συνάφεια με το έδαφος, διαφορετικά είναι περιττή η κατασκευή τους.

6. Το υλικό κατασκευής των κορμοφραγμάτων πρέπει να προέρχεται από το καμένο ξυλώδες κεφάλαιο. Σε ορισμένες περιπτώσεις και ανάλογα με πλάτος της διατομής πρέπει να χρησιμοποιείται ξύλο καστανιάς ανάλογης διαμέτρου.

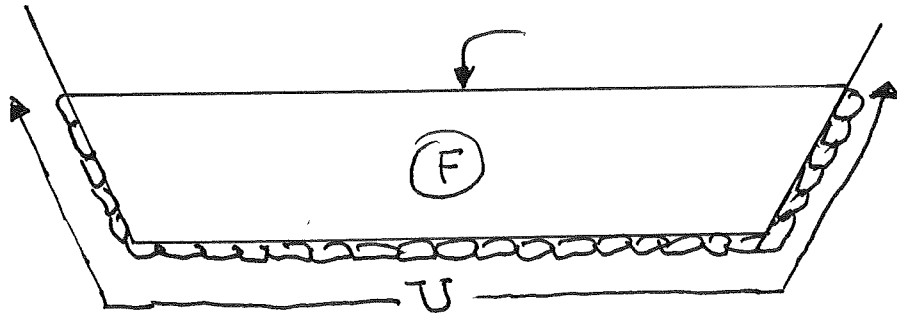
7. Τα ξυλοφράγματα θα πρέπει να αγκυρώνονται προς τα ανάντη με συρματοσχοινά για την πλήρη ευστάθεια τους.

Η άμεση και σύμφωνα με τις προδιαγραφές μελέτη και κατασκευή των αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων προσφέρει τα μέγιστα στη συγκράτηση των δασικών εδαφών στις εκτεταμένες επιφάνειες των λεκανών απορροής των καμένων εκτάσεων αλλά και στη συγκράτηση των φερτών υλικών εντός των κοιτών των χαραδρώσεων.



ΚΟΡΜΟΦΡΑΓΜΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο: ΠΕΔΙΝΕΣ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΕΙΣ



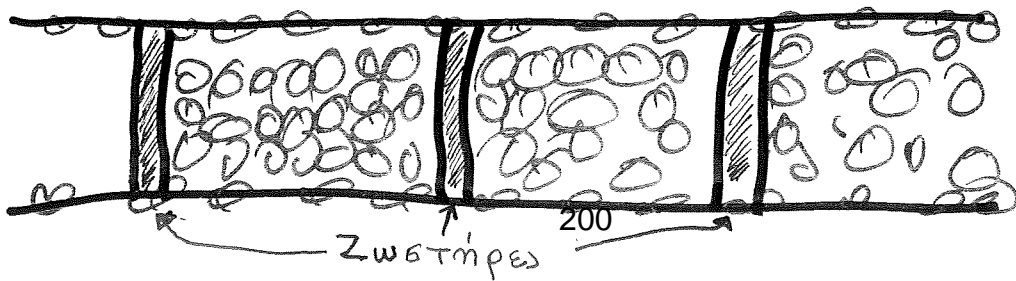
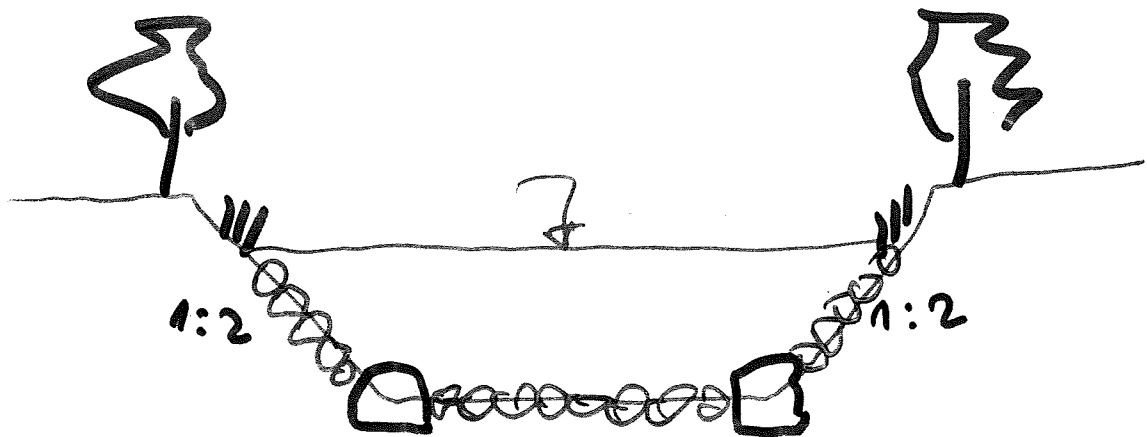
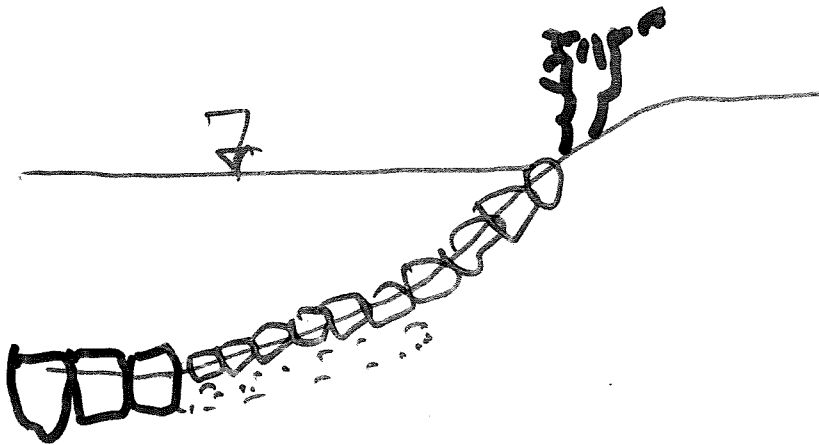
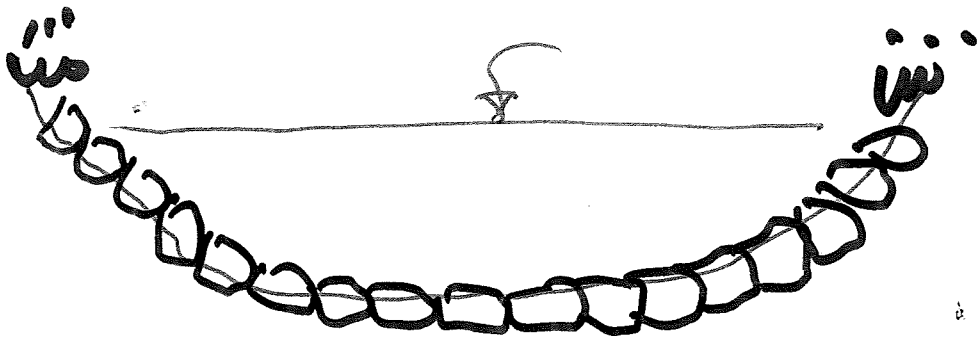
$$Q = F \cdot u$$

F = Διαβρεχόμενη επιφάνεια (m^2)

