

Φράγματα – Υδραυλικές κατασκευές

9ο εξάμηνο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών



Διάλεξη 2^η: Γενική διάταξη φραγμάτων και συναφών έργων

Σπύρος Μίχας, Δημήτρης Δερματάς, Ανδρέας Ευστρατιάδης

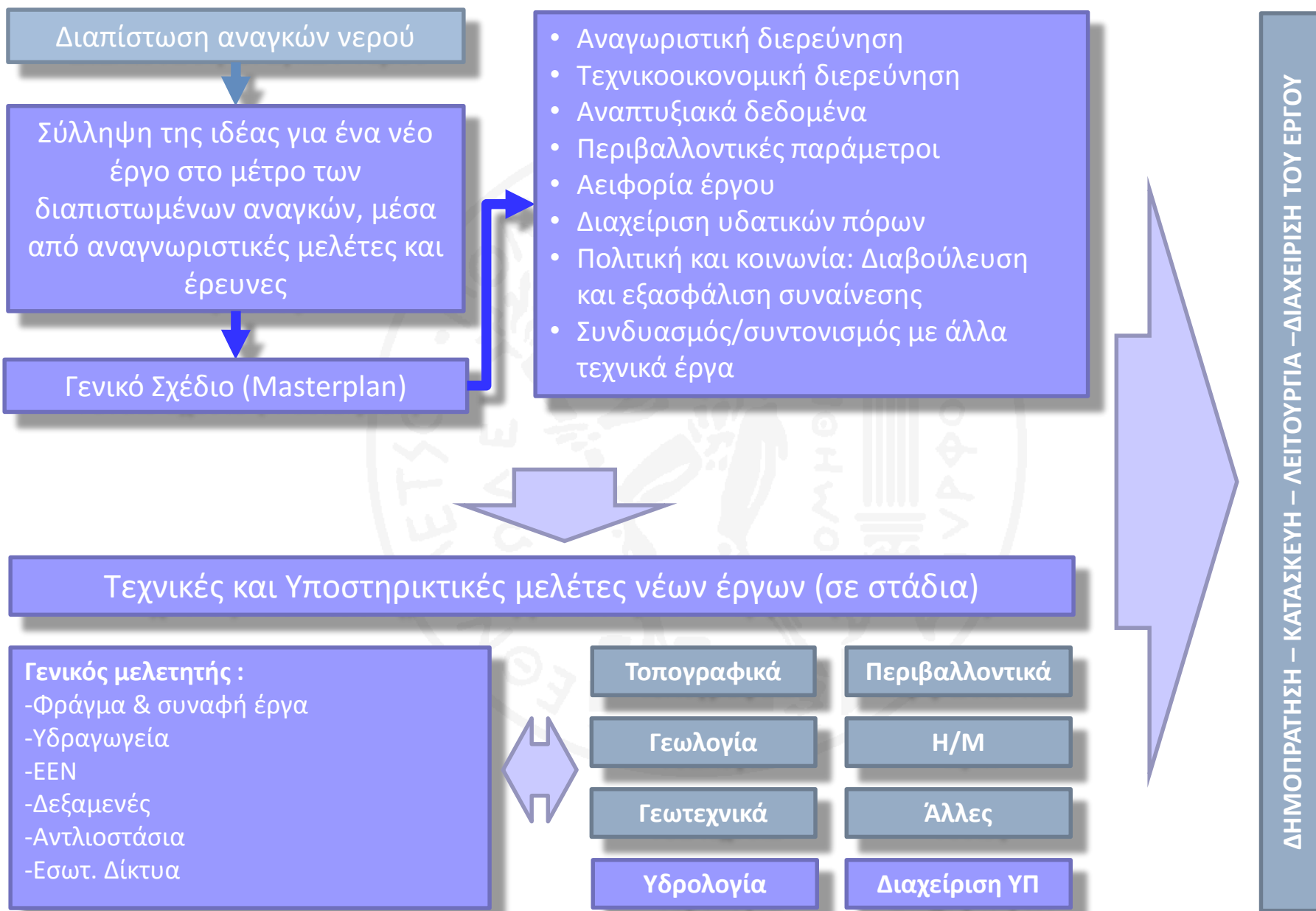
Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ακαδημαϊκό έτος 2015-16

Σχεδιασμός και υλοποίηση φραγμάτων



Σχεδιασμός φραγμάτων – σειρά μελετών



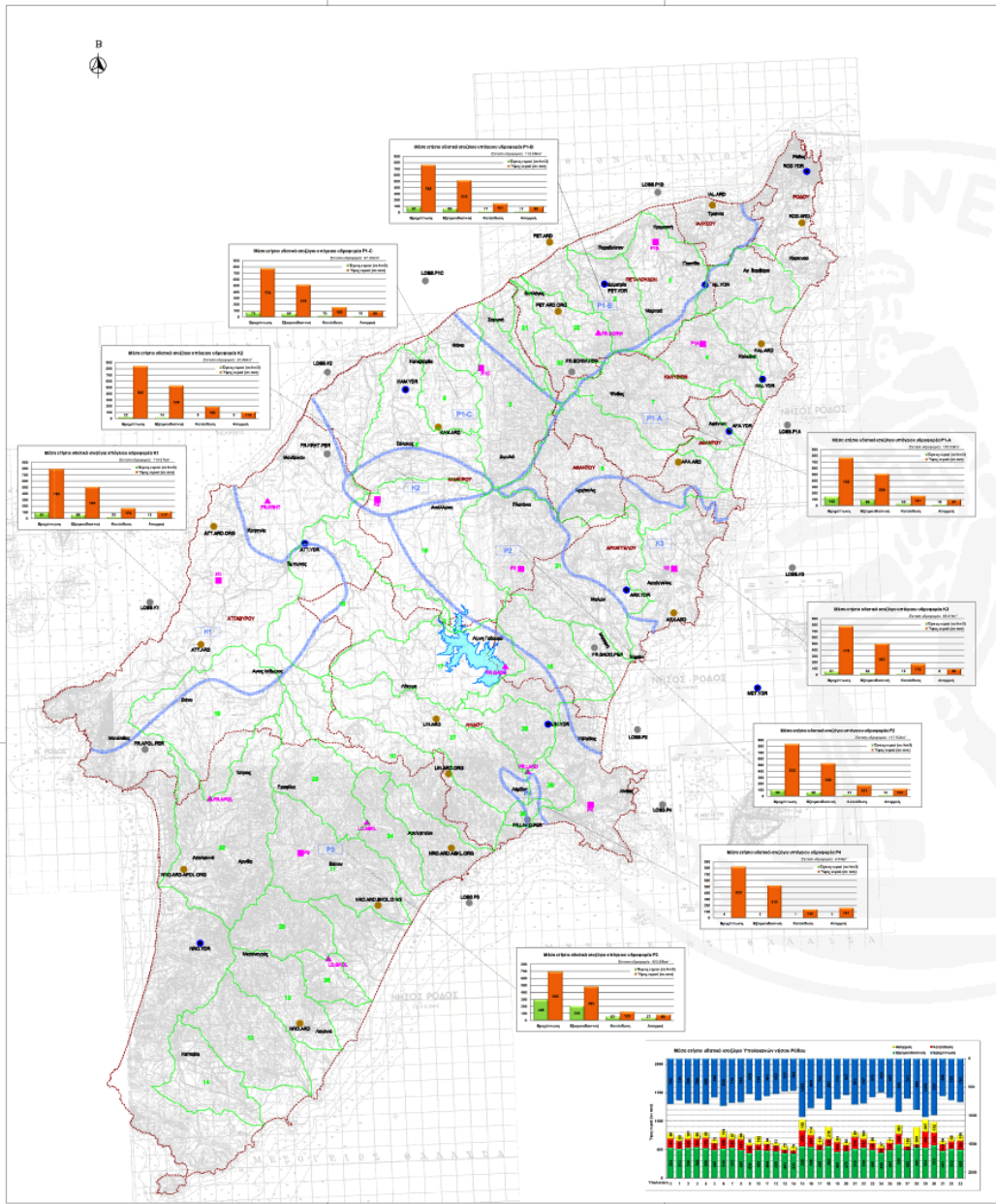
Τα φράγματα ως σύνθετα έργα

- ❑ Σύνθετα ή Πολύπλοκα έργα (Complex Projects). Τα έργα που (εκτός από το μέγεθός τους) συνδυάζουν:
 - Τεχνική πολυπλοκότητα
 - Χρηματοδοτική πολυπλοκότητα
 - Πολυπλοκότητα και διάρκεια προγραμματισμού
 - Πολιτική και κοινωνική διάσταση
- Jeff Worley, ICCPM*
- ❑ Τα φράγματα (ως σύνολο τεχνικών έργων) συγκεντρώνουν συχνά τα παραπάνω χαρακτηριστικά και μπορούν να αποτελούν σύνθετα έργα
 - ❑ Η διαχείριση των σύνθετων έργων απαιτεί σημαντικές οργανωτικές, τεχνικές και πολιτικές δεξιότητες

Διαδικασία σχεδιασμού και υλοποίησης φραγμάτων

- Εντοπισμός της ανάγκης χρήσης
 - Γενικό σχέδιο (masterplan)
 - Υδρολογία
 - Διαχειριστικό
 - Στρατηγικός περιβαλλοντικός σχεδιασμός
 - Καθορισμός του έργου – επιλογή φράγματος ως λύση
-
- **Αναγνωριστική ή Προκαταρκτική μελέτη**
 - Αξιολόγηση διαφορετικών συνολικών λύσεων
 - **Προμελέτη**
 - Διεξοδική εξέταση συγκεκριμένων εναλλακτικών λύσεων
 - **Οριστική μελέτη**
 - Διεξοδική τεκμηρίωση της επιλεγμένης λύσης
 - Καθορισμός υλικών, μεθόδων, ποσοτήτων
-
- Διακήρυξη κατασκευής
 - Μελέτη εφαρμογής (κατά την κατασκευή)
 - Εφαρμογή της οριστικής μελέτης στα πραγματικά δεδομένα

Υδατικό ισοζύγιο



- Υδρολογικό μοντέλο
 - Ποσότητες και σε ποιες λεκάνες
 - Υπόγειοι υδροφορείς
- Διαχειριστικό μοντέλο
 - Κόμβοι προσφοράς
 - Κόμβοι ζήτησης
- Εξέταση σεναρίων
 - Σημερινή κατάσταση
 - Μελλοντικές ανάγκες
 - Εναλλακτικά σενάρια

(από μελέτη διαχείρισης υδατικών πόρων
ν.Ρόδου, 2010)

Διαχειριστικό μοντέλο: παράδειγμα



- ❑ Ολοκληρωμένη (ποσοτικά) διαχείριση υδατικών πόρων με εξέταση πολλών σεναρίων
- ❑ Συνδυασμός 8 βασικών σχεδίων X 30 χωρητικότητες φραγμάτων = 240 επιλύσεις
- ❑ Πρόσθετα υδρολογικά σενάρια ή συνθετικές χρονοσειρές
(από μελέτη για το γενικό σχέδιο ύδρευσης Λέσβου, ΥΠΕΧΩΔΕ/ΓΓΔΕ, 2008)

Αναγνωριστικές μελέτες

- ❑ Υδρολογική λειτουργία της λεκάνης ή μιας ομάδας λεκανών
- ❑ Μορφολογία
- ❑ Γενικά γεωλογικά και γεωτεχνικά χαρακτηριστικά (εκτιμήσεις για αντοχές, γεωλογικό υπόβαθρο, σημαντικά τεκτονικά δεδομένα), για φράγμα και ταμιευτήρα
- ❑ Πιθανοί τύποι και γενική διαθεσιμότητα υλικών
- ❑ Βαθμός εξυπηρέτησης αναγκών (απόσταση, υψόμετρο, συνοδά έργα που απαιτούνται)
- ❑ Γενικά περιβαλλοντικά θέματα
 - χρήσεις γης,
 - προστατευόμενες περιοχές,
 - προσπελασιμότητα,
 - οικολογική παροχή.
- ❑ Κοινωνικά θέματα και αποδοχή

Ιεράρχηση και αξιολόγηση λύσεων

α/α	Όνομασία Ταμειευτήρα	Τύπος	1ο	2ο	3ο	4ο	Σύνολο
			Κριτήριο	Κριτήριο	Κριτήριο	Κριτήριο	
1	ΜΟΡΙΑ	ΕΛ	2	5	4	2	13
2	ΑΦΑΛΩΝΑΣ	ΕΛ	4	1	3	3	11
3	ΘΕΡΜΗ	ΕΛ	4	5	4	2	15
4Α	ΣΚΟΠΕΛΟΣ	ΕΛ	2	3	4	3	12
4Β	ΣΚΟΠΕΛΟΣ	ΕΛ	2	3	4	5	14
5Α	ΠΑΛΑΙΟΚΗΠΟΣ	ΕΛ	3	3	5	3	14
5Β	ΠΑΛΑΙΟΚΗΠΟΣ	ΕΛ	3	4	4	3	14
6Α	ΠΛΩΜΑΡΙ-ΤΡΥΓΩΝΑΣ	ΕΛ	4	5	4	1	14
6Β	ΠΛΩΜΑΡΙ	ΦΚ	4	5	3	3	15
6Γ	ΠΛΩΜΑΡΙ-ΜΕΛΙΝΤΑ	ΦΚ	4	5	3	2	14
7Α	ΒΡΙΣΑ	ΕΛ	4	5	4	3	16
7Β	ΒΡΙΣΑ	ΕΛ	4	5	4	2	15
7Γ	ΒΡΙΣΑ	ΦΚ	4	5	4	5	18
8	ΒΑΣΙΛΙΚΑ	ΕΛ	1	5	3	2	11
9	ΒΑΣΙΛΙΚΑ	ΕΛ	1	5	3	2	11
10Α	ΑΧΛΑΔΕΡΗ	ΕΛ	2	5	3	2	12
10Β	ΑΧΛΑΔΕΡΗ	ΦΚ	2	4	3	5	14
11Α	ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΕΛ	2	5	3	2	12
11Β	ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΦΚ	2	5	4	5	16
12	ΚΑΛΛΟΝΗ-ΚΕΡΑΜΙ	ΕΛ	3	5	3	2	13
13	ΚΑΛΛΟΝΗ-ΤΣΙΚΝΙΑΣ	ΦΚ	2	5	5	5	17
14	ΜΕΣΟΤΟΠΟΣ-ΠΟΔΑΡΑΣ	ΦΚ	3	4	3	4	14
15	ΜΕΣΟΤΟΠΟΣ	ΦΚ	3	5	3	5	16
16	ΣΙΓΡΙ	ΕΛ	4	3	5	3	15
17Α	ΕΡΕΣΣΟΣ	ΕΛ	3	5	4	2	14
17Β	ΕΡΕΣΣΟΣ	ΦΚ	3	5	3	5	10
18	ΑΝΤΙΣΣΑ-ΤΣΙΘΡΑ	ΕΛ	1	5	3	1	10
19	ΑΝΤΙΣΣΑ-ΛΑΦΑΡΝΑ	ΕΛ	5	1	4	3	13
20	ΑΝΤΙΣΣΑ-ΠΕΔΙΑΔΑ	ΦΚ	4	5	3	5	17
21	ΜΗΘΥΜΝΑ	ΕΛ	5	4	5	4	18
22	ΠΕΤΡΑ	ΕΛ	4	2	3	2	11
23	ΑΝΑΣΟΣ	ΕΛ	2	4	3	2	11
24	ΙΠΠΕΙΟ	ΦΚ	2	5	4	4	15
25	ΠΑΡΑΚΟΙΛΑ	ΕΛ	3	5	3	2	13
26	ΕΡΕΣΣΟΣ-ΠΟΡΤΟ	ΕΛ	5	5	3	1	14
27	ΑΓΡΙΛΙΑ	ΕΛ	1	4	3	2	10