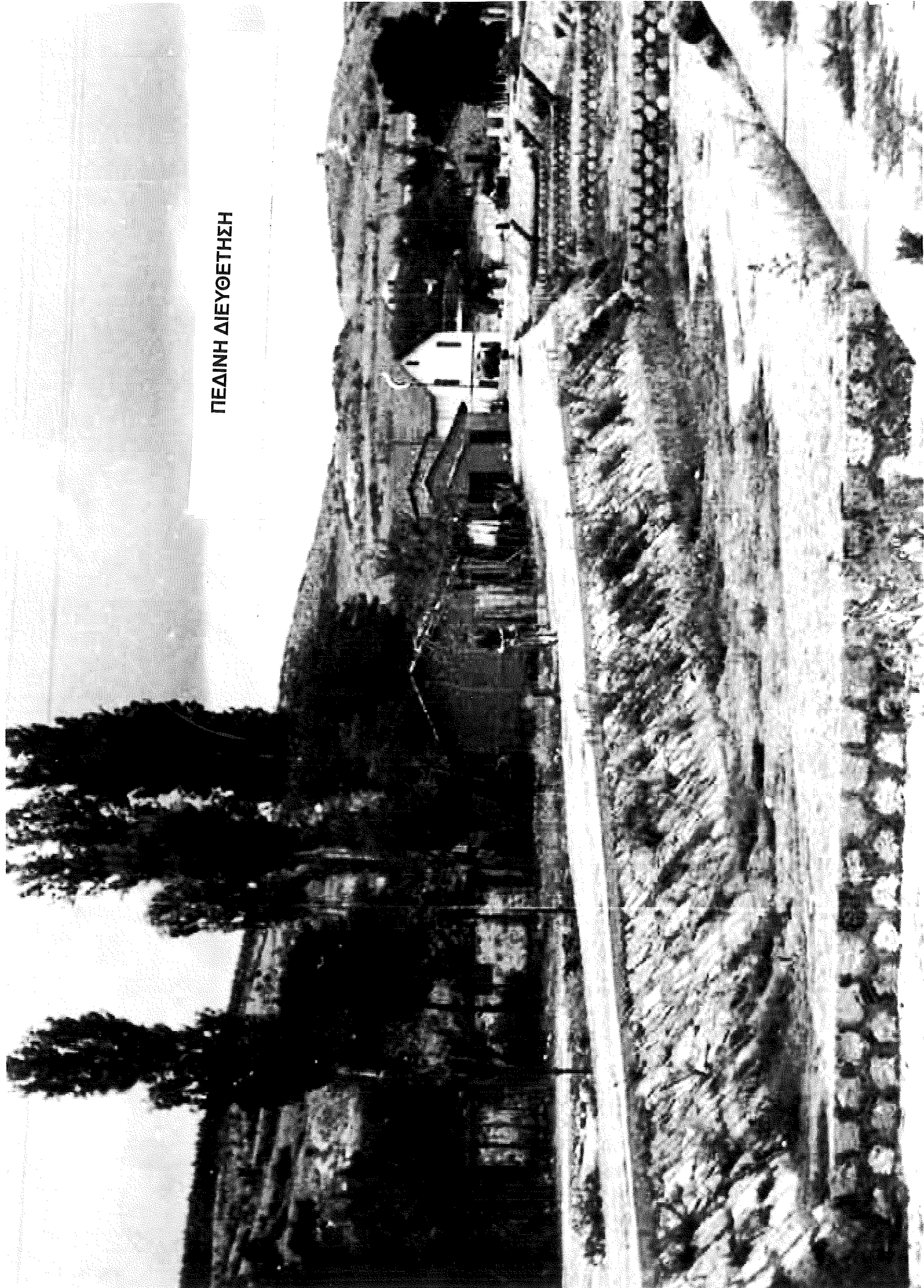
u = ταχύτητα κίνησης m/sec .

$$u = k \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

$$R = \frac{F}{U} \frac{(m^2)}{(m)} (m)$$



ΠΕΔΙΝΗ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

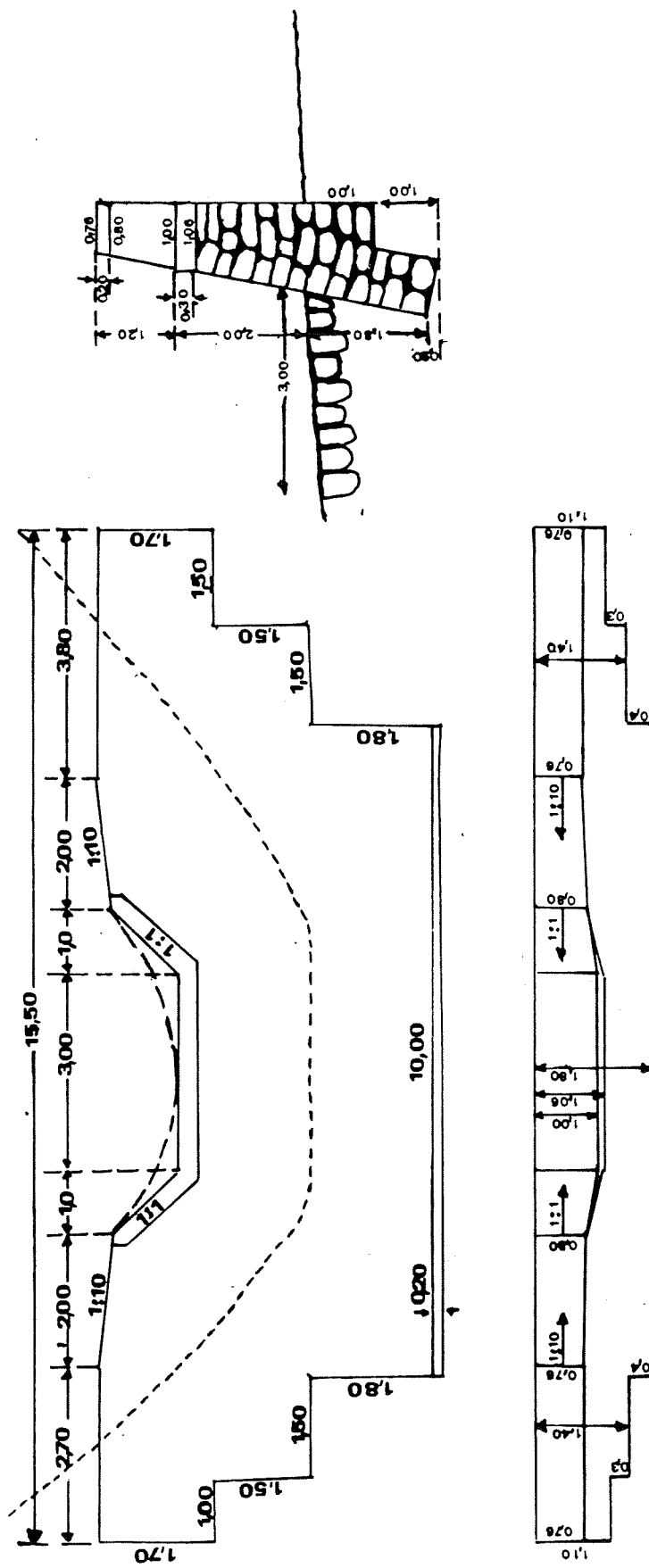
ΣΧΕΔΙΑ

ΠΙΝΑΚΕΣ

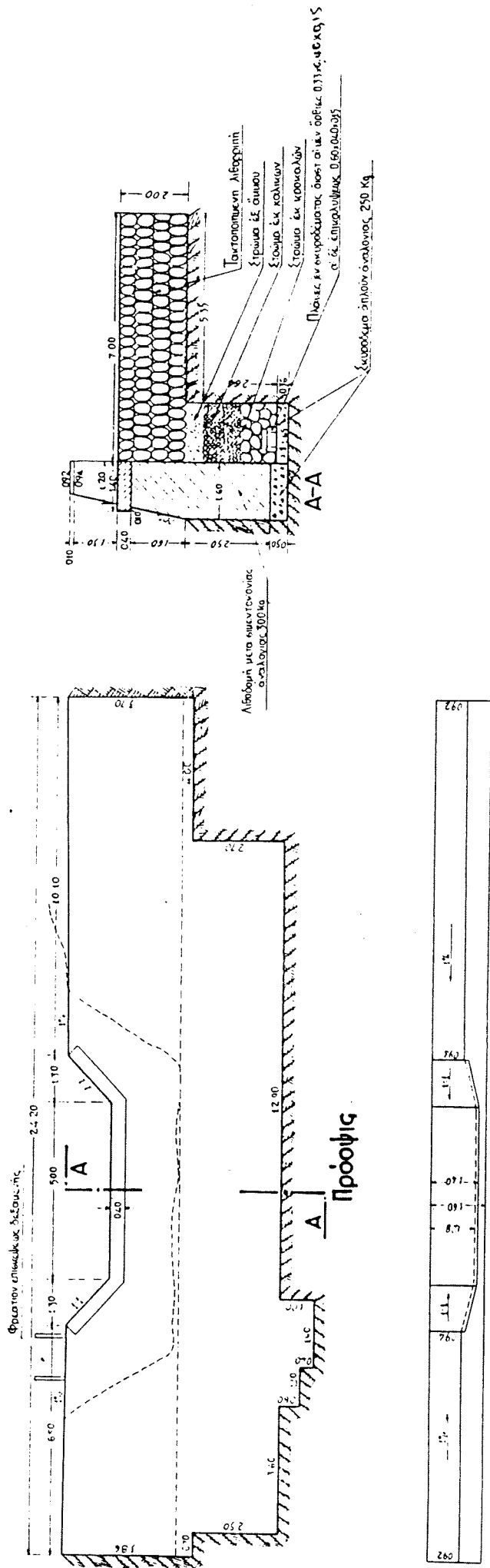
ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΣΧΕΔΙΑ

ΤΥΠΟΣ ΕΗΡΟΛΙΘΙΝΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ



Φράγμα ύδροληψίας ύδραγωγείου χρυσοπηγής



ΠΙΝΑΚΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Εδάφη στα οποία εδράζεται το φράγμα (σε κανονική κατάσταση)

Η επιτρεπόμενη τάση θλίψης (φέρουσα ικανότητα) εξαρτάται από το είδος του εδάφους θεμελίωσης του φράγματος (φυσικό, από επίχωση, κλπ), από την κοκκομετρική σύστασή του, την πυκνότητα (χαλαρή ή πυκνή δομή), το βάθος θεμελίωσης, το πλάτος και το μήκος των θεμελίων, την παρουσία νερού, κλπ.

Έδαφος	Γωνία τριβής φ [°] *	Συντελεστής Τριβής tR_2 *	Επιτρ. θλίψη σ_{2zu} [N/m ²] *	Φαινόμενο Βάρος γ_e [N/m ³]
Πλαστική άργιλος, ιλύς	22 ± 2	0,4 ± 0,05	12 ± 8	1,75 ± 0,15
Αργιλώδης άμμος	32 ± 3	0,55 ± 0,05	20 ± 5	1,85 ± 0,2
Χονδρή άμμος έως χάλικες	37 ± 3	0,65 ± 0,05	30 ± 10	1,95 ± 0,2
Χάλικες, σκύρα	41 ± 3	0,75 ± 0,05	50 ± 10	1,95 ± 0,2
Βράχος με ρωγμές	-	0,75 ± 0,05	70 ± 20	-
Βράχος συμπαγής	-	0,75 ± 0,05	150 ± 50	-

* Όταν τα εδάφη είναι πολύ υγρά λαμβάνονται οι μικρότερες τιμές

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Συνήθη υλικά δομής του φράγματος

- Φαινόμενο βάρος γ_b
- Η επιτρεπόμενη τάση θλίψης (φέρουσα ικανότητα) εξαρτάται από το υλικό δομής του φράγματος (σκυρόδεμα) λιθοδομή, συρματολίθο δομή, κλπ).

Υλικό δομής	Φαινόμενο βάρος γ_b [N/m ³]	Επιτρεπόμενη θλίψη, σ_{1zu} [N/m ²]	Συντ. Τριβής tR_1
Σκυρόδεμα ≥ C12/15, 300 Kgr/m ³	2,3 ± 0,1	400	1,00 ± 0,05
Λιθοδομή με τσιμεντοκονία	2,3 ± 0,1	100	0,90 ± 0,05
Ξηρολιθιά πυκνή	1,85 ± 0,05	40	0,80 ± 0,05
Συρματόπλεχτα κιβώτια	1,75 ± 0,05	40	0,80 ± 0,05

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Ειδικά βάρη διαφόρων υλικών τοιχοποιίας
 Σιμόπουλος, 1970: κανονισμοί μελετών
 τεχνικών έργων, Μαργαρόπουλος, 1950)

Είδος υλικού	Ειδικό βάρος (kg/ m ³)
α) <u>φυσικού λίθου</u> (συντρήματα πετρωμάτων):	
Ασβεστόλιθος συμπαγής	2500 ÷ 2850
Γνεύσιος	2400 ÷ 2700
Γρανίτης, σιηνίτης, πορφυρίτης, βασάλτης	2500 ÷ 3050
Δολομίτης	2700 ÷ 2900
Κροκαλοπαγές ή λατυποπαγές, κατά μέσο όρο	2200
Μάρμαρο	2600 ÷ 2850
Οφείτης, οφειτασβετίτης (πράσινο μάρμαρο) κατά μέσο όρο	2700
Σχιστόλιθος (ασβεστολιθικός, μαρμαρυγιακός)	2650 ÷ 2700
Σχιστόλιθος αργιλικός	2700 ÷ 3500
Τόφφου (πρόλιθου Κιμώλου, Αιγίνης, κτλ.) κατά μέσο όρο	2000
Τραχεύτες	2200 ÷ 2700
Ψαμμίτες	1900 ÷ 2700
β) <u>Κουίες</u> :	
Άσβεστος σε τεμάχια	900 ÷ 1300
Άσβεστος σβησμένη (φύραμα υδρασβέστου)	1300 ÷ 1700
Άσβεστος σε κόνη (κόνη υδρασβέστου) σε σάκκους, κατά μέσο όρο	1000
Γύψος πλαστική	1250 ÷ 1400
Γύψος τραχεία	1100 ÷ 1600
Θηραϊκή γή, αλεσμένη ή μη, στοιβαγμένη	1170 ÷ 1250
Θηραϊκή γη σε χύμα	770 ÷ 950

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 (συνέχεια)

Ρωμαϊκή κονία	800 ÷ 1500
Τσιμέντο στουβαγμένο	1650 ÷ 1970
Τσιμέντο σε χύμα	970 ÷ 1260
γ) Μέταλλα :	
Αργίλιο	2700
Αργιλίου κράματα	2800
Μόλυβδος	11400
Ορείχαλκος, κρατέρωμα (μπρούντζος)	8500
Χαλκός σφυρήλατος ή ελατός	8900
Χαλκός χυτός	8800
Χάλυβα εν γένει	7850
Χυτοσίδηρος	7250
Ψευδάργυρος ελατός	7200
Ψευδάργυρος χυτός	6900
δ) Λιθοδομές :	
Ασβεστολίθου συμπαγούς, δολομίτου (2400 ÷ 2700)	2600
Ασβεστολίθου πορώδους ή κροκαλοπαγών (1800 ÷ 2400)	2200
Γρανίτου, γνευσίου (2400 ÷ 2800)	2600
Μαρμάρου (2600 ÷ 2800)	2700
Σχιστολίθου (2500 ÷ 2800)	2700
Τόφφω (τραχειτικών, ασβεστομιγών κλπ) (1600 ÷ 2200)	2000
Ψαμμίτου (1900 ÷ 2600)	2400
Λιθοδομές ξεστές: το φαινόμενο βάρος του λίθου	
ε) Κονιάματα :	
Σιμεντοκονίαμα	2200 ÷ 2800
Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1800 ÷ 2000
Ασβεστοκονίαμα	1650 ÷ 1800
Θηραϊκοκονίαμα	1900 ÷ 2600

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 (συνέχεια)