Παράδειγμα αξιολόγησης εναλλακτικών λύσεων:

1. Ανάγκες σε νερό της περιοχής και κοινωνική αποδοχή
2. Ευνοϊκό υδρολογικό καθεστώς
3. Μορφολογία της περιοχής
4. Δαπάνη ανά μονάδα χωρητικότητας

(από αναγνωριστική μελέτη για την κατασκευή αρδευτικών έργων στη Λέσβο, ΥΠΑΑΤ, 1991)

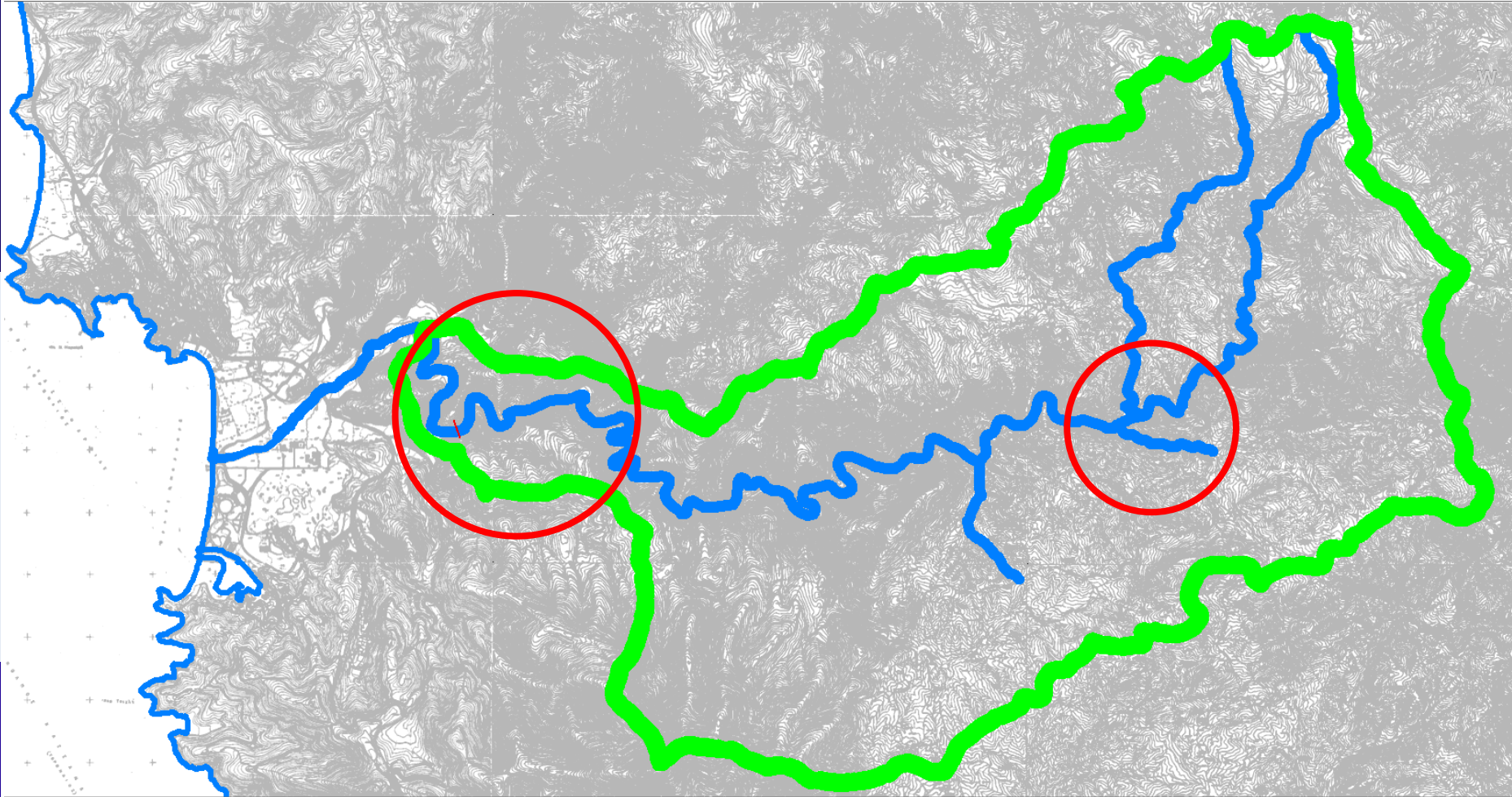
Προμελέτες

- Περιορισμός σε πιο συγκεκριμένες θέσεις και μορφολογική εξέταση
 - Διατομή της θέσης
 - Συσχέτιση ύψους φράγματος και ωφέλιμου όγκου (καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφανείας)
- Προσεκτικότερη εξέταση γεωλογίας και γεωτεχνικών δεδομένων θέσεων (για φράγμα και ταμιευτήρα)
- Τύποι φράγματος
- Διαθεσιμότητα υλικών
- Εξέταση θέσης και μορφής συνοδών έργων φράγματος
 - Εκτροπή
 - Υπερχειλιστής
 - Υδροληψία
 - Προσπέλαση
- Εξέταση έργων απόληψης και μεταφοράς
- Επιλογή άξονα

Ορισμένοι βασικοί κανόνες

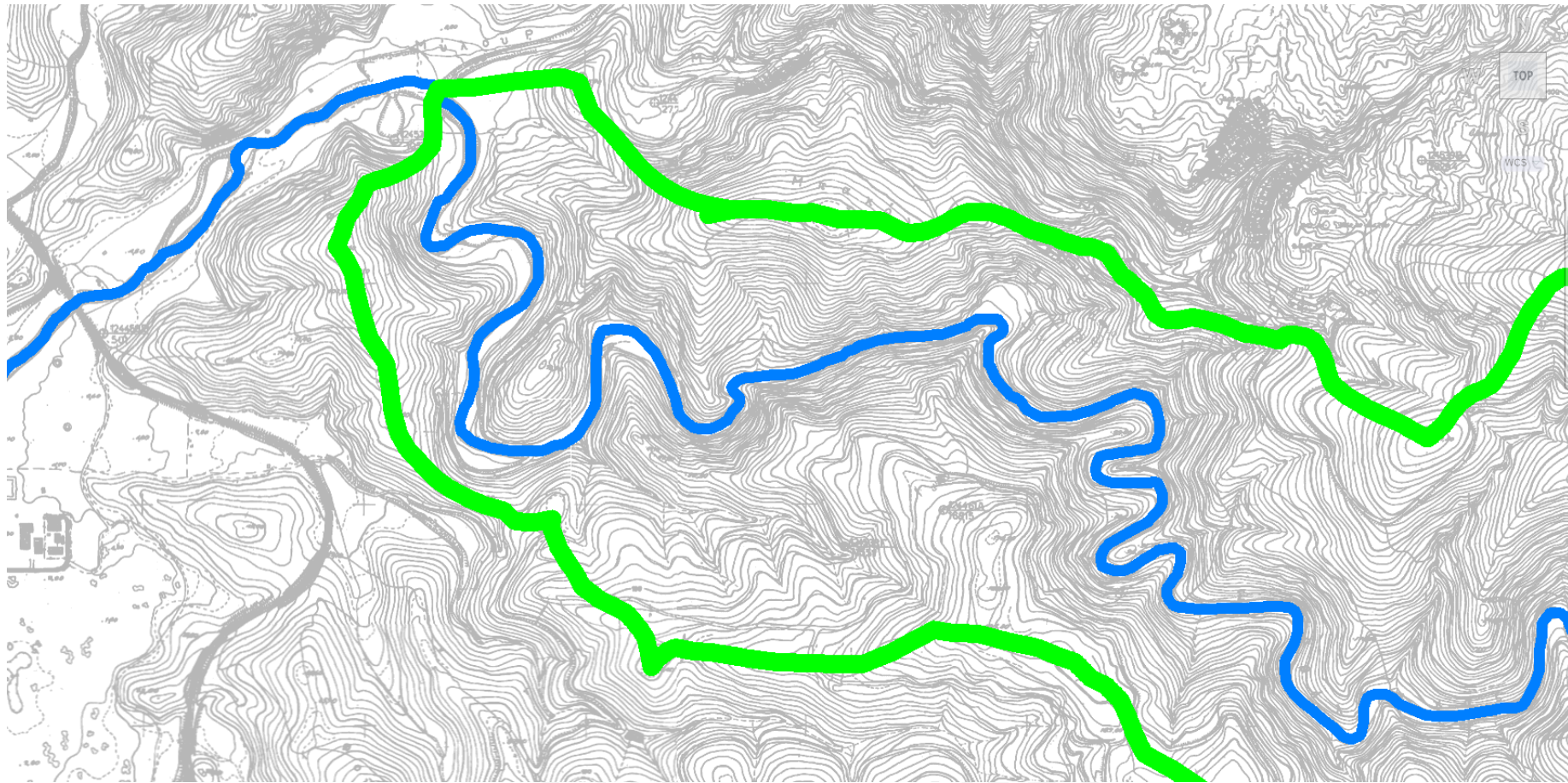
- ❑ Κάθε πιθανή θέση φράγματος αφορά ένα διαφορετικό τεχνικό έργο → καθοριστικός παράγοντας
- ❑ Κατασκευάζουμε τα φράγματα από τα υλικά που βρίσκονται στην περιοχή → καθοριστικός παράγοντας
- ❑ Ελέγχουμε τα γεωλογικά δεδομένα → καθοριστικός παράγοντας
- ❑ Ελέγχουμε τα γεωτεχνικά δεδομένα → καθοριστικός παράγοντας
- ❑ Ελέγχουμε τα σεισμικά δεδομένα
- ❑ Ελέγχουμε τα περιβαλλοντικά δεδομένα
- ❑ Ελέγχουμε τις επιπτώσεις καταστροφικής αστοχίας
- ❑ Ελέγχουμε τα κοινωνικά δεδομένα
- ❑ Ελέγχουμε τις αναμενόμενες κατασκευαστικές συνθήκες (διαθέσιμα μέσα και έμψυχο δυναμικό)

Επιλογή της θέσης σε μία λεκάνη



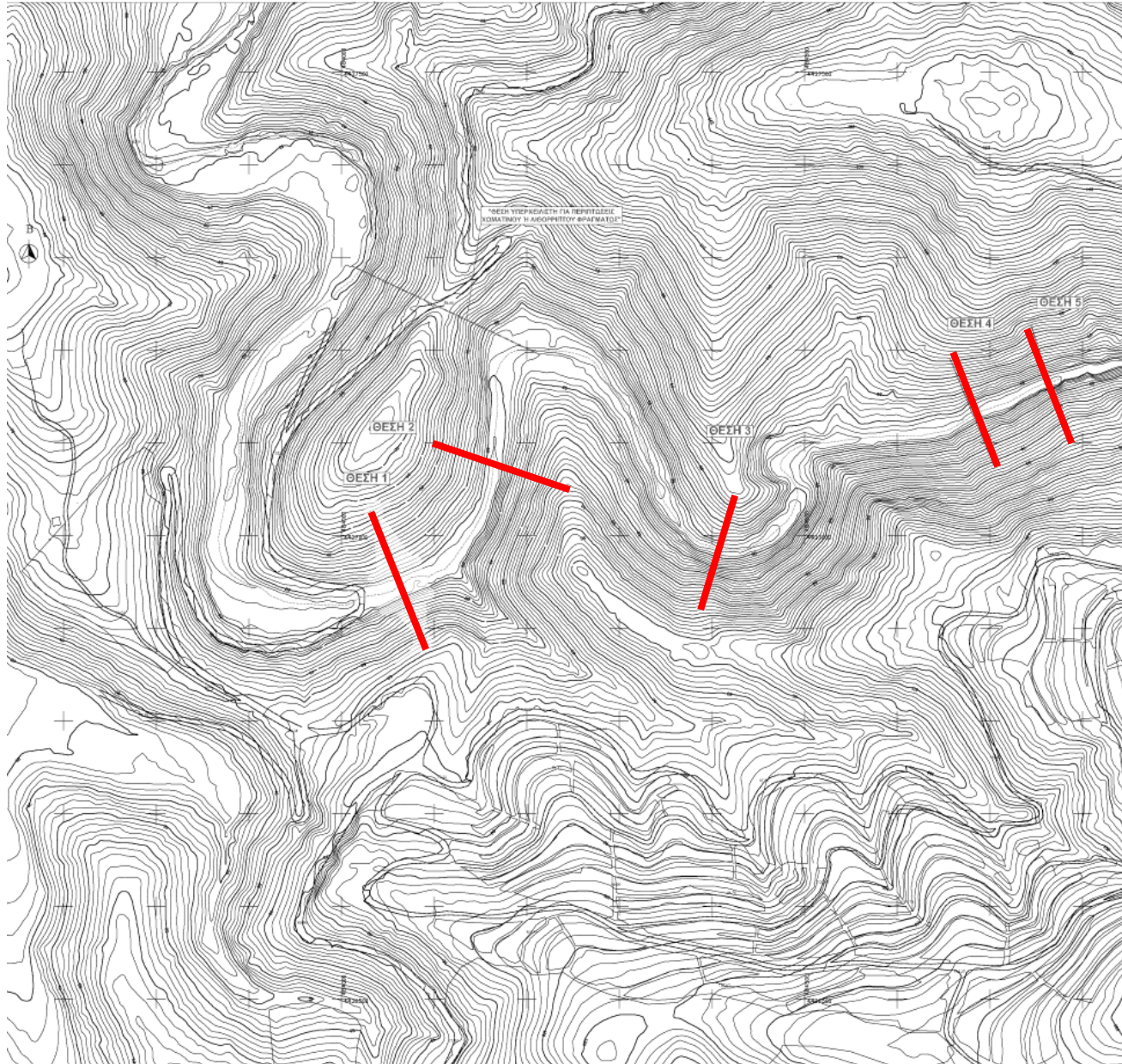
- ❑ Επανελέγχος κριτηρίων αναγνωριστικής μελέτης
- ❑ Εντοπισμός μίας ή περισσότερων συγκεκριμένων θέσεων για διεξοδικότερη διερεύνηση