<u>στ) Σκυροκονιάματα:</u>	
Σκυροκονιάματα οκλισμένα, από ασβεστολιθικά ή γρανιτικά υλικά	2400
Σκυροκονιάματα οκλισμένα, από αμμοχάλικο, κισσήρη και συμπληρωματικά από κοινή άμμο (1650 ÷ 1950)	1800
Σκυροκονιάματα από ασβεστολιθικά ή γρανιτικά υλικά (300 χγ. τσιμ./m ³) (1800 ÷ 2400)	2200
Σκυροκονιάματα από αμμοχάλικο, κισσήρη και συμπληρωματικά κοινή άμμο (150 χγ. τσιμέντου ανά m ³) (1300 ÷ 1500)	1400
Σκυροκονιάματα από θραύσματα οπτοκλίνθων (1500 ÷ 2000)	1800
Σκυροκονιάματα από σκωρία, λεβήτων και συμπληρωματικά από κοινή άμμο (150 χγ. τσιμέντου ανά m ³) (1300 ÷ 1600)	1500
<p>Για πλάκες από οκλισμένο σκυροκονίαμα με κλίνθους διάτρητους μπορεί να καύρνεται για την εκτέλεση κατά προσέγγιση υπολογισμού φαινόμενο βάρος 2000 kg/m³. Για συνήθεις κατασκευές και εφ'όσον με το πάχος των κλίνθων εξαντλείται λίγο - πολύ το ύψος της εσελκυσμένης ζώνης του σκυροκονιάματος, αυτή η προσέγγιση είναι επαρκής και για τον οριστικό υπολογισμό.</p>	

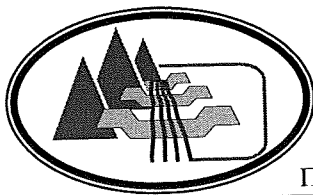
Για την κατασκευή των φραγμάτων από σκυρόδεμα συνιστάται να χρησιμοποιείται γενικά σκυρόδεμα υψηλής ποιότητας, το οποίο παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια κατά του παγετού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

εφφ: συντελεστής τριβής τοίχου/τούχου ή τοίχου/
εδάφους, ο οποίος δίνεται από τις παρακάτω
σχέσεις:

- μπετόν επί μπετόν	εφφ≤0,75
- λίθος επί λίθου (λιθοδεμή με σιμεντοκονία)	εφφ≤0,72
- τοίχος επί αμμώδους εδάφους:	
. σε ξηρή κατάσταση	εφφ≤0,64
. σε νωπή κατάσταση	εφφ≤0,45
. σε υγρή κατάστασή	εφφ≤0,30
- τοίχος επί βράχου	εφφ≤0,70
- τοίχος επί χαλικώδους υγρού εδάφους με χονδρή άμμο	εφφ≤0,45

ΑΣΚΗΣΕΙΣ



Άσκηση 1^η

Σύνταξη Οριζοντιογραφίας, Μηκοτομής και κατά πλάτος τομών

Άσκηση 2^η

Αποτροπή της αξονικής διάβρωσης της κοίτης

$$H = \frac{(J_{\phi} - J_{\alpha})}{100} \cdot L$$

Φράγματα βαθμίδωσης της κοίτης, Διάφορες περιπτώσεις

Άσκηση 3^η

Προσδιορισμός του διάρρου (H_A)

Διάφορες περιπτώσεις

Ορθογωνικός, Τραπεζοειδής

Άσκηση 4^η

Υποσκαφή, Λιθοριπή

Αντιμετώπιση του φαινομένου της υποσκαφής

Άσκηση 5^η

Προσδιορισμός πάχους στέψης Κ

Προσδιορισμός πάχους βάσης Β

Έλεγχος της κλίσης του κάταντες μετώπου, διαμόρφωση Διατομής φράγματος

Άσκηση 6^η

Συνθήκες ευστάθειας φράγματος βάρους

Αναλυτικός έλεγχος (παλιά μέθοδος)

Άσκηση 7^η

Σχεδιασμός του φράγματος (πρόοψη, κάτοψη και τομή)

Άσκηση 8^η

Νέα μέθοδος διαστασιολόγησης των φραγμάτων βάρους

$H_S + H_A \leq 8,0m$ (έως 5m)

Άσκηση 9^η

Νέα μέθοδος διαστασιολόγησης των φραγμάτων βάρους

$H_S + H_A \leq 5,0m$

Άσκηση 10^η

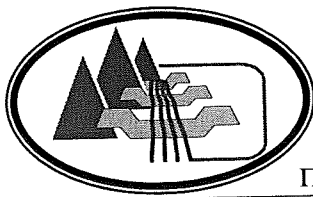
Φράγμα Δοκός

Άσκηση 11^η

Φράγμα Καμπύλο

Άσκηση 12^η

Κατασκευή Φράγματος – Προμέτρηση – Προϋπολογισμός



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ & ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΟΡΕΙΝΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Διευθυντής: ο καθηγητής Παναγιώτης Στεφανίδης
Πανεπιστημιούπολη, Πανεπιστ. Θυρίδα 268 Τ.Κ. 54124 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΣΥΝΤΑΞΗ

ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ- ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ- ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΩΝ

ΑΣΚΗΣΗ 1^η

Σε τμήμα AB της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου «Κακόρεμα» εμφανίζεται αξονική (χαραδρωτική) διάβρωση. Τα δεδομένα αποτύπωσης του τμήματος AB της κοίτης του ρεύματος δίνονται στον πίνακα 1 ενώ στο σχήμα 1 τα στοιχεία αποτύπωσης των κατά πλάτος τομών. Ζητείται:

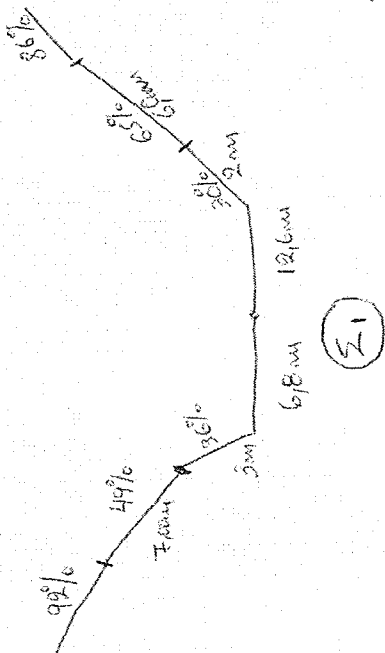
- Η σχεδίαση της οριζοντιογραφίας (κλίμακα **1:200**)
- Η σχεδίαση της μηκοτομής (κλίμακα μηκών **1:1000** και υψών **1:100**)
- Η σχεδίαση των κατά πλάτος τομών (κλίμακα **1:100** ή και **1:200**)

Πίνακας 1. Στοιχεία αποτύπωσης του τμήματος ΑΒ της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου «Κακόρεμα»

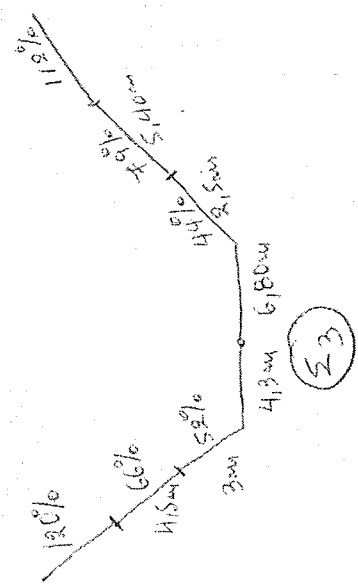
Υψόμετρο (m)	Οριζόντια Γωνία (βαθμοί)	Οριζόντια απόσταση (m)	Κλίση (%)	Αριθμ σημείων	Οριζόντια γωνία νοτιής κάθετης γραμμής στην κοίτη (βαθμοί)	Αποστάσεις πρανών		Σημεία λεπτομερειών					
						Αριστερό (m)	Δεξί (m)	Αριστερό		Δεξί			
								Απόσταση (m)	Οριζόντια γωνία (βαθμοί)	Απόσταση (m)	Οριζόντια γωνία (βαθμοί)		
0,00				Σ ₁	266	6,80	12,60	12,00	135	26,00	202		
		78,00	3,00	Σ ₂	245	5,30	8,40	36,00	138	24,00	182		
		70,22	2,00	Σ ₃	216	4,30	6,80						
		31,78	4,00	Σ ₄	288	3,20	5,80						
		121,20	3,00	Σ ₅	295	3,10	5,00						
		50,30	4,50	Σ ₆	302	2,70	4,80						
223		59,80	3,00	Σ ₇	312	2,60	4,60						
		43,60	2,50	Σ ₈	315	2,50	4,80						
		79,70	3,00	Σ ₉	322	2,40	4,60	6,80	174	7,80	232		
		35,60	3,50	Σ ₁₀	329	2,50	4,20						
		32,80	4,00	Σ ₁₁	336	2,20	3,60						
		79,20	3,00	Σ ₁₂	348	2,20	3,5						
		73,80	3,50	Σ ₁₃	352	2,20	3,50						
		40,00	4,00	Σ ₁₄	352	2,20	3,40						