Περιορισμός σε πιθανές θέσεις μιας περιοχής



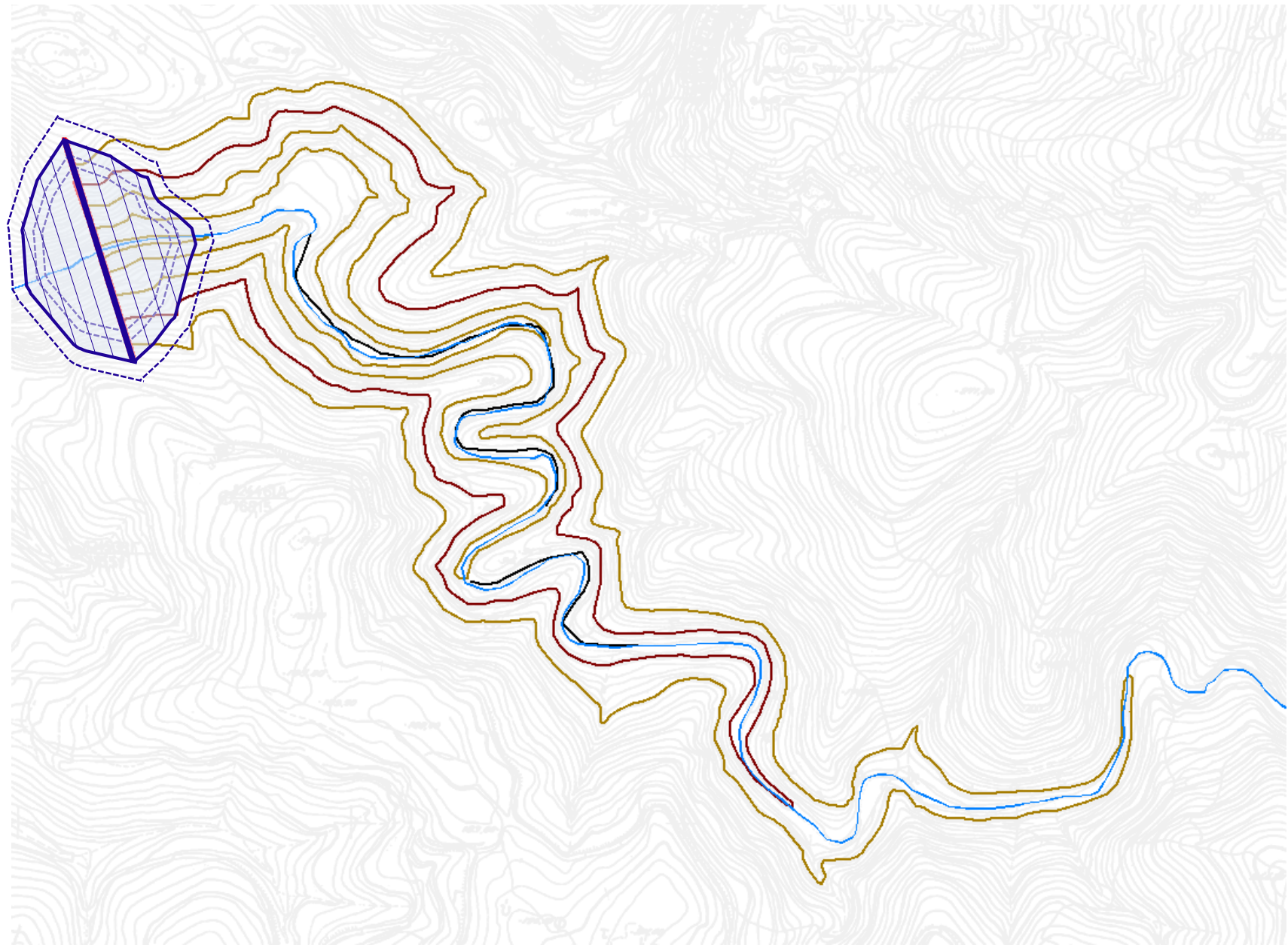
- Λεπτομερέστερη εξέταση μιας συγκεκριμένης περιοχής
- Επιλογή συγκεκριμένων πιθανών αξόνων στην περιοχή αυτή
 - Φράγμα
 - Ταμιευτήρας

Επιλογή ορισμένων συγκεκριμένων θέσεων



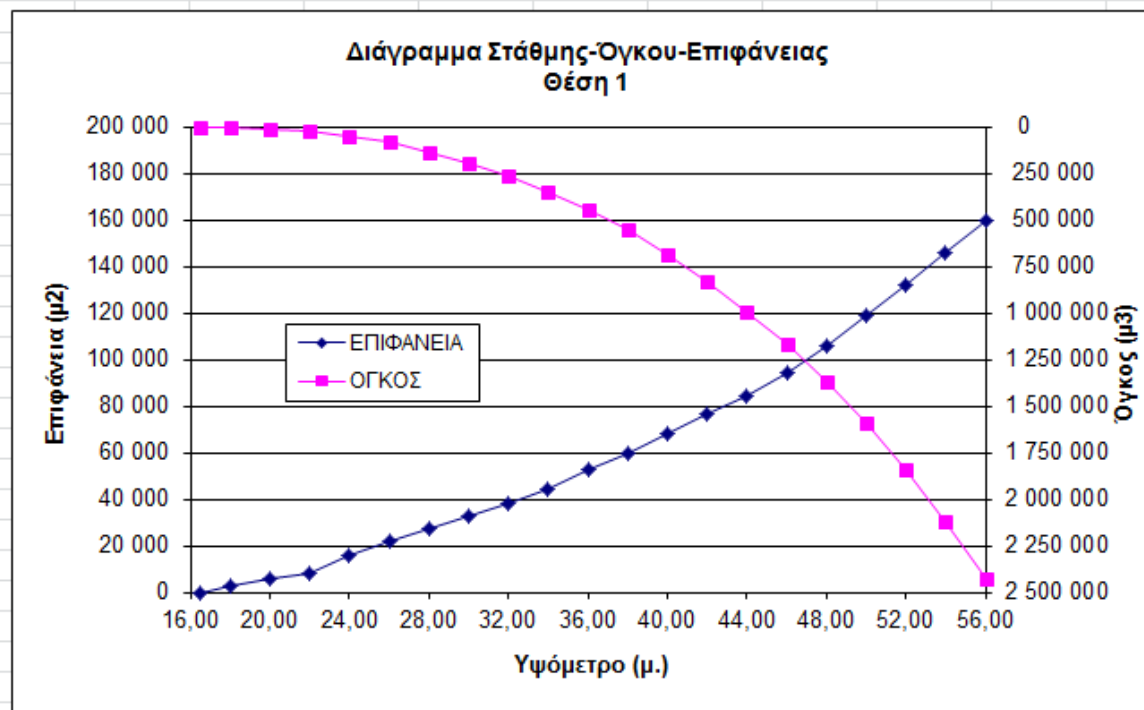
- Αποδοχή γεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών (βλέπε βασικούς κανόνες)
- Ανάδειξη βασικών μορφολογικών χαρακτηριστικών ορισμένων θέσεων

Μέγεθος ταμιευτήρα – μέγεθος φράγματος

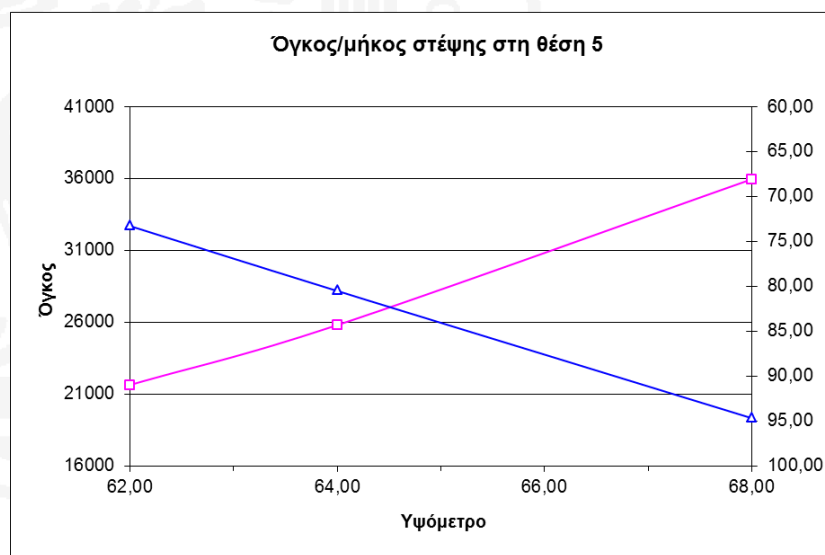
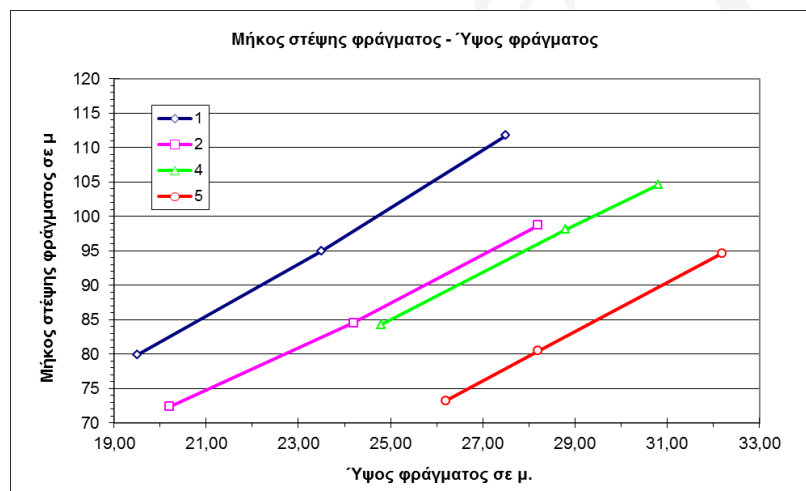
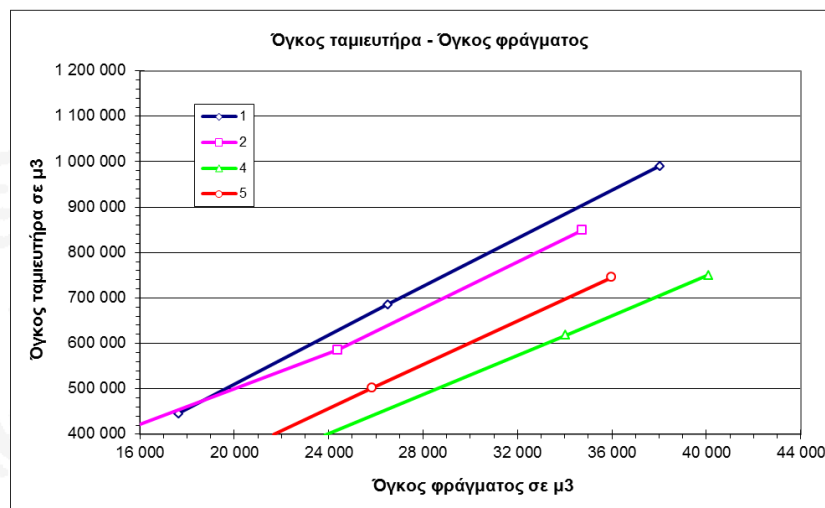
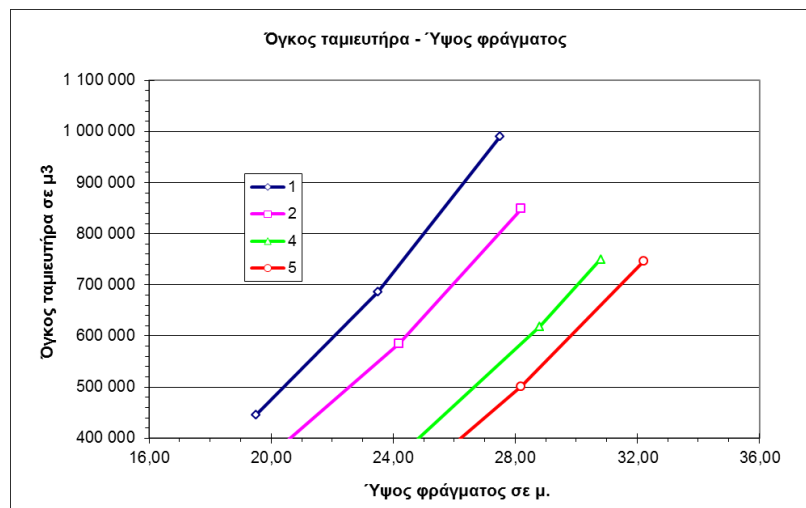


Καμπύλες στάθμης-όγκου-επιφανείας

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Υψόμετρο	Επιφάνεια	Όγκος	Περίμετρος											
2	μ	μ ²	μ ³	μ											
3	56,00	159605	2427773	3954											
4	54,00	145529	2122638	3785											
5	52,00	132120	1844990	3634											
6	50,00	118595	1594275	3407											
7	48,00	105715	1369965	3241											
8	46,00	94596	1169654	3042											
9	44,00	84568	990490	2726											
10	42,00	76222	829700	2686											
11	40,00	68004	685474	2563											
12	38,00	59817	557652	2388											
13	36,00	52475	445360	2352											
14	34,00	44304	348581	1880											
15	32,00	38235	266041	1797											
16	30,00	32561	195245	1629											
17	28,00	27506	135177	1598											
18	26,00	21947	85724	1522											
19	24,00	15648	48129	1304											
20	22,00	8359	24122	696											
21	20,00	5536	10227	584											
22	18,00	2681	2010	455											
23	16,50	0	0	0											
24															
25															
26															
27															
28															



Σύγκριση χαρακτηριστικών των θέσεων



▣ Παραδείγματα συναξιολόγησης μορφολογικών χαρακτηριστικών θέσεων φραγμάτων

Τύποι φραγμάτων



Τύποι φραγμάτων (με γνώμονα το υλικό κατασκευής)

□ Από σκυρόδεμα (άκαμπτα)

- Βαρύτητας
 - Συμβατικού σκυροδέματος
 - Κυλινδρούμενου σκυροδέματος
 - Σκληρού επιχώματος (από ισχνό κυλινδρούμενο σκυρόδεμα)
- Αντηριδωτά (βαρύτητας)
- Τοξωτά

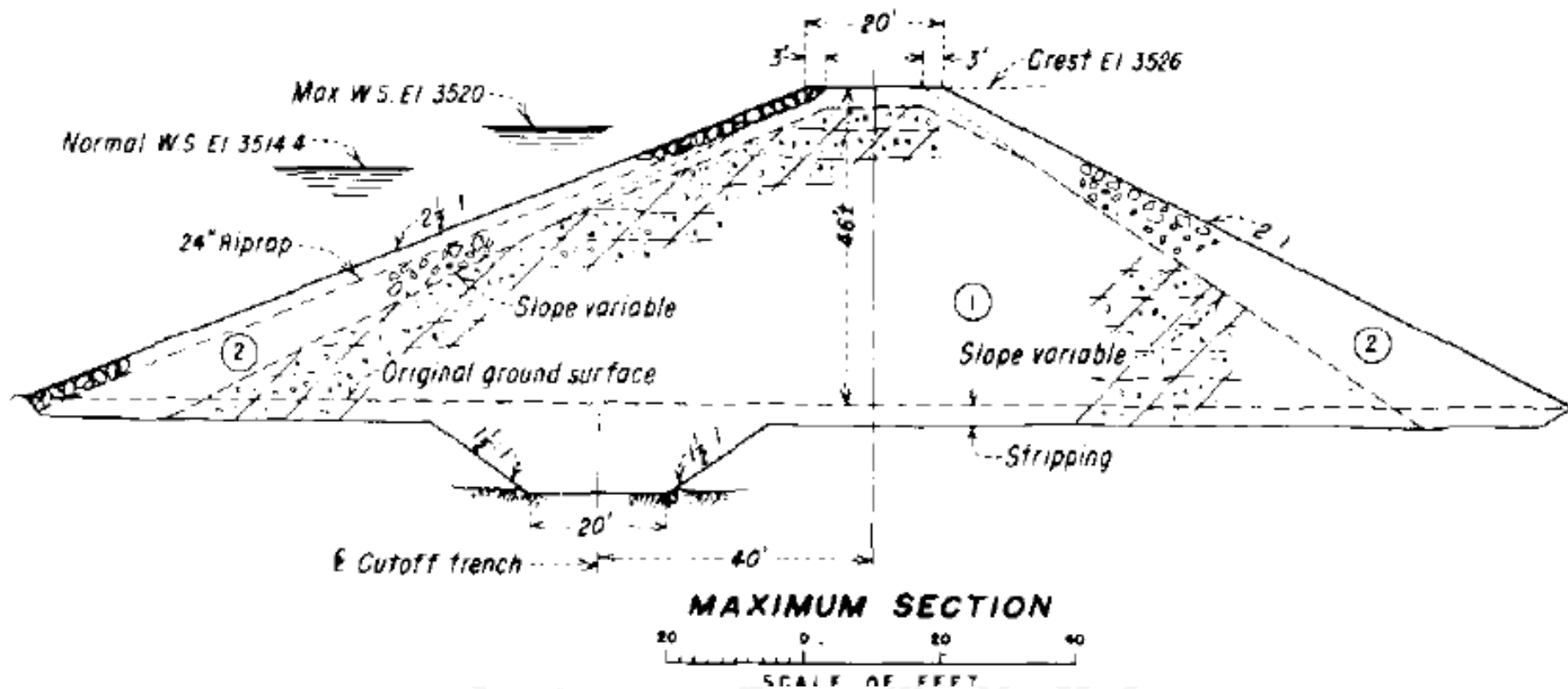
□ Γεωφράγματα (εύκαμπτα, αναχώματα, φράγματα από γαιώδη υλικά)

- Χωμάτινα
 - Ομοιογενή
 - Διαζωνισμένα
- Λιθόρριπτα με αδιαπέρατο στοιχείο
 - Με αδιαπέρατο πυρήνα
 - Αργιλικό
Κατακόρυφο
Κεκλιμμένο
 - Ασφαλτικό
 - Με ανάντη στεγάνωση
 - Πλάκα σκυροδέματος
 - Ασφαλτικό τάπητα
 - Μεμβράνη

□ Παλαιότερα:

- Χαλύβδινα, Ξύλινα, Λιθόκτιστα

Χωμάτινο φράγμα (ομοιογενές)



EMBANKMENT EXPLANATION

- ① Selected clay, silt, and sand compacted by tamping rollers to 6-inch layers.
- ② Cobble and rockfill.

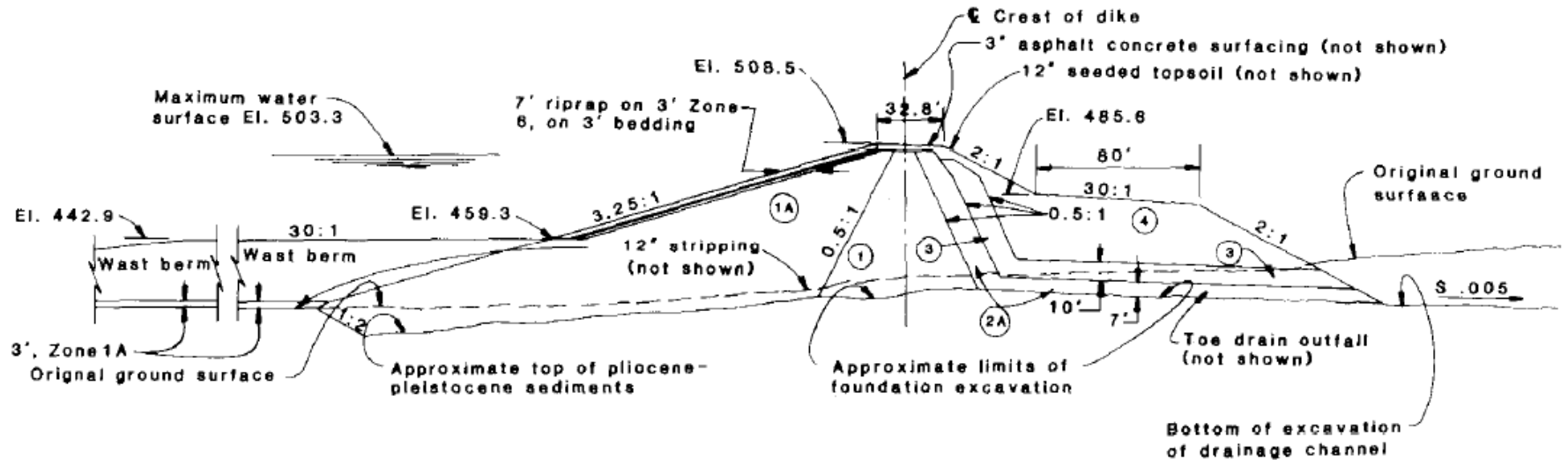
- ▣ Φράγμα Γουάσκο (Wasco), ΗΠΑ
“Design of Small Dams”



▣ Wasco dam

USBR

Χωμάτινο φράγμα (διαζωνισμένο)



ZONES

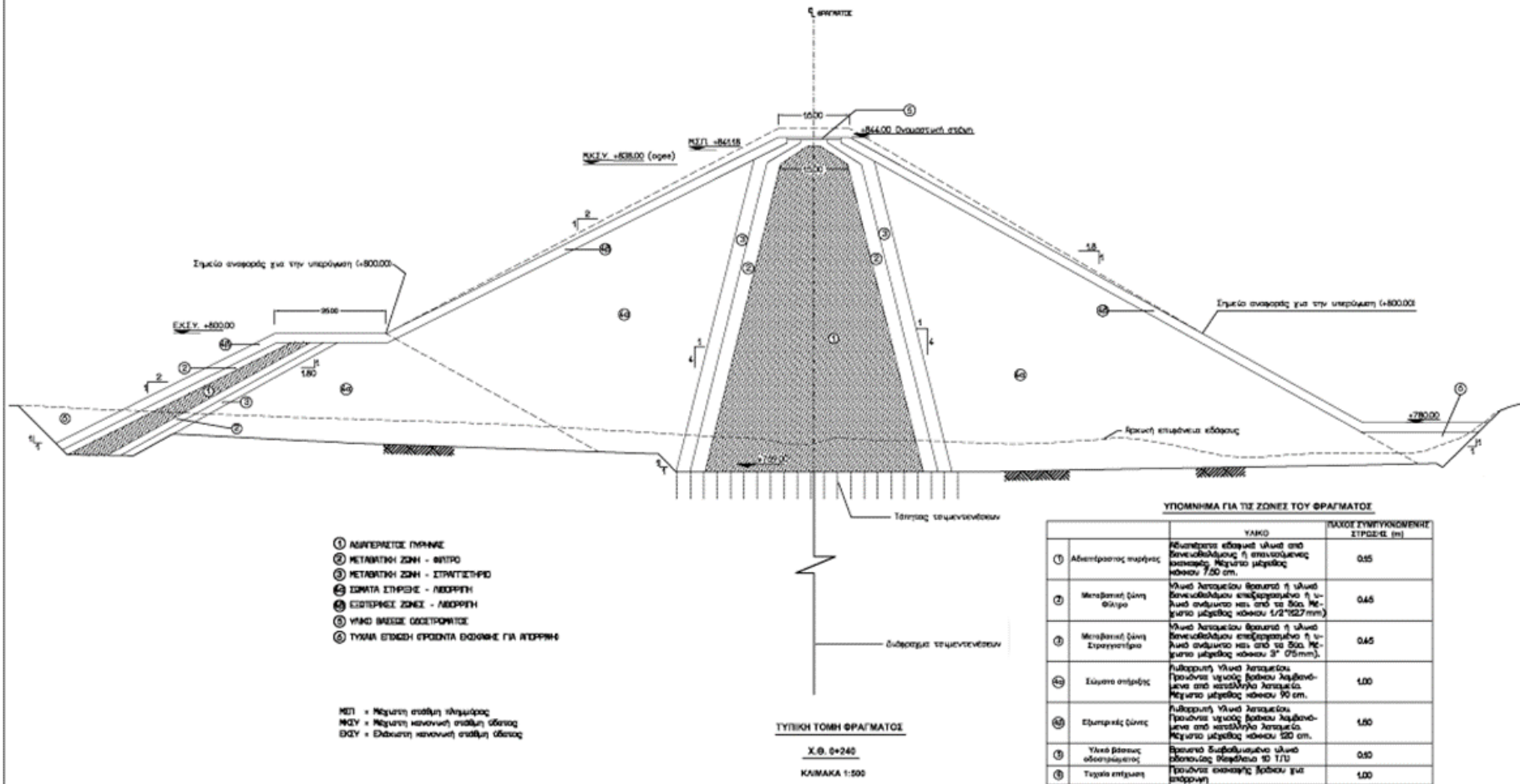
- ① Selected CL, SC, SM, and ML materials compacted by tamping rollers to 6-inch lifts.
- ①A Selected CL, SC, SM, and ML materials compacted by pneumatic tired rollers to 12-inch lifts.
- ①B Selected CH, CL, SC, SM, and ML materials compacted by pneumatic tired rollers from 12-inch loose lift.
- ②A Processed SP materials compacted by vibratory rollers from 12-inch loose lifts.
- ③ Processed GP materials compacted by vibratory rollers from 24-inch loose lifts.
- ④ Decomposed granite material compacted by pneumatic tired roller from 12-inch loose lifts.
- ⑥ Rock fragments.