Πίνακας 1 (Συνέχεια). Στοιχεία αποτύπωσης του τμήματος ΑΒ της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου «Κακόρεμα»

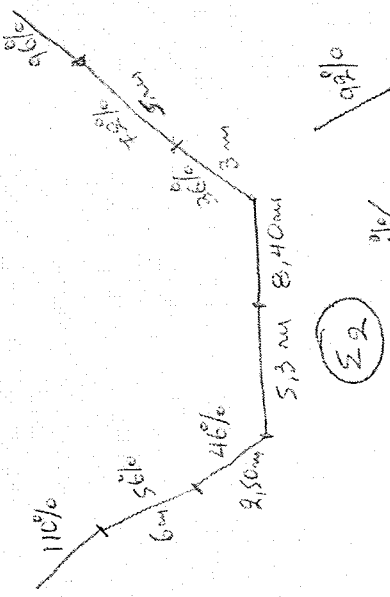
Αρ. Σημείου	Φύση κοίτης και πρηνών			Κλίση Αντιστάθμισης (%)	Υλικά κοίτης \bar{d} (m)
	Αριστερό πρηνές βραχώδες	Κοίτη (πιθμέναν) γαιώδες	Δεξιό πρηνές ημιβραχώδες		
Σ ₁		γαιώδες	γαιώδες	1,50	0,22
Σ ₂	ημιβραχώδες	γαιώδες	γαιώδες		0,26
Σ ₃	ημιβραχώδες	γαιώδες	ημιβραχώδες		0,28
Σ ₄	βραχώδες	γαιώδες	ημιβραχώδες		0,29
Σ ₅	ημιβραχώδες	γαιώδες	ημιβραχώδες		0,32
Σ ₆	ημιβραχώδες	γαιώδες	ημιβραχώδες		0,34
Σ ₇	γαιώδες	γαιώδες	γαιώδες		0,35
Σ ₈	ημιβραχώδες	γαιώδες	βραχώδες		0,36
Σ ₉	γαιώδες	γαιώδες	γαιώδες		0,36
Σ ₁₀	γαιώδες	γαιώδες	ημιβραχώδες		0,38
Σ ₁₁	βραχώδες	γαιώδες	γαιώδες		0,41
Σ ₁₂	ημιβραχώδες	γαιώδες	γαιώδες		0,43
Σ ₁₃	γαιώδες	γαιώδες	ημιβραχώδες		0,50
Σ ₁₄	γαιώδες	γαιώδες	γαιώδες		



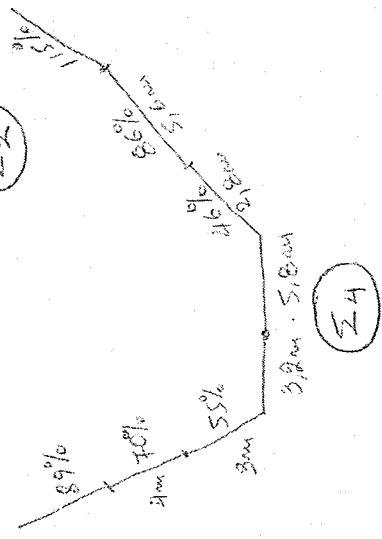
$\Sigma 1$



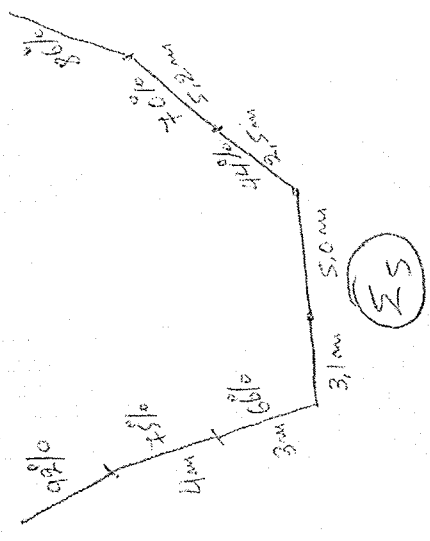
$\Sigma 3$



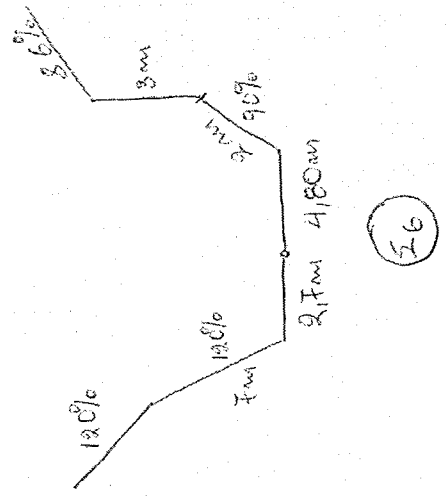
$\Sigma 2$



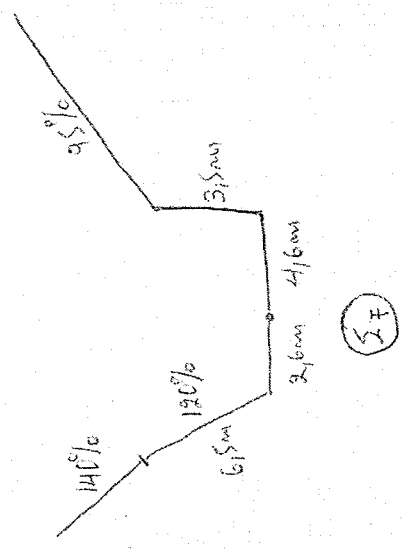
$\Sigma 4$



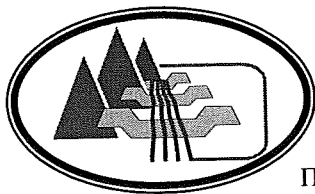
$\Sigma 5$



$\Sigma 6$



$\Sigma 7$



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ & ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΟΡΕΙΝΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

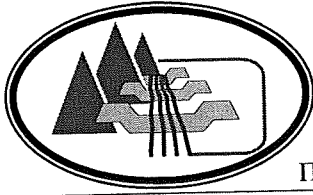
Διευθυντής: ο καθηγητής Παναγιώτης Στεφανίδης
Πανεπιστημιούπολη, Πανεπιστ. Θυρίδα 268 Τ.Κ. 54124 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΑΠΟΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΟΙΤΗΣ

ΑΣΚΗΣΗ 2^η

Η διεύθετηση του τμήματος ΑΒ της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου «Κακόρεμα» επιτυγχάνεται με την κατασκευή σειράς φραγμάτων βαθμίδωσης της κοίτης. Για το λόγο αυτό ζητείται:

Να υπολογισθεί ο αριθμός και το ύψος των προτεινόμενων αναγκαίων φραγμάτων και με βάση τις θέσεις κατασκευής τους να τοποθετηθούν τα φράγματα στη μηκοτομή και να χαραχθεί η αναμενόμενη κλίση αντιστάθμισης.



ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΙΑΡΡΟΥ (H_Δ)

Διαμόρφωση της πρόοψης του φράγματος, θεμελίωση του φράγματος στα πρηνή και στον πυθμένα της κοίτης

ΑΣΚΗΣΗ 3^η

Στη διατομή του σχήματος 1 πρόκειται να κατασκευαστεί φράγμα βάρους με υπέργείο ύψος $H_h=4,00\text{m}$. Να προσδιορισθούν οι διαστάσεις του διάρρου του για:

A) διάρρους με ορθογωνική διατομή

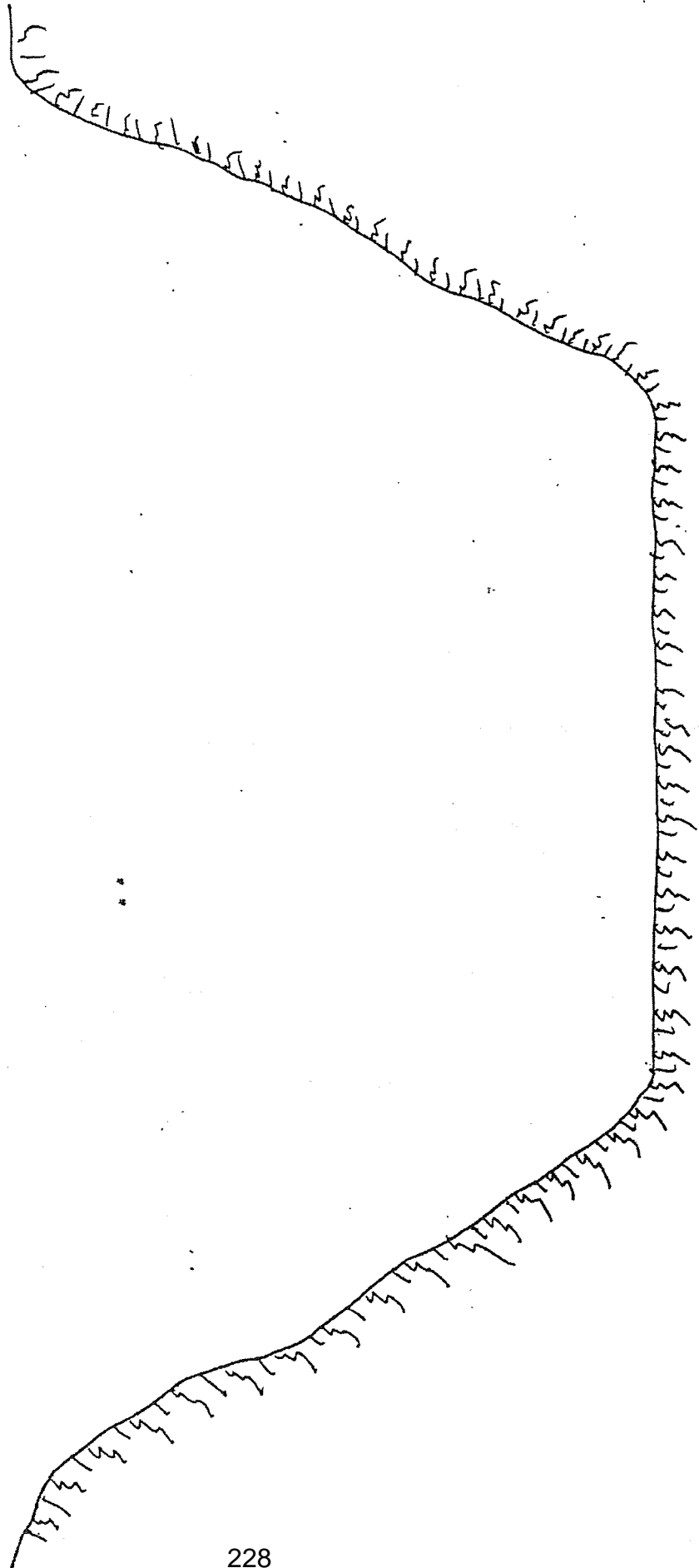
B) διάρρους με τραπεζοειδή διατομή

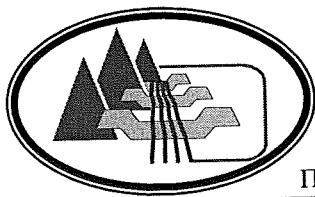
Στη συνέχεια να μορφοποιηθεί ή πρόοψη του φράγματος.

Δίνονται:

- Διατομή Δ_1
- υπέργείο ύψος φράγματος $H_h = 4,00 \text{ m}$
- μέγιστη υδατοπαροχή $Q_{\max} = 40\text{m}^3/\text{sec}$
- μέγιστη στερεοπαροχή $G_{\max} = 3,6 \text{ m}^3/\text{sec}$
- \bar{d} $\bar{d} = 0,12\text{m}$
- d_m $d_m = 0,18\text{m}$
- d_{\max} $d_{\max} = 0,62\text{m}$

Διατομή ⊥ 1:100
Κλίμακα
ΗΜΕΡΑΧΟΣ ΤΣΙΤΣΙ.





ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ
ΒΑΘΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ,
ΥΠΟΣΚΑΦΗ – ΛΙΘΟΡΙΠΗ,
ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΥΠΟΣΚΑΦΗΣ

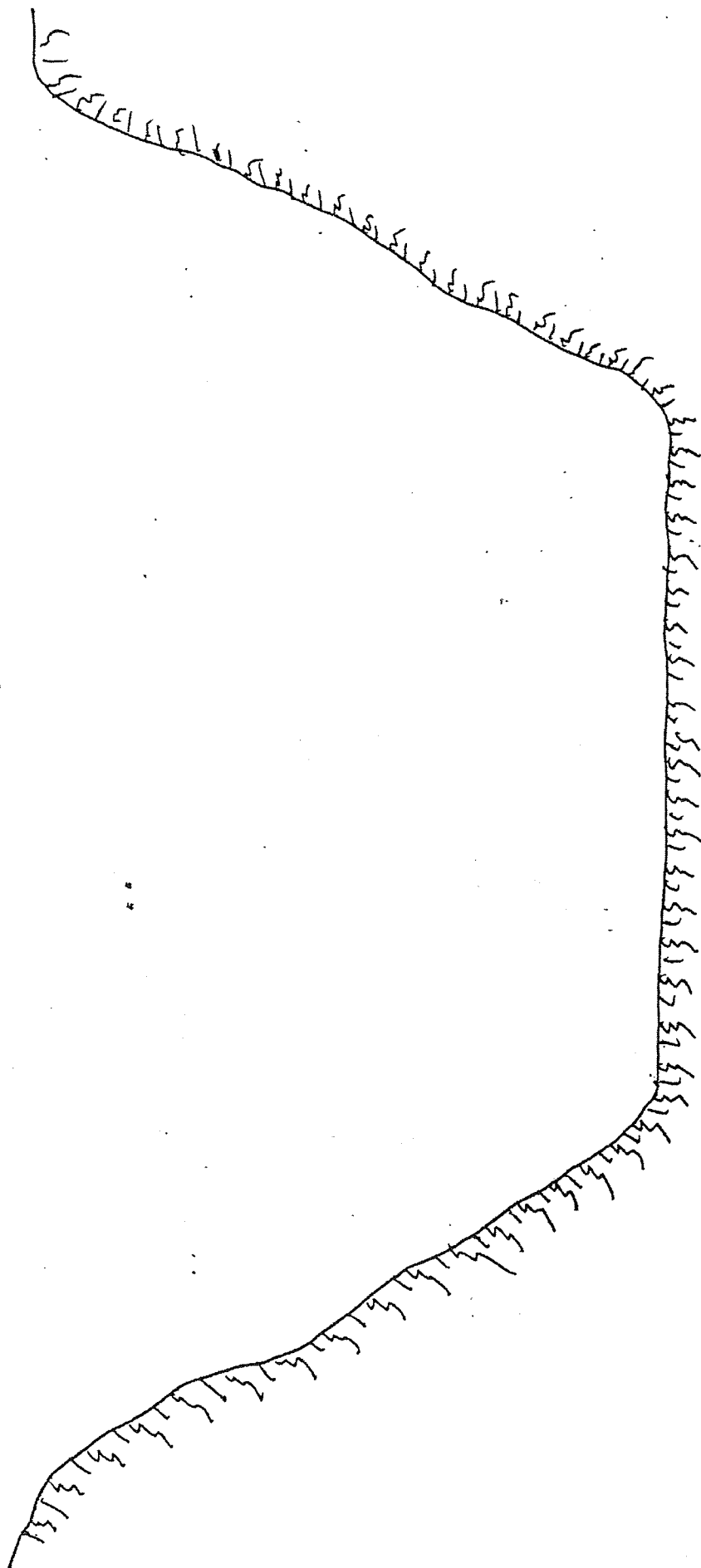
ΑΣΚΗΣΗ 4^η

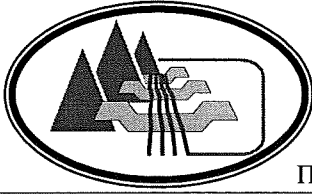
Δίνεται φράγμα βάρους με υπέργειο ύψος $H_h = 2.5\text{m}$. Να υπολογιστεί το βάθος θεμελίωσης του φράγματος και οι αναγκαίες διαστάσεις των λιθαριών λιθορριπής για την αποτροπή του φαινομένου της υποσκαφής

- Διατομή Δ_1
- υπέργειο ύψος φράγματος $H_h = 2,50 \text{ m}$
- μέγιστη υδατοπαροχή $Q_{\max} = 40\text{m}^3/\text{sec}$
- μέγιστη στερεοπαροχή $G_{\max} = 3,6 \text{ m}^3/\text{sec}$
- πλάτος διάρρου $b = 12,00 \text{ m}$
- ύψος διάρρου $H_A = 2,50 \text{ m}$

- \bar{d} $\bar{d} = 0,12\text{m}$
- d_m $d_m = 0,18\text{m}$
- d_{\max} $d_{\max} = 0,62\text{m}$

Διατομή ⊥ 1:100
Κλίμακα
ΜΗΒΡΑΧΟΣ ΤΣΙΤΣΙΣ.





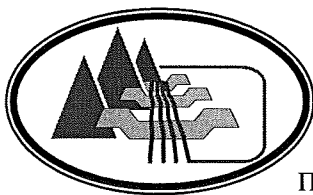
ΔΙΑΤΟΜΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΧΟΥΣ ΣΤΕΨΗΣ Κ
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΧΟΥΣ ΒΑΣΗΣ Β
ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΤΕΣ ΜΕΤΩΠΟΥ

ΑΣΚΗΣΗ 5^η

Δίνεται φράγμα βάρους με υπέργειο ύψος H_h , βάθος θεμελίωσης H_f , και ύψος διάρρου H_A . Να προσδιορισθούν οι δυνάμεις που ασκούνται στη στέψη του φράγματος, το πάχος στέψης (K) και το πάχος βάσης (B). Στη συνέχεια να σχεδιαστούν οι δυνάμεις που ασκούνται στην τομή του φράγματος και να γίνει ο έλεγχος της κλίσης του κάταντες μετώπου. Σε περίπτωση που δεν ισχύει να μορφοποιηθεί το φράγμα έτσι ώστε να είναι σε ισχύ.

Δίνονται:

- υπέργειο ύψος $H_h = 4,00\text{m}$
- βάθος θεμελίων $H_f = 1,50\text{m}$
- ύψος διάρρου $H_A = 2,00\text{m}$
- ειδικό βάρος λιθοσκυροδέματος $\gamma_b = 2,4 \text{ t/m}^3$
- συντελεστής ασφαλείας $\eta = 1,4$
- συντελεστής αντίστασης $\rho = 0,75$
- ειδικό βάρος χειμαρρικού νερού $\gamma = 1,2 \text{ t/m}^3$
- ταχύτητα προσπέλασης νερού $U_o = 4,0\text{m/sec}$



ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΒΑΡΟΥΣ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ
ΠΑΛΙΑ ΜΕΘΟΔΟΣ (ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ)

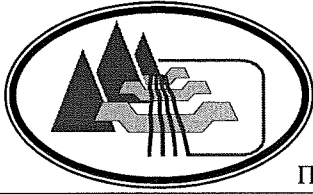
ΑΣΚΗΣΗ 6^η

Δίνεται φράγμα βάρους με υπέργειο ύψος H_h , βάθος θεμελίων H_f και ύψος διάρρου H_d . Να γίνει ο έλεγχος ευστάθειάς του σύμφωνα με την παλιά μέθοδο (αναλυτικός έλεγχος ευστάθειας).

Δίνονται:

- υπέργειο ύψος $H_h = 4,00\text{m}$
- ύψος διάρρου $H_d = 2,00\text{m}$
- βάθος θεμελίων $H_f = 2,50\text{m}$
- πάχος στέψης $K = 2,9\text{m}$
- πάχος βάσης $B = 4,5\text{m}$
- ειδικό βάρος λιθοσκυροδέματος $\gamma_b = 2,4 \text{ t/m}^3$
- ειδικό βάρος χειμαρρικού νερού $\gamma = 1,2 \text{ t/m}^3$
- ταχύτητα προσπέλασης νερού $U_o = 4,0\text{m/sec}$
- συντελεστής τριβής $\epsilon\phi\phi = 0,70$
- μέγιστη αντοχή εδάφους σε θλίψη $\sigma_{\epsilon\pi\tau} = 65\text{t/m}^2$

Όλες οι δυνάμεις που ενεργούν στο φράγμα υπολογίζονται γραφικά



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ & ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΑΣΟΤΕΧΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΕΥΘΕΤΗΣΗΣ ΟΡΕΙΝΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

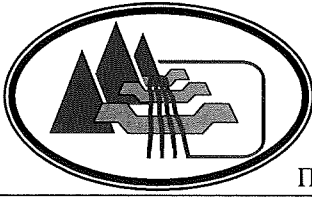
Διευθυντής: ο καθηγητής Παναγιώτης Στεφανίδης
Πανεπιστημιούπολη, Πανεπιστ. Θυρίδα 268 Τ.Κ. 54124 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΒΑΡΟΥΣ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (ΠΡΟΨΗ, ΚΑΤΟΨΗ ΚΑΙ ΤΟΜΗ)

ΑΣΚΗΣΗ 7^η

Να σχεδιαστεί το φράγμα της άσκησης 6 σε πρόψη, κάτοψη και τομή.



ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΒΑΡΟΥΣ
ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ
ΝΕΑ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

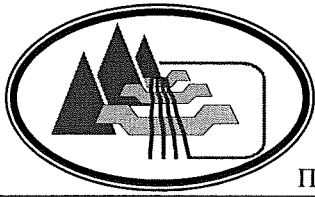
ΑΣΚΗΣΗ 8^η

Πρόκειται να κατασκευαστεί φράγμα βάρους με υπέργειο ύψος $H_h=4,00\text{m}$. Να γίνει η διαστασιολόγησή του φράγματος και ο έλεγχος ευστάθειάς του σύμφωνα με τη νέα μέθοδο διαστασιολόγησης (Κωτούλα).