▣ Φράγμα San Justo, ΗΠΑ

Design of Small dams

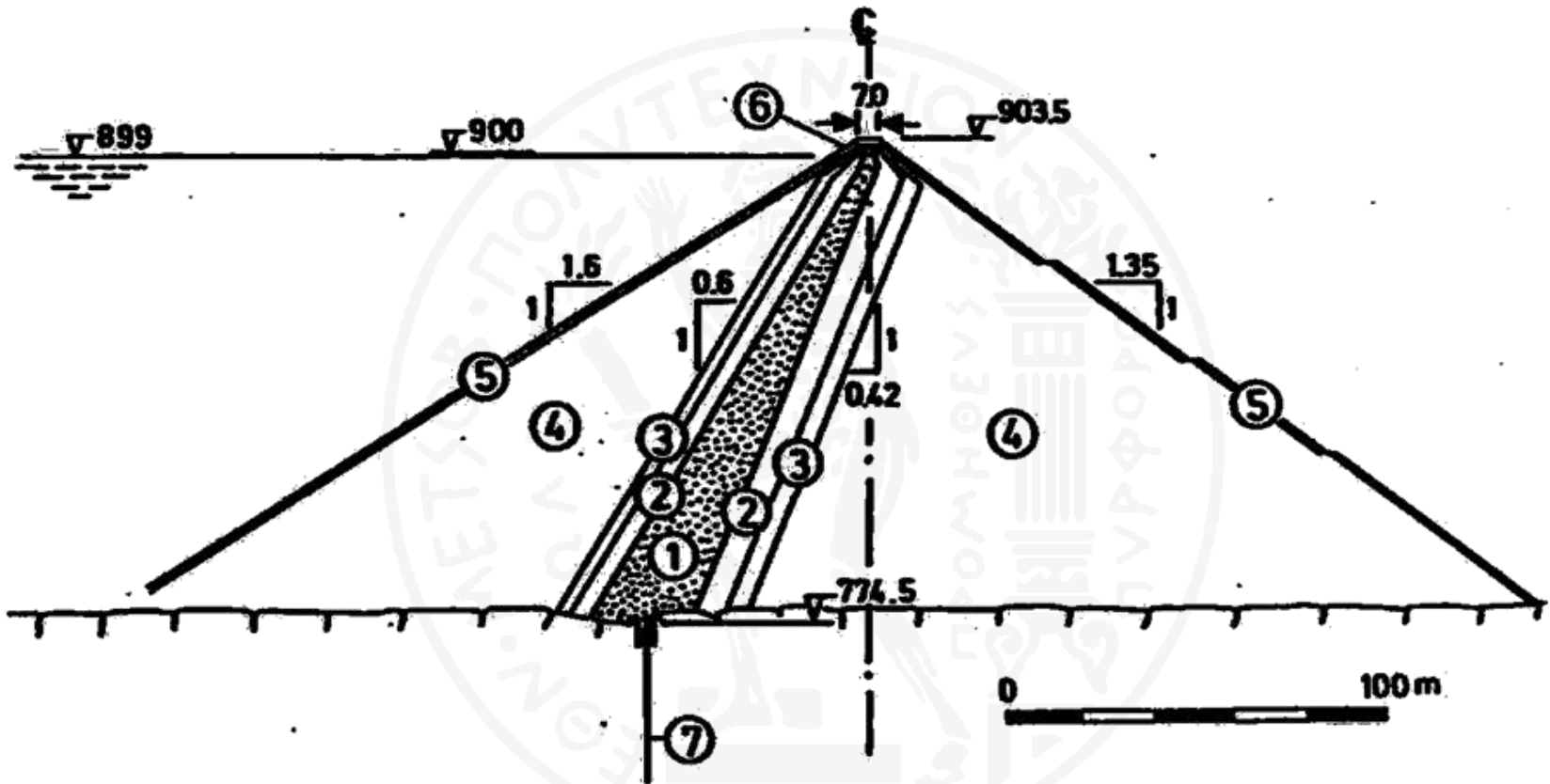


Φράγμα λιθόρριπτο με κατακόρυφο αργιλικό πυρήνα



Φράγμα Τριανταφυλλιάς Φλώρινας

Μελέτη ΥΠΑΑΤ, 1997



■ Svartevann Earth Core Rockfill Dam (129 m), Norway

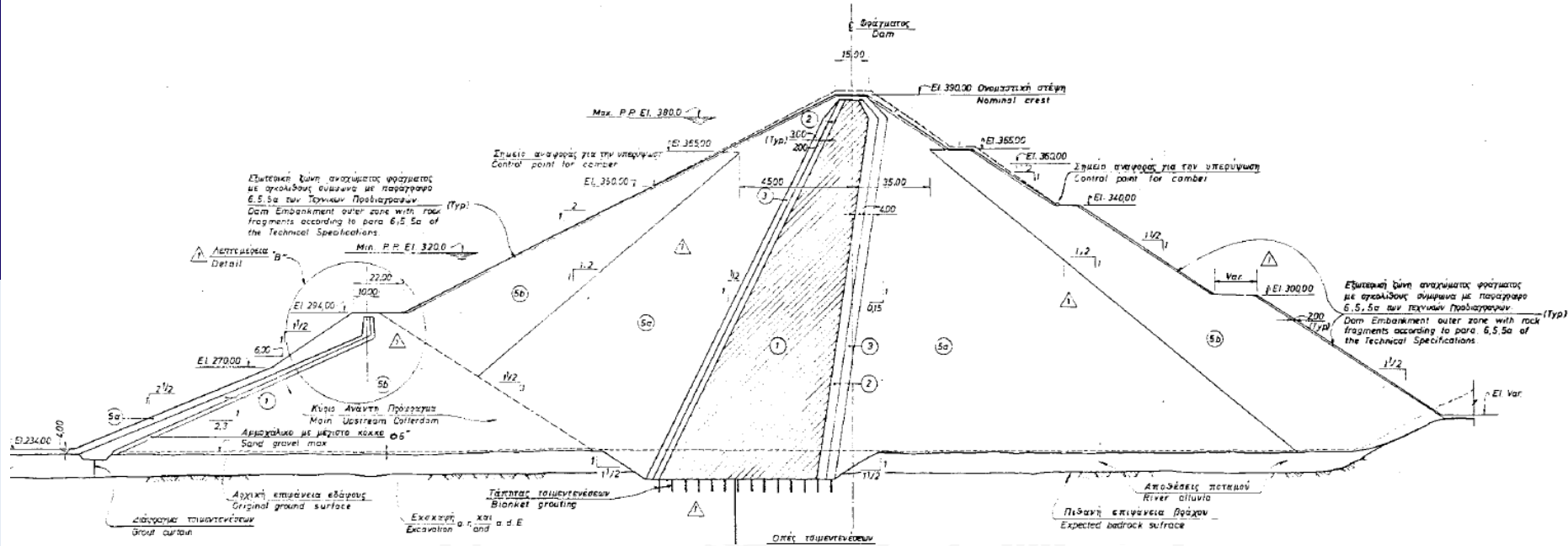
Kaare Höeg, 2009



▣ Svartevann Earth Core Rockfill Dam (129 m), Norway

Kaare Höeg, 2009

Φράγμα λιθόρριπτο με κεκλιμένο αργιλικό πυρήνα

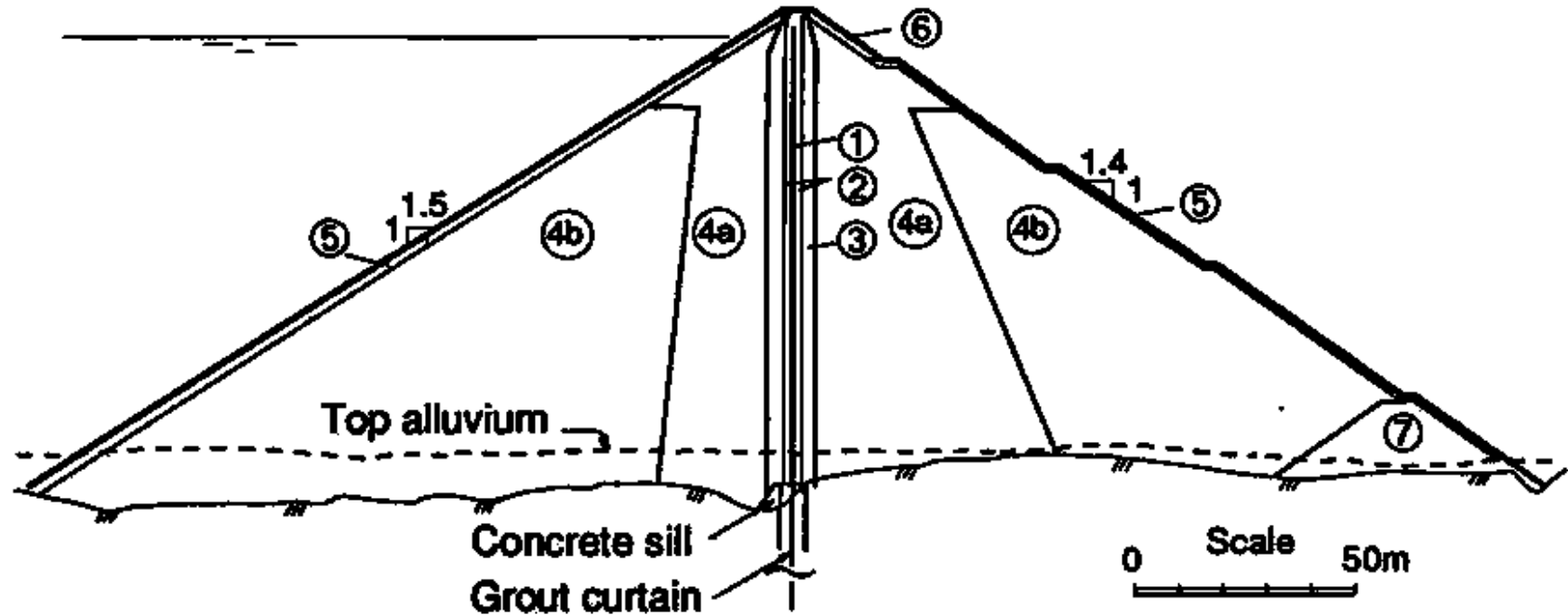


ΑΡ. No	ΠΕΡΙΓΡΗΦΗ ΖΩΝΗΣ ZONE DESCRIPTION	ΥΛΙΚΟ MATERIAL	ΠΛΑΧΟΣ ΣΤΥΠΗΚΩΜΕΝΗΣ ΣΤΡΩΣΗΣ (M) COMPACTED LAYER THICKNESS (M)
1	Αδιαπέρατος πυρήνας Impervious core	Αδιαπέρατα εδαφικά υλικά από βωμολιθάρια ή απαιτούμενες εκκαθαρές Impervious earthfill materials from borrow areas or from required excavations	0,15
2	Λεπτό φίλτρο Fine filter	Διαβρωσμένος θραυστός βράχος από προϊόντα εκκαθαρές ή από λατομείο, max. μεγέθος 37,5mm. Processed crushed rock from required excavations or from quarry, finer than 37,5mm.	0,45
3	Χειδρακόμο φίλτρο Coarse filter	Διαβρωσμένος θραυστός βράχος από προϊόντα εκκαθαρές ή από λατομείο, max. μεγέθος 75,0mm. Processed crushed rock from required excavations or from quarry, finer than 75,0mm.	0,45
4	Μεταβατική ζώνη Transition	Διαβρωσμένος θραυστός βράχος από προϊόντα εκκαθαρές ή από λατομείο, max. μεγέθος 15 cm. Processed crushed rock from required excavations or from quarry, finer than 15 cm.	0,45
5a	Σύνο σφαιρικής Εσωτερική ζώνη Shell Inner zone	Λιθορριπή από προϊόντα εκκαθαρές ή από λατομείο, max. μεγέθος 90 cm. Rockfill from required excavations or from quarry, max. particle size 90 cm.	100
5b	Σύνο σφαιρικής Εξωτερική ζώνη Shell Outer zone	Λιθορριπή από προϊόντα εκκαθαρές ή από λατομείο, max. μεγέθος 1,50m. Rockfill from required excavations or from quarry, max. particle size 1,50m.	200
6	Ζώνη κλήρωσης στο πλάι του φράγματος Dam toe fill zone	Υλικό τυχαίας διαβρωσίας από προϊόντα εκκαθαρές βράχου ή ασφαλικά πετρώση. Random fill from required rock excavations or river alluvium.	1,20
7	ΚΑΤΑΡΤΗΜΕΝΗ DELETED		
8	Βάση δρόμου Road base course	Θραυστός βράχος όπως προδιαγράφεται για το υλικό βάσης στα κείμενα των Tech. Spec. Crushed rock as specified for base course in Section 10 of the Tech. Spec.	0,10

Φράγμα Θησαυρού Νέστου

ΔΕΗ, 1991

Φράγμα λιθόρριπτο με ασφαλτικό πυρήνα



■ Storglomvatn Asphalt Core Dam, Norway(125m)

Kaare Höeg, 2009



- Storglomvatn Asphalt Core Dam, Norway(125m)
- Kaare Höeg, 2009

Φράγμα βαρύτητας από συμβατικό σκυρόδεμα

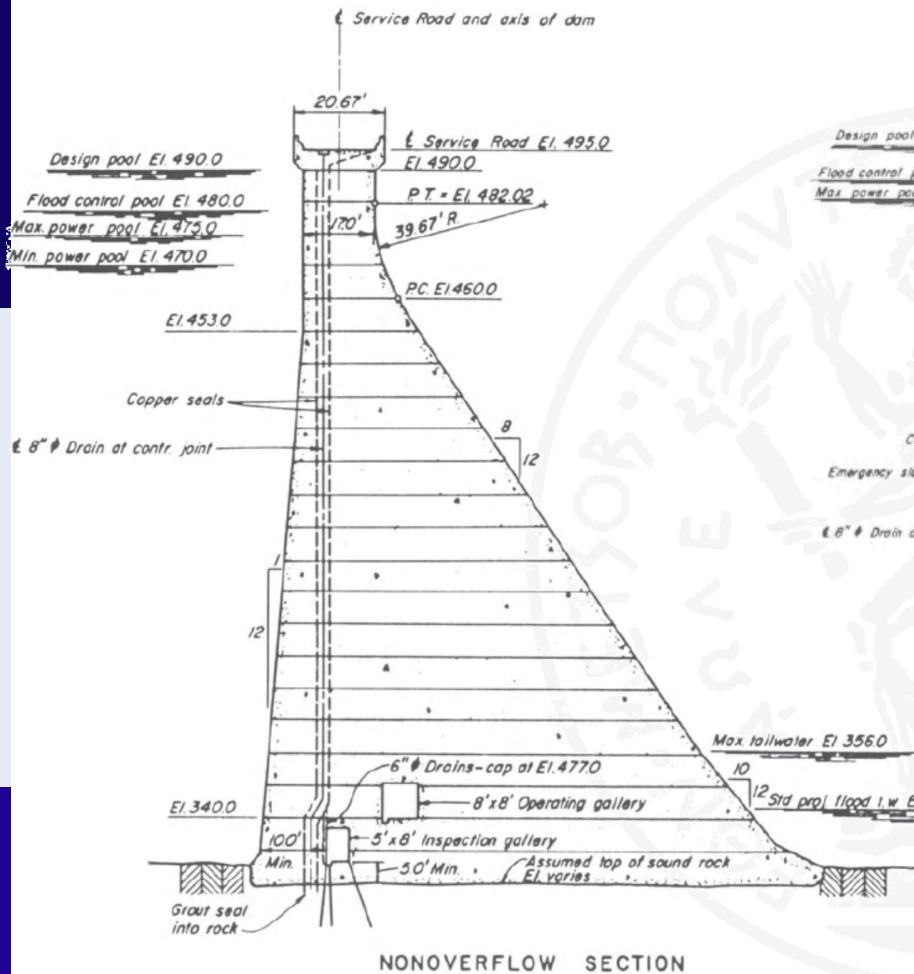


Figure 16-1. Nonoverflow section, Richard B. Russell Dam. Courtesy U.S. Army Corps of Engineers.

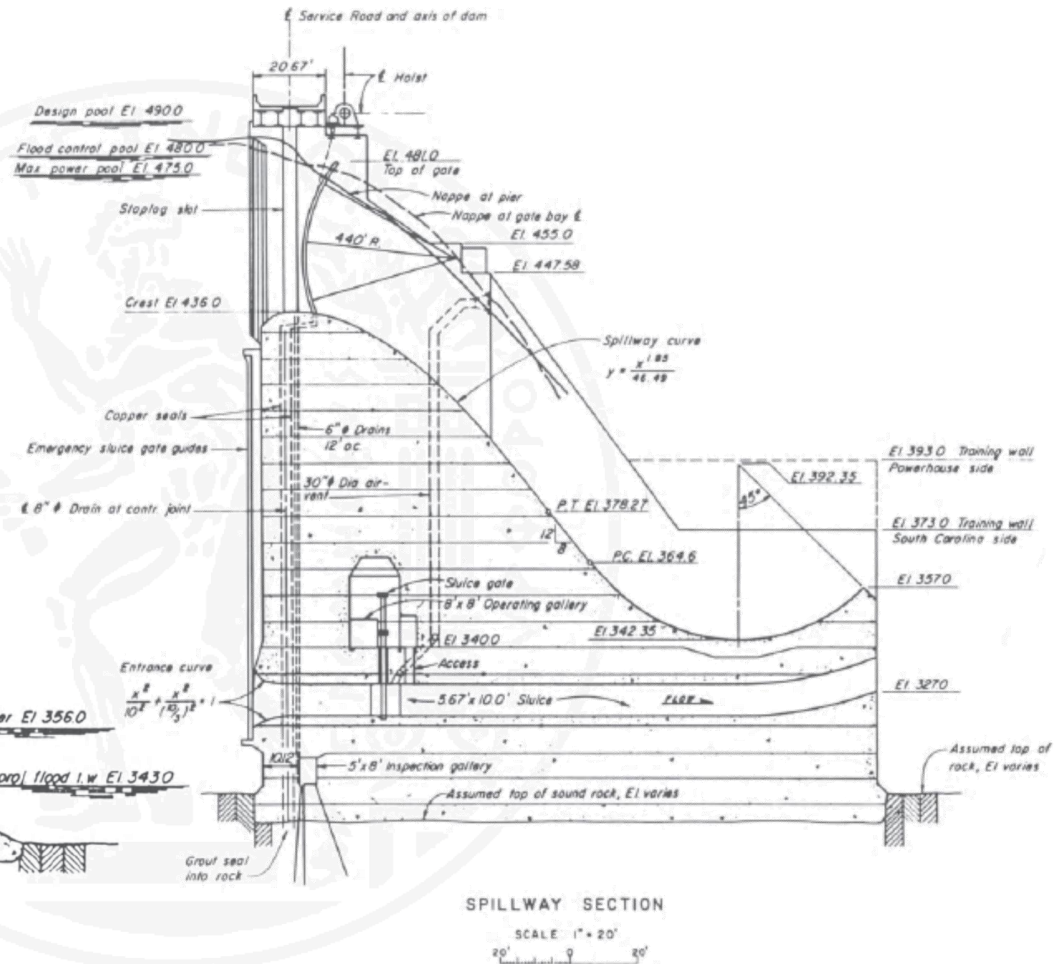


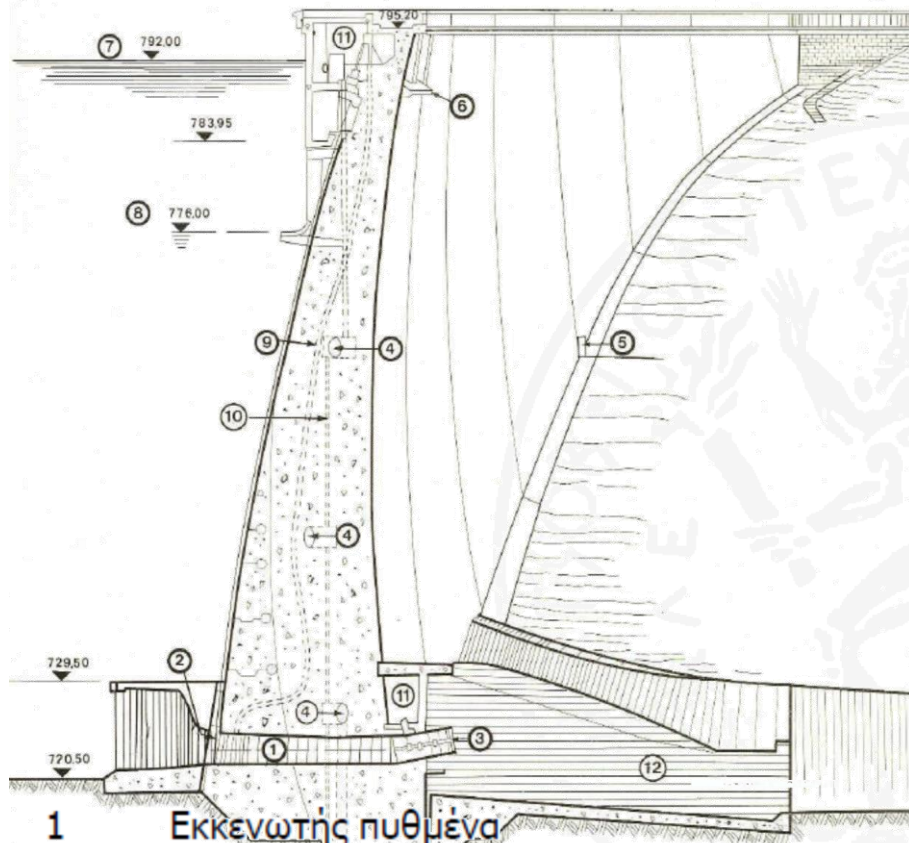
Figure 16-2. Spillway section, Richard B. Russell Dam. Courtesy U.S. Army Corps of Engineers.

Φράγμα Russel

"Advanced dam engineering"



Τοξωτό φράγμα



- 1 Εκκενωτής πυθμένα
- 2 Κυλιόμενο θυροφραγμα
- 3 Δικλίδα κοίλης φλέβας
- 4,5 Στοά παρακολούθησης, Είσοδος στοάς
- 6 Υπερχειλιστής
- 7, 8 Α.Σ.Λ, Κ.Σ.Λ
- 9,10 Αερισμός, Φρέατα εκκρεμών
- 11 Θάλαμος θυροφραγμάτων
- 12 Κοιτόστρωση σκυροδέματος

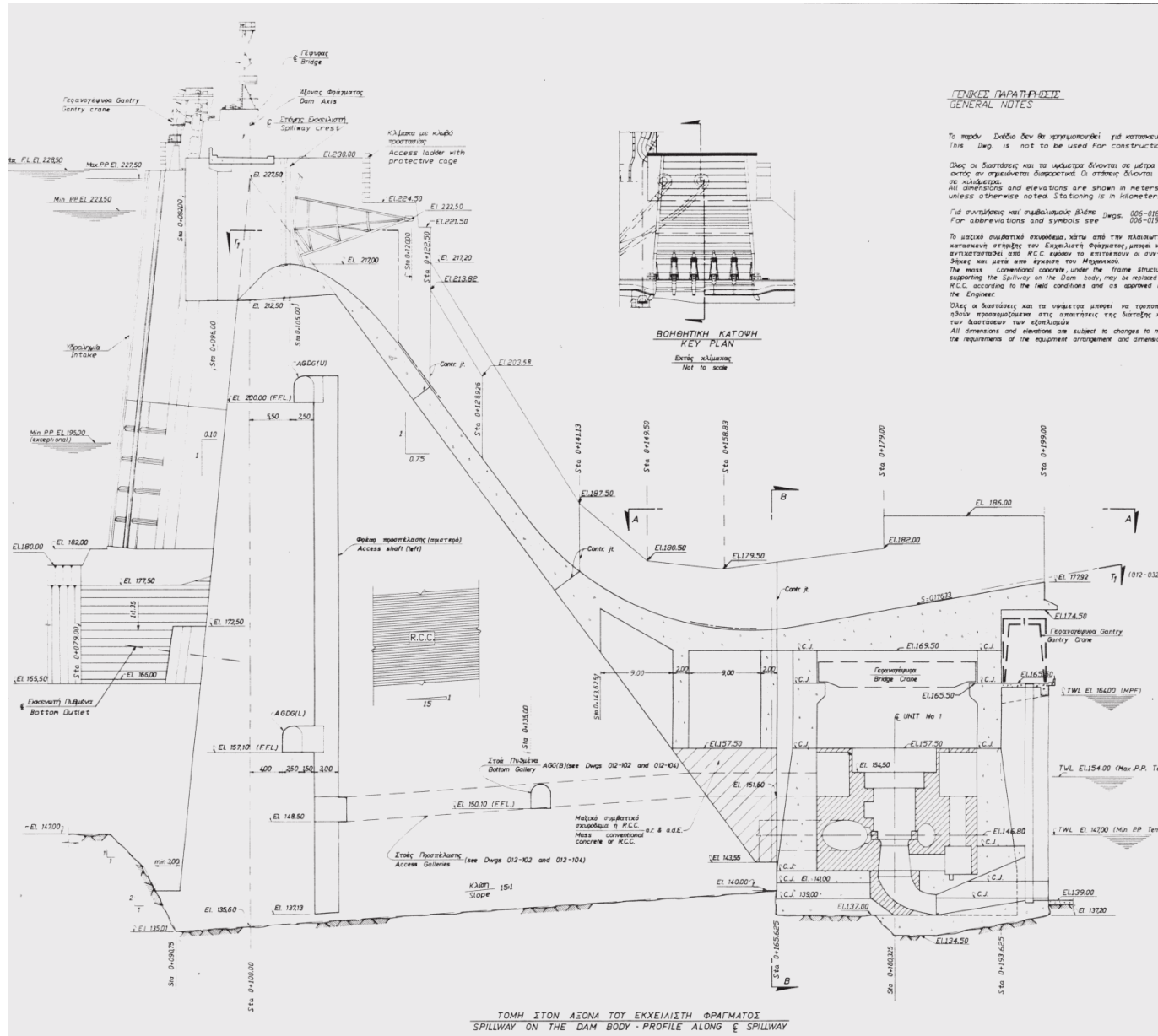
- 1, 2 Στέψη φράγματος, Υπερχειλιστής
- 3 Εκκενωτής πυθμένα
- 4 Σήραγγα εκτροπής με εκτινασσόμενο χαλύβδινο πώμα
- 5 Κοιτόστρωση σκυροδέματος

□ Φράγμα Ταυρωπού

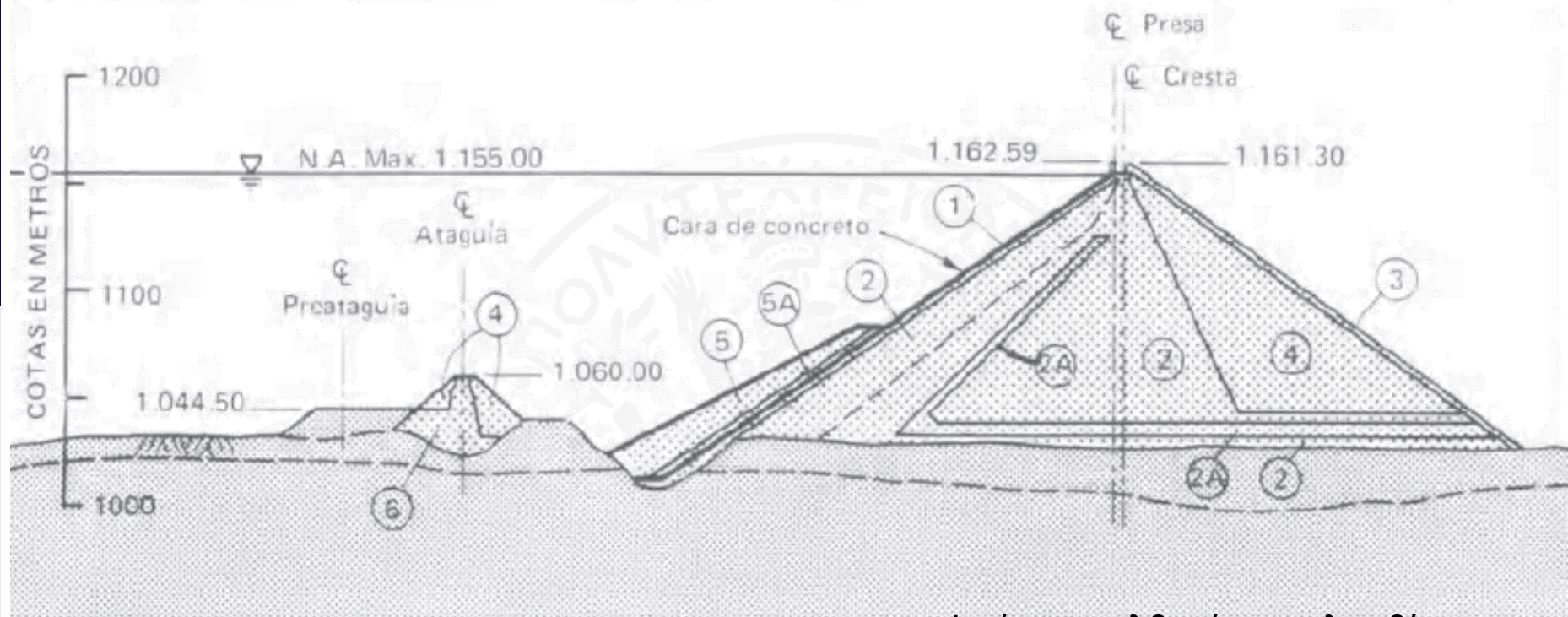
Κατάλογος Ελλ.φραγμάτων ΕΕΦΤ

Φράγμα από κυλινδρικό σκυρόδεμα (RCC)

- Φράγμα Πλατανόβρυσης ΔΕΗ, 1990



Φράγμα λιθόρριπτο με ανάντη πλάκα σκυροδέματος



- Φράγμα Σαλβαχίνα, Κολομβία
“Advanced dam engineering”

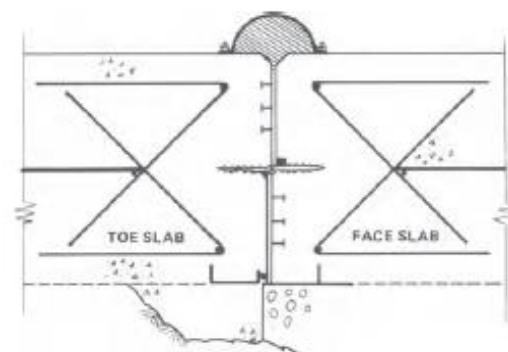
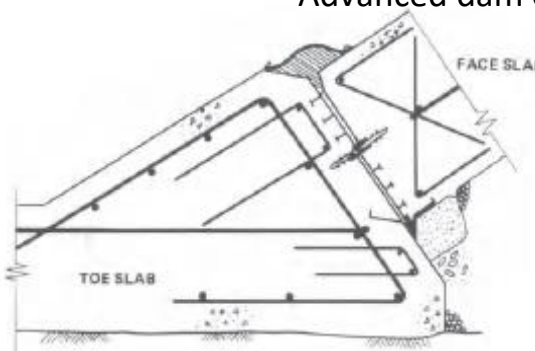
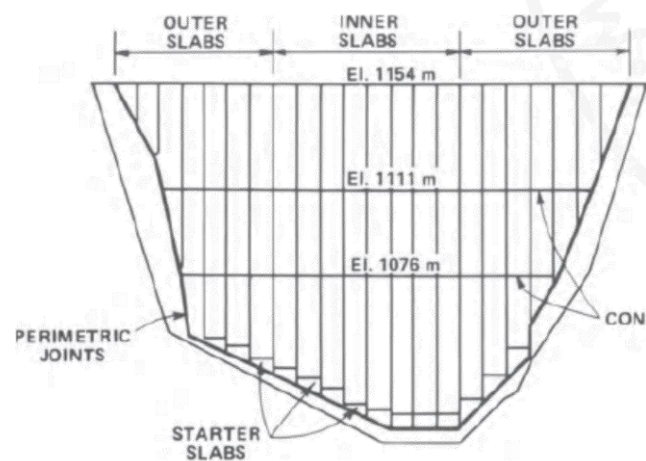
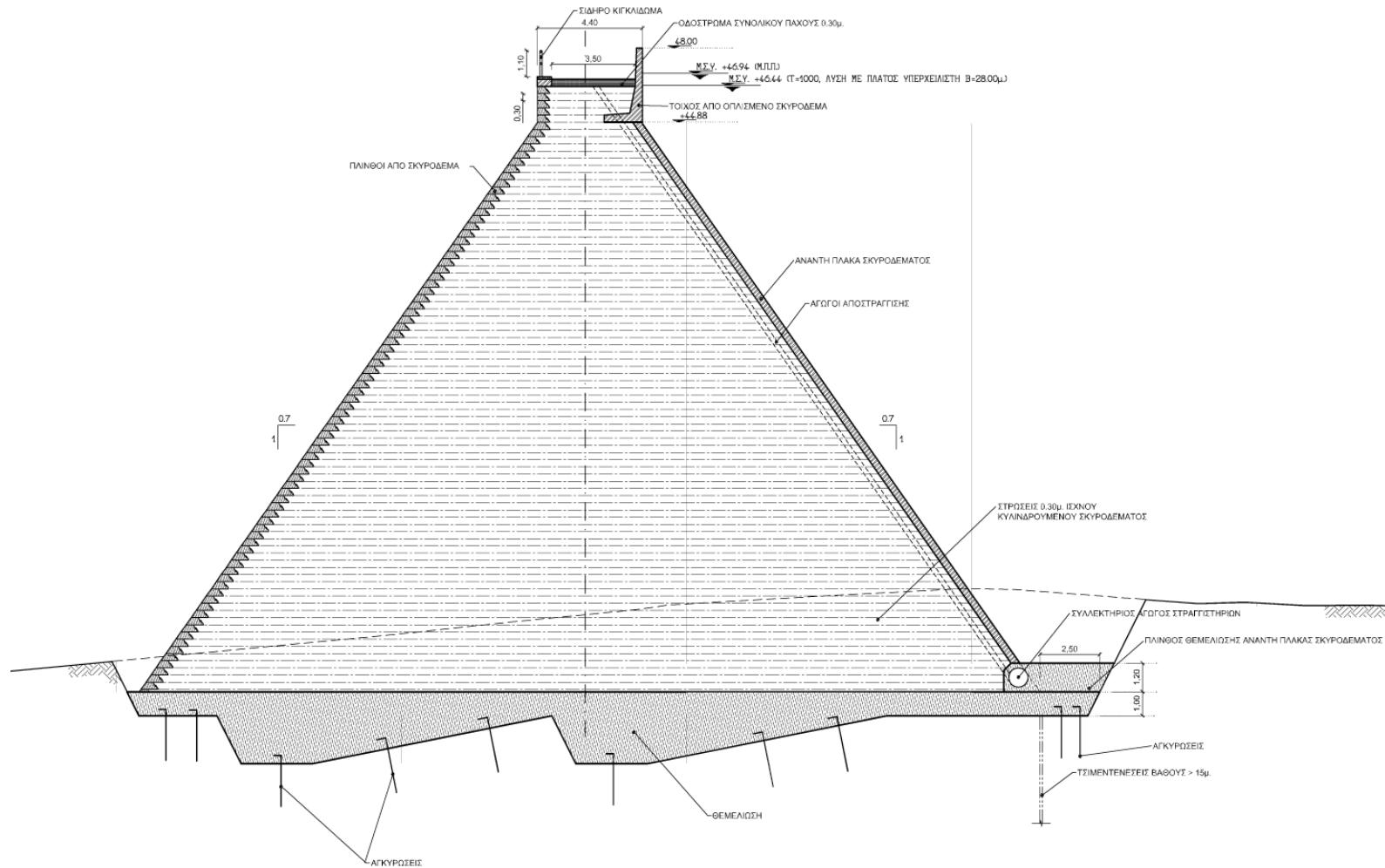