$H_s+H_A \leq 8,0\text{m}$ (έως 5m)

Δίνονται:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| • υπέργειο ύψος | $H_h = 4,00\text{m}$ |
| • ύψος διάρρου | $H_A = 2,00\text{m}$ |
| • βάθος θεμελίων | $H_f = 2,50\text{m}$ |
| • ειδικό βάρος λιθοσκυροδέματος | $\gamma_b = 2,4 \text{ t/m}^3$ |
| • ειδικό βάρος χειμαρρικού νερού | $\gamma = 1,2 \text{ t/m}^3$ |
| • ταχύτητα προσπέλασης νερού | $U_o = 4,0\text{m/sec}$ |
| • συντελεστής τριβής | $\epsilon\phi\phi = 0,60$ |
| • μέγιστη αντοχή εδάφους σε θλίψη | $\sigma_{\epsilon\pi\pi} = 65\text{t/m}^2$ |



ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΒΑΡΟΥΣ
ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ
ΝΕΑ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

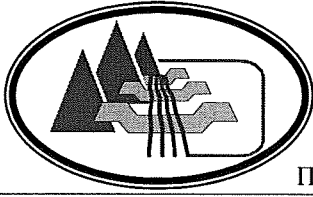
ΑΣΚΗΣΗ 9^η

Πρόκειται να κατασκευαστεί φράγμα βάρους με υπέργειο ύψος $H_h=1,80\text{m}$. Να γίνει η διαστασιολόγησή του φράγματος και ο έλεγχος ευστάθειάς του σύμφωνα με τη νέα μέθοδο διαστασιολόγησης (Κωτούλα).

$$H_S + H_A \leq 5,0\text{m}$$

Δίνονται:

- υπέργειο ύψος $H_h = 1,70\text{m}$
- ύψος διάρρου $H_A = 1,20\text{m}$
- βάθος θεμελίων $H_f = 2,00\text{m}$
- ειδικό βάρος λιθοσκυροδέματος $\gamma_b = 2,4 \text{ t/m}^3$
- ειδικό βάρος χειμαρρικού νερού $\gamma = 1,2 \text{ t/m}^3$
- ταχύτητα προσπέλασης νερού $U_0 = 4,0\text{m/sec}$
- συντελεστής τριβής $\text{εφφ} = 0,60$
- μέγιστη αντοχή εδάφους σε θλίψη $\sigma_{\text{επ}} = 65\text{t/m}^2$



ΦΡΑΓΜΑ ΔΟΚΟΣ

ΑΣΚΗΣΗ 10^η

Στη διατομή της κοίτης χειμαρρικού ρεύματος (σχήμα 1) ζητείται:

- α) Να ελεγχθεί η δυνατότητα κατασκευής φράγματος- Δοκού υπέργειου ύψους $H_h=2,50\text{m}$
- β) Να υπολογισθούν οι διαστάσεις του φράγματος
- γ) Να γίνει η τελική μορφοποίηση της τομής του.

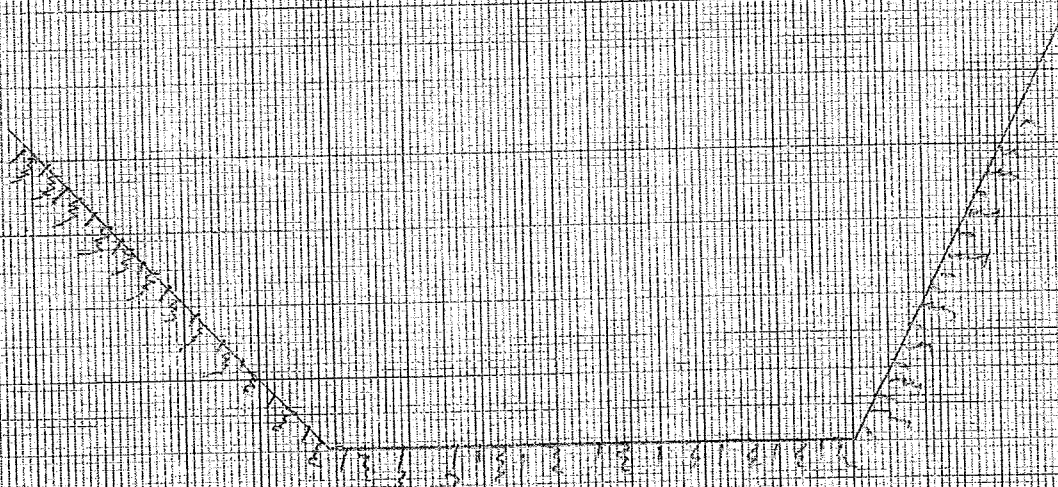
Δίνονται:

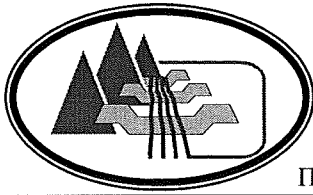
- | | |
|---|------------------------------|
| • Διατομή 1 | Ημιβραχώδης |
| • υπέργειο ύψος | $H_h = 2,50\text{m}$ |
| • ύψος διάρρου | $H_A = 1,00\text{m}$ |
| • ειδικό βάρος σκυροδέματος (B225)
(χωρίς σπλισμό) | $\gamma = 2,4 \text{ t/m}^3$ |
| ----- | |
| • βάθος θεμελίων | $H_f = 1,50\text{m}$ |

DEBITUA DOKO 2
KAWATAA 1000

$H_1 = 2,5 \text{ m}$
 $H_2 = 1,5 \text{ m}$
 $H_3 = 1,0 \text{ m}$

HAMBOK





ΦΡΑΓΜΑ ΚΑΜΠΥΛΟ

ΑΣΚΗΣΗ 11^η

Στη διατομή της κοίτης χειμαρρικού ρεύματος (σχήμα 1) ζητείται:

- Να ελεγχθεί η δυνατότητα κατασκευής Καμπύλου φράγματος με υπέργειο ύψος $H_h=3,00\text{m}$
- Να υπολογισθούν οι διαστάσεις του φράγματος
- Να γίνει η τελική μορφοποίηση της τομής του.

Δίνονται:

- | | |
|---|------------------------------|
| • Διατομή 1 | Βραχώδης |
| • υπέργειο ύψος | $H_h = 3,00\text{m}$ |
| • ύψος διάρρου | $H_A = 1,00\text{m}$ |
| • ειδικό βάρος σκυροδέματος (B225)
(χωρίς σπλισμό) | $\gamma = 2,4 \text{ t/m}^3$ |
| ----- | |
| • βάθος θεμελίων | $H_f = 1,00\text{m}$ |

ΣΧ. 1

ΚΑΥΜΟΥΡΟ ΦΡΑΤΑΜΑ
ΚΑΤΙΝΑ ΑΥΓΗ = 11100

ΗΥ = 30m
ΗΑ = 10m
ΗΚ = 10m

ΒΡΥΞΟΛΗ 2
ΔΙΑΤΟΜΗ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Καπετανόπουλος Γ., 2003: «Στατικός υπολογισμός με Η/Υ των φραγμάτων (αναβαθμών) βαρύτητας» Αθήνα. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Δ/ση Αναδασώσεων και Ορεινής Υδρονομίας. Τμήμα Δασοτεχνικής Διευθέτησης Χειμάρρων. Αθήνα.
2. Κωτούλας Δ., 1989: «Τα χαμηλά φράγματα». ΓΕΩΤΕΕ, Θεσσαλονίκη
3. Κωτούλας Δ., 1994: «Νέα θεώρηση των φραγμάτων βάρους», Ανακ.αριθμ.22 του Εργαστηρίου Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων του Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη
4. Κωτούλας Δ., 1995: «Τα φράγματα διολογής», Ανακ.αριθμ.24 του Εργαστηρίου Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων του Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη
5. Κωτούλας Δ., 1997: «Οι παλαιές μέθοδοι διαστασιολόγησης των φραγμάτων Διευθέτησης των χειμαρρικών ρευμάτων», », Ανακ.αριθμ.28 του Εργαστηρίου Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων του Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη
6. Κωτούλας Δ., 2001: «Ορεινή Υδρονομική-Τόμος ΙΙα. Μέθοδοι και συστήματα Διευθέτησης», Τμήμα Εκδόσεων Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη
7. Κωτούλας Δ., 2001: «Ορεινή Υδρονομική-Τόμος ΙΙβ. Υδρονομικά Έργα», Τμήμα Εκδόσεων Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη
8. Μαργαρόπουλος Π., 1950: «Υδραυλικοστατικοί υπολογισμοί των τεχνικών έργων διευθέτησης χειμάρρων», Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα
9. Μουλόπουλος Χ., 1968: «Ορεινή Υδρονομική», Θεσσαλονίκη