Figure 12-4. Salvajina Dam, plan of face slab. Courtesy: CVC and Sierra et al.⁵¹



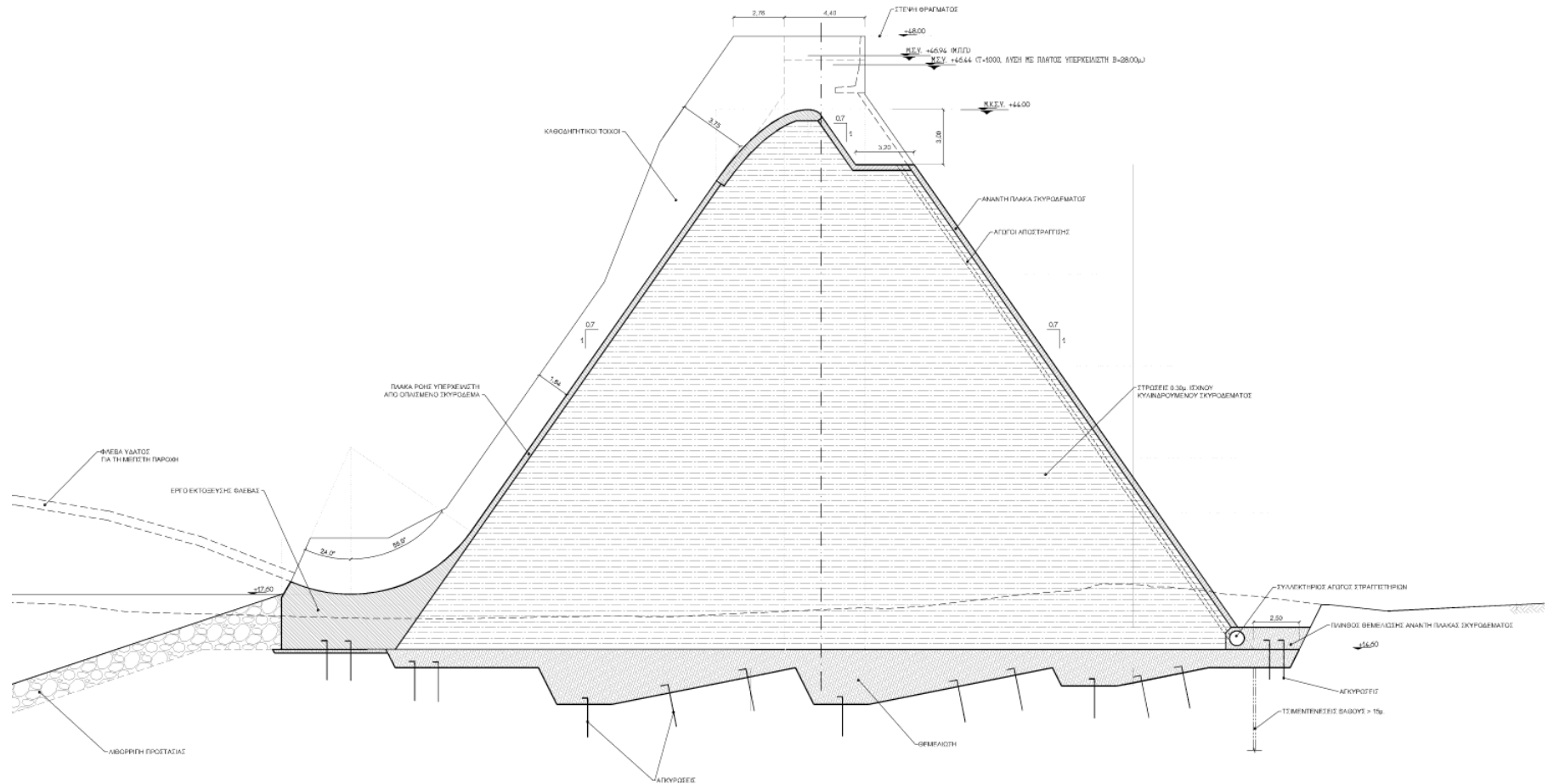
Φράγμα από ισχνό ΚΣ/σκληρό επίχωμα (hardfill)



▣ Φράγμα Στραβόλακκου

Μελέτη φράγματος Στραβόλακκου Χαλκιδικής, ιδιωτικό έργο, 2001

Φράγμα από ισχνό ΚΣ/σκληρό επίχωμα (hardfill)



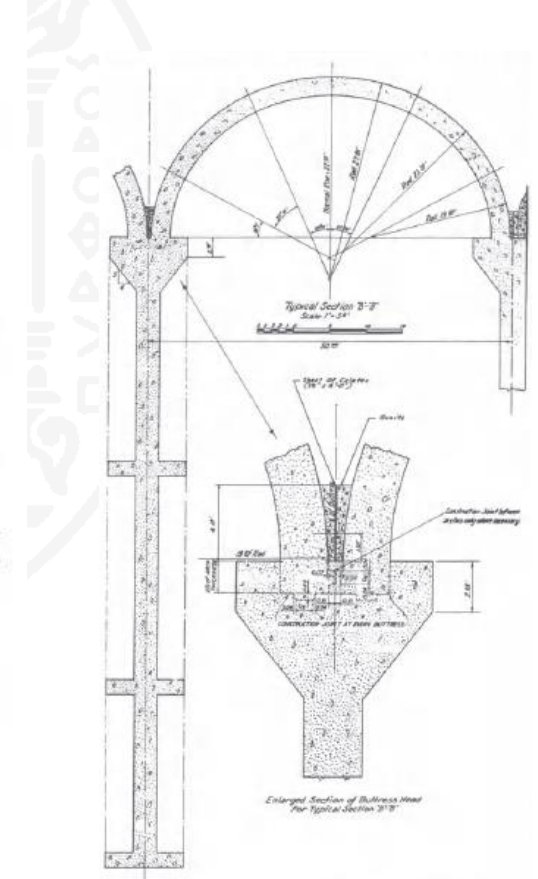
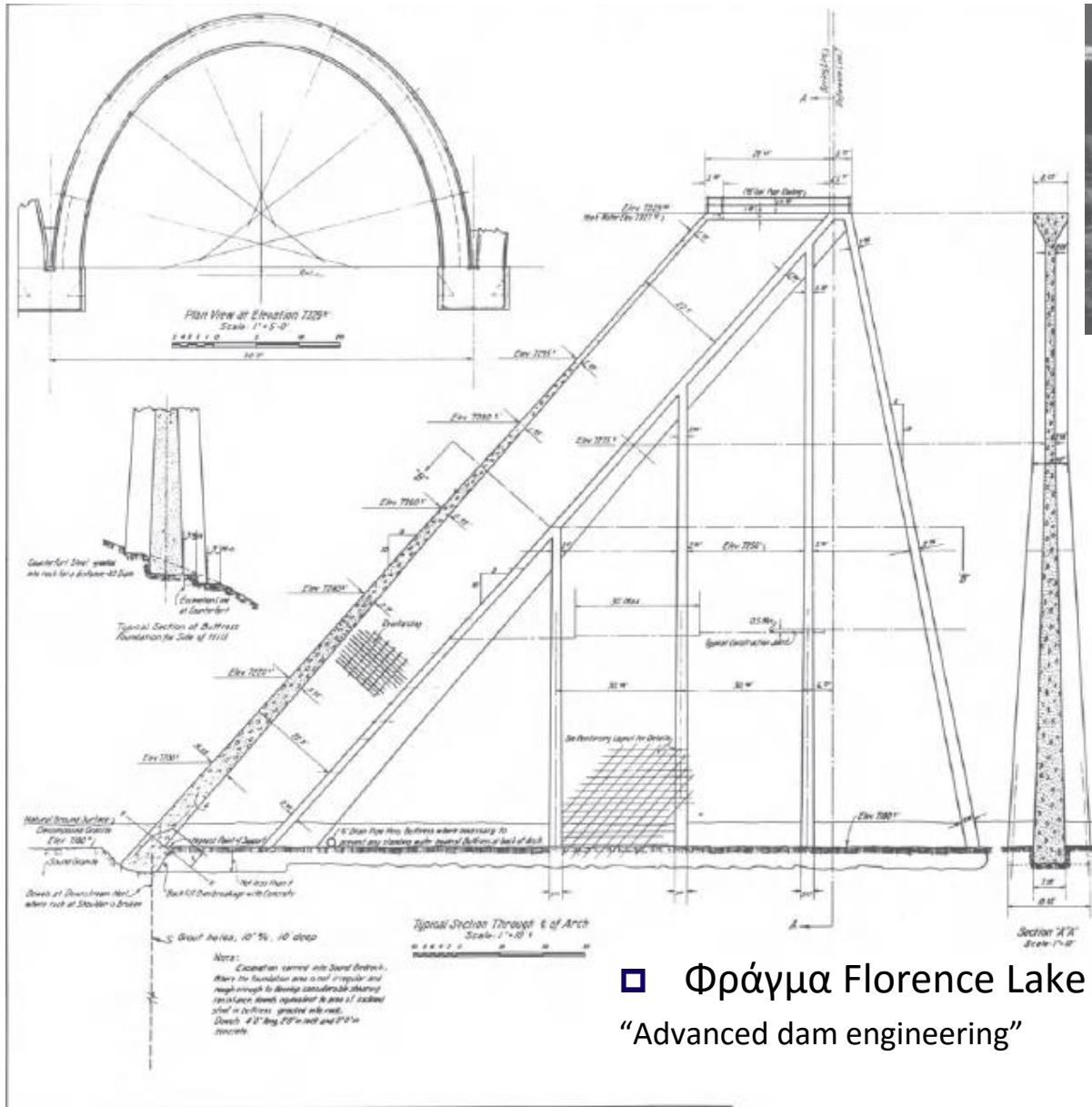
▣ Φράγμα Στραβόλακκου

Μελέτη φράγματος Στραβόλακκου Χαλκιδικής, ιδιωτικό έργο, 2001



▣ Φράγμα Στενού Σεριφου

Αντηριδωτό φράγμα



■ Φράγμα Florence Lake
“Advanced dam engineering”

Figure 17-27. Sections of Florence Lake Dam. Courtesy: R. A. Burks and T. A. Kelly, Southern California Edison Company.



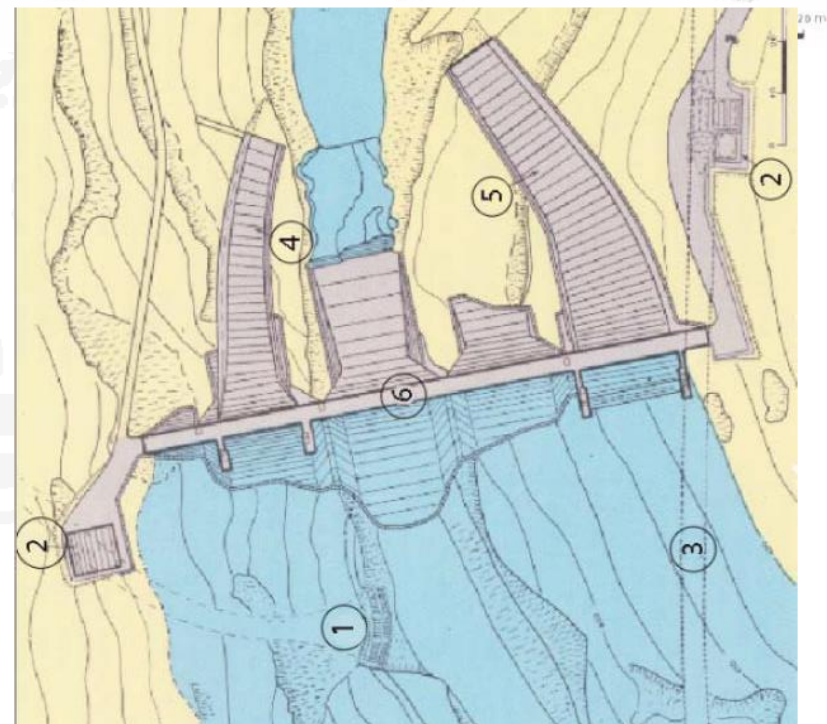
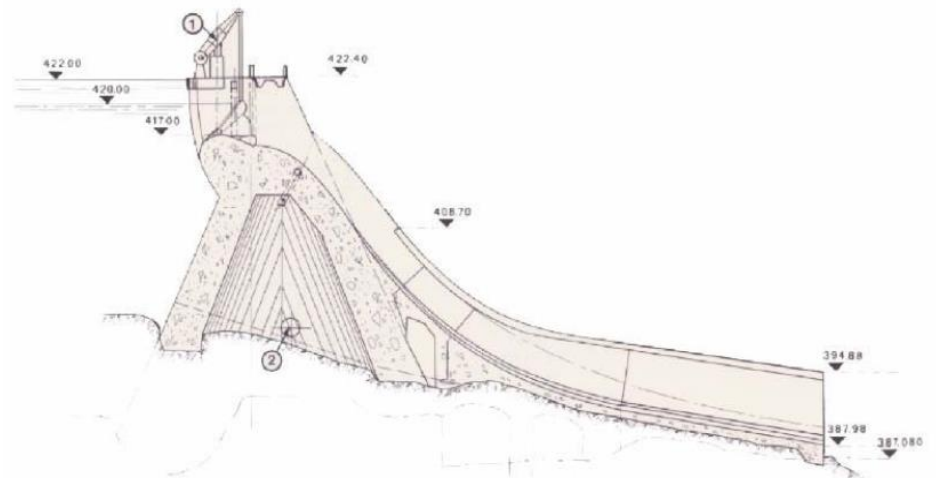
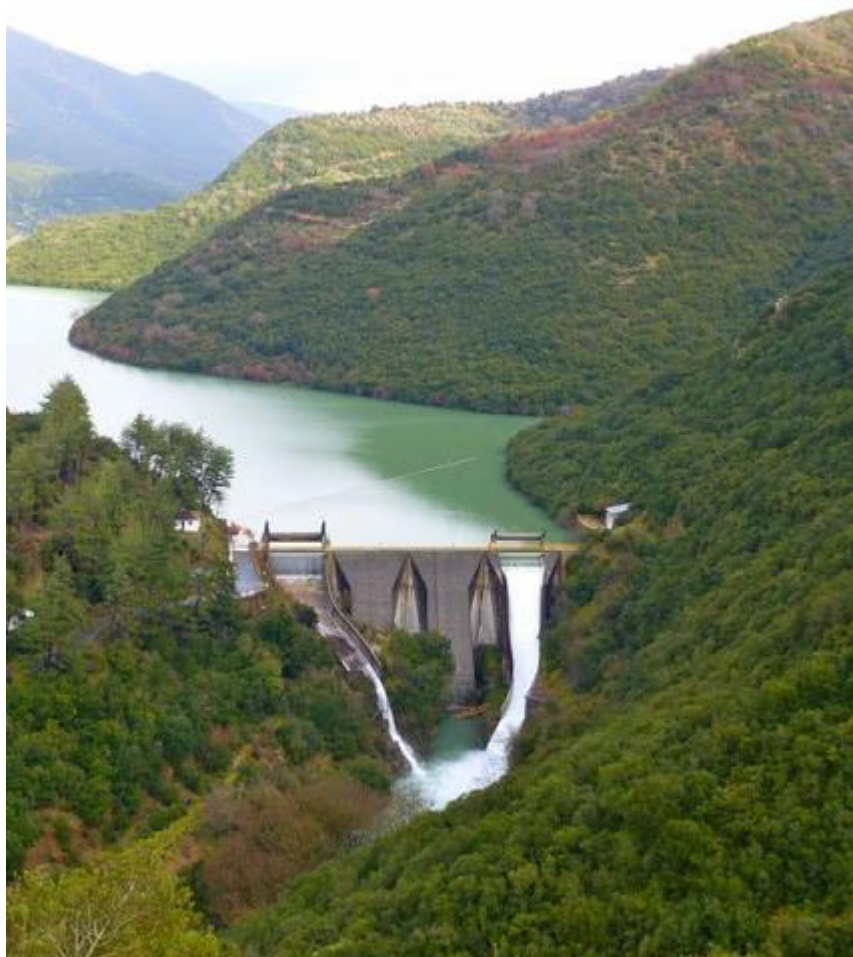
▣ Φράγμα Florence Lake, ΗΠΑ



▣ Φράγμα Daniel-Johnson, Καναδάς



▣ Φράγμα Roselend, Γαλλία



▣ Φράγμα Λάδωνα Ηλείας
Κατάλογος Ελλ.φραγμάτων ΕΕΦΤ

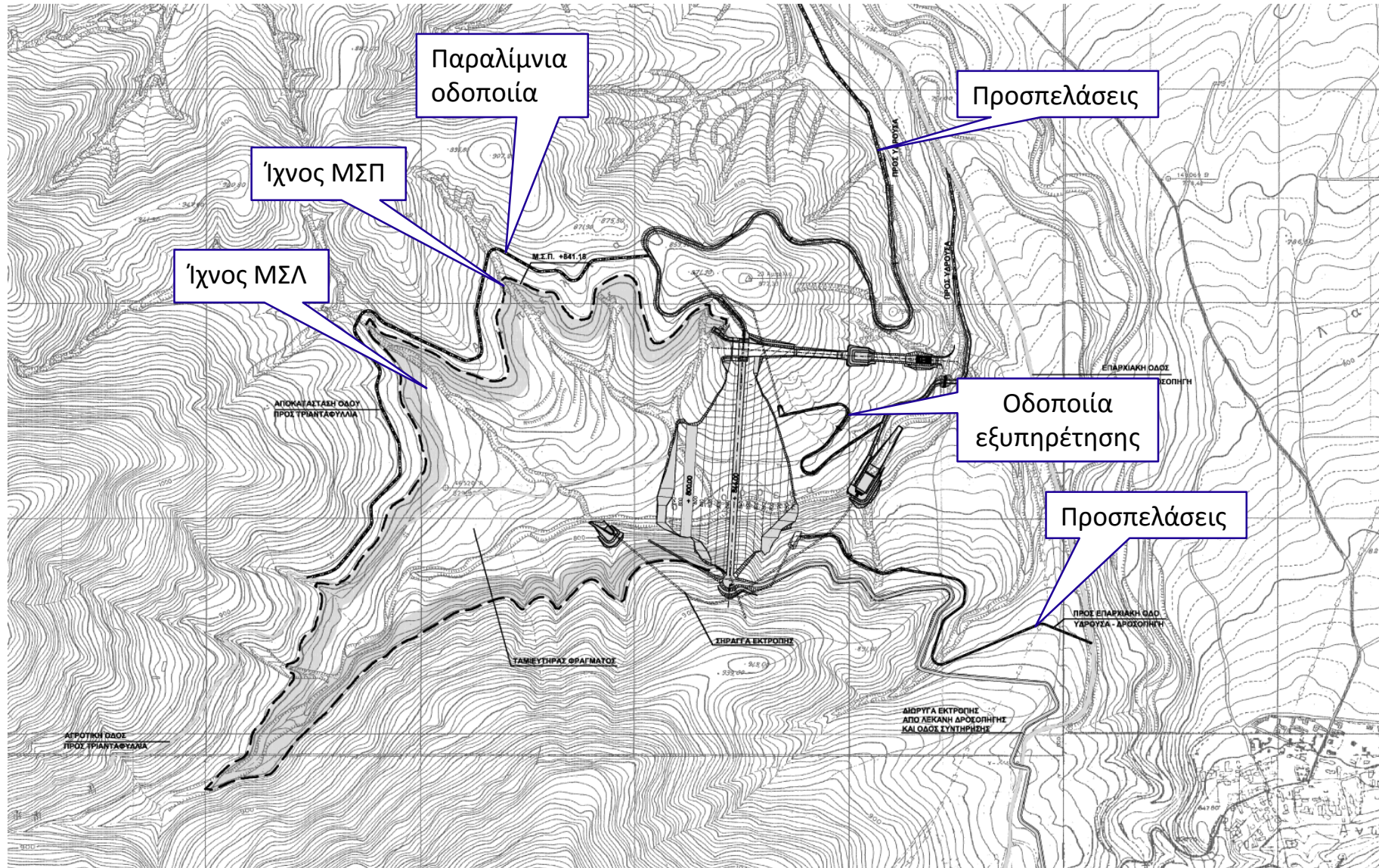
Γενική διάταξη φραγμάτων



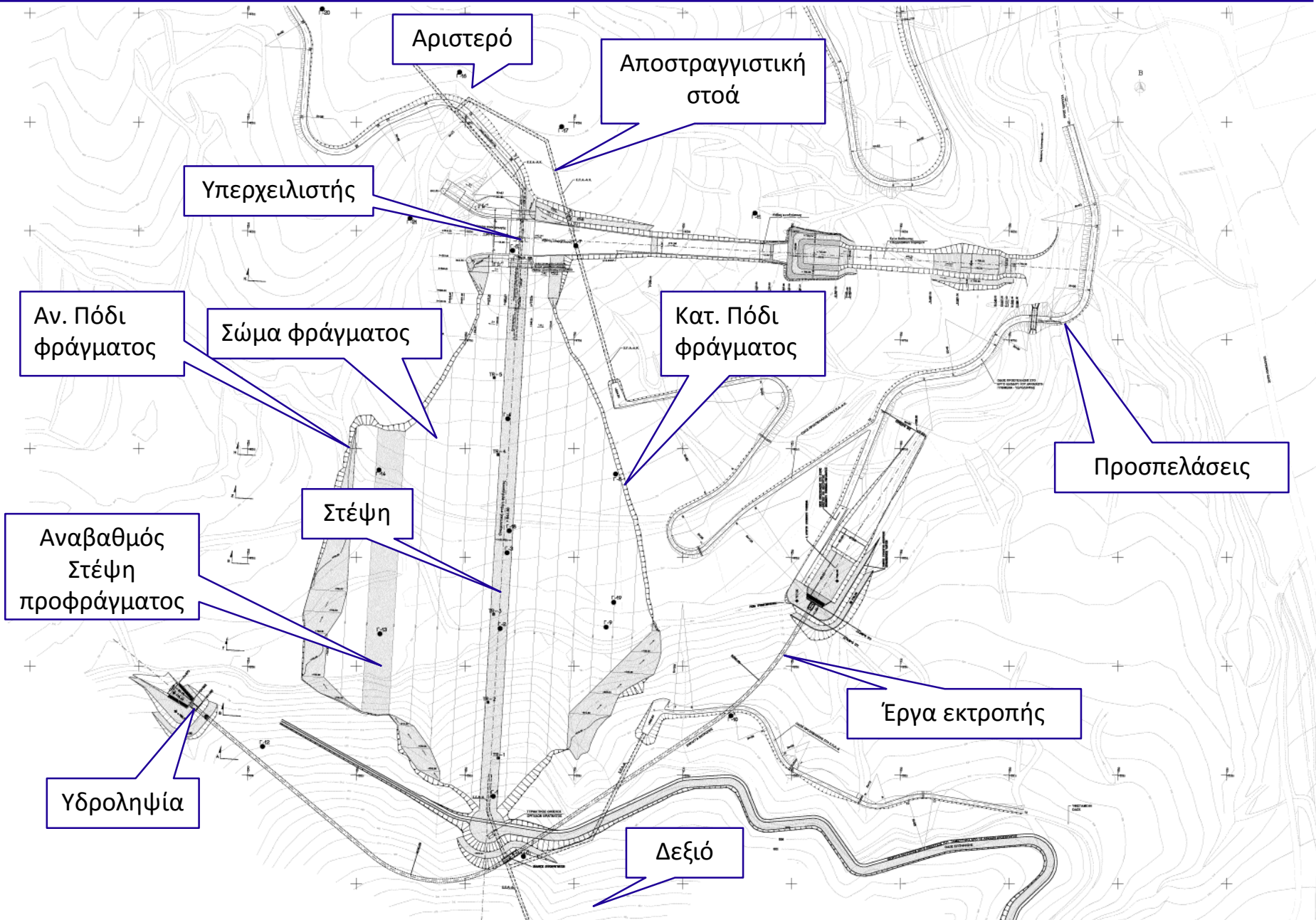
Βασική ορολογία φραγμάτων

- Στοιχεία φράγματος
 - Άξονας
 - Σώμα
 - Ζώνες
 - Στέψη
 - Πρανή
 - Πόδι
 - Αναβαθμός
 - Ελεύθερο περιθώριο στέψης
 - Αντερείσματα
 - Θεμελίωση
 - Στοά
- Πρόφραγμα
 - Ανάντη
 - Κατάντη
 - Βοηθητικό/Κυρίως
- Αυχενικό ή βοηθητικό φράγμα
- Εκτροπή
 - Άξονας
 - Εισοδος
 - Εξοδος
- Υδροληψία
 - Αγωγοί υδροληψίας
 - Φρεάτιο υδροληψίας
 - Πύργος, Πλευρική
 - Στάθμες υδροληψίας
- Υπερχειλιστής
 - Άξονας
 - Στέψη/ogee
 - Διώρυγα προσαγωγής
 - Διώρυγα φυγής
 - Τοιχεία υπερχειλιστή
 - Λεκάνη καταστροφής ενέργειας
- Έργα αποστράγγισης
 - Άξονες
 - Στοές
 - Σήραγγες
- Εκκενωτής πυθμένα
 - Αγωγός εκκένωσης
 - Έργο καταστροφής ενέργειας
- Έργα στεγάνωσης
 - Τάπητας
 - Τσιμεντενέσεις (τάπητας, κουρτίνα)
 - Διαφράγματα
- Ταμιευτήρας
 - Ανώτατη στάθμη λειτουργίας
 - Ανώτατη στάθμη πλημμύρας
 - Κατώτατη στάθμη λειτουργίας
 - Νεκρός και ωφέλιμος όγκος
 - Όγκος πλημμύρας
- Βοηθητικά έργα
 - Οδοί προσπέλασης
 - Παραλίμνια οδός
 - Κτίρια συσκευών χειρισμού
 - Κτίριο διοίκησης
 - Φυλάκιο

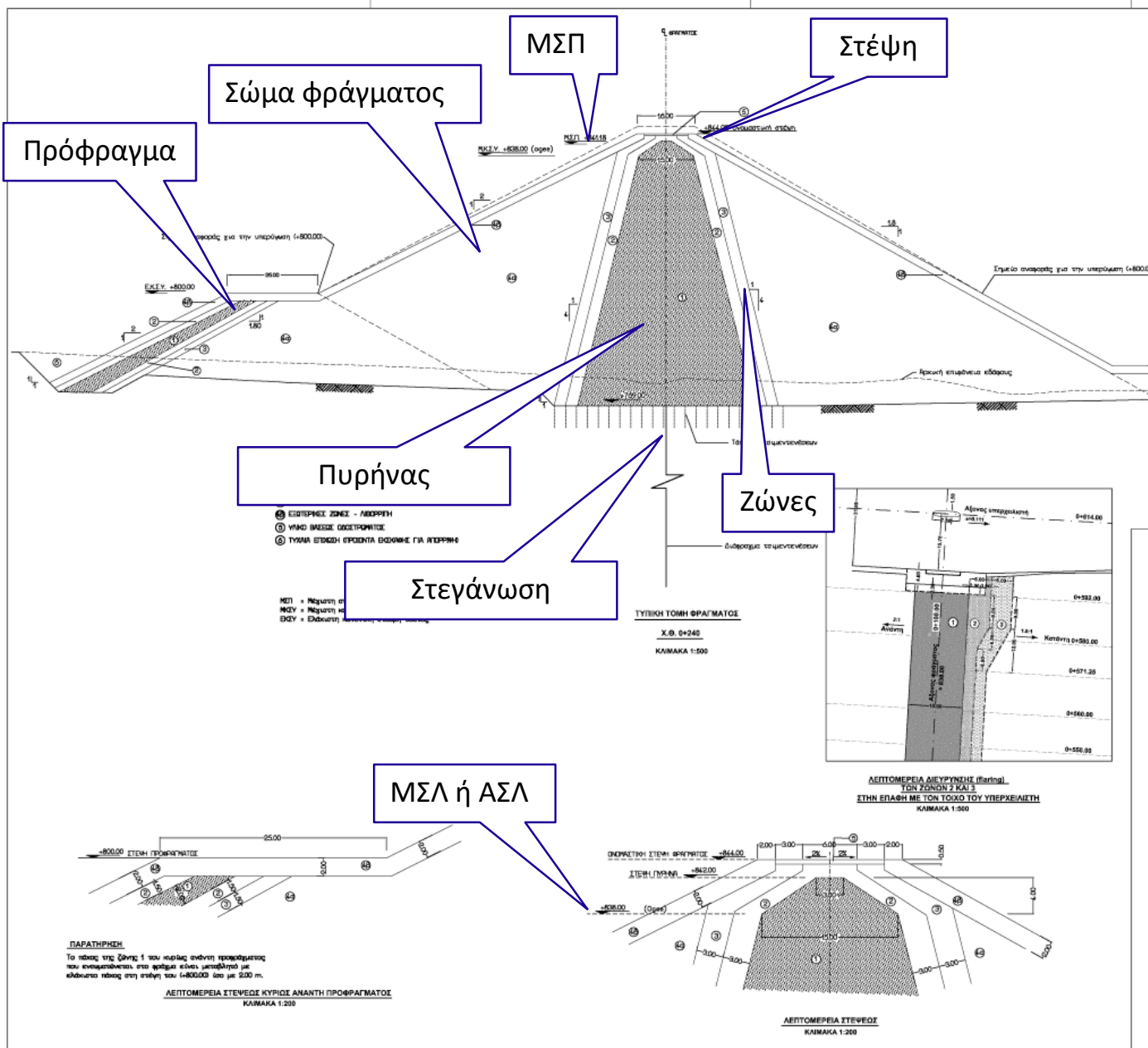
Φράγμα Τριανταφυλλιάς - Γενική διάταξη έργων



Κάτοψη έργων φράγματος



Διατομή φράγματος



ΥΠΟΜΗΜΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΖΩΝΕΣ ΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

ΣΤΡΩΣΗ	ΥΛΙΚΟ	ΠΛΑΚΟΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΗ ΣΤΡΩΣΗ (cm)
①	Αδρανές σπασίλες	0,65
②	Μεταβολή ζώνη φίλτρο	0,45
③	Μεταβολή ζώνη επιρροής	0,45
④	Επίμολο σπασίλες	1,00
⑤	Επίμολο σπασίλες	1,00
⑥	Ψηλό βόλεως αδρανές	0,65
⑦	Τυχαίο σπασίλες	1,00

- ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**
- Το σχέδιο αυτό να συμπληρωθεί με τα σχέδια 0611, 0612, 0621, 0622, 0623, 0624, 0625, 0626 και 0627
 - Οι στάθμες θεμελίωσης του πυρήνα του φράγματος και του περίπου του καύου ανάμεθε προφραγματος του βόλεου να σταθες είναι οι ελάχιστες απαιτούμενες. Ο προγραμματίας αναμένεται διαμορφώσει μερικα να διαμορφωθούν επί τάτου σκάψμα με την αποδοτικότητα κατόπιν του βόλεου και σύμφωνα με τας οδηγίες της Υπηρεσίας
 - Οι στάθμες θεμελίωσης του φραγματος και της οδού να σταθες σύμφωνα με τα σχέδια 0621 και 0622

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
 ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
 Δ/ΝΣΗ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ (Δ7)
 ΤΜΗΜΑ ΜΕΛΕΤΩΝ (Δ7/β)

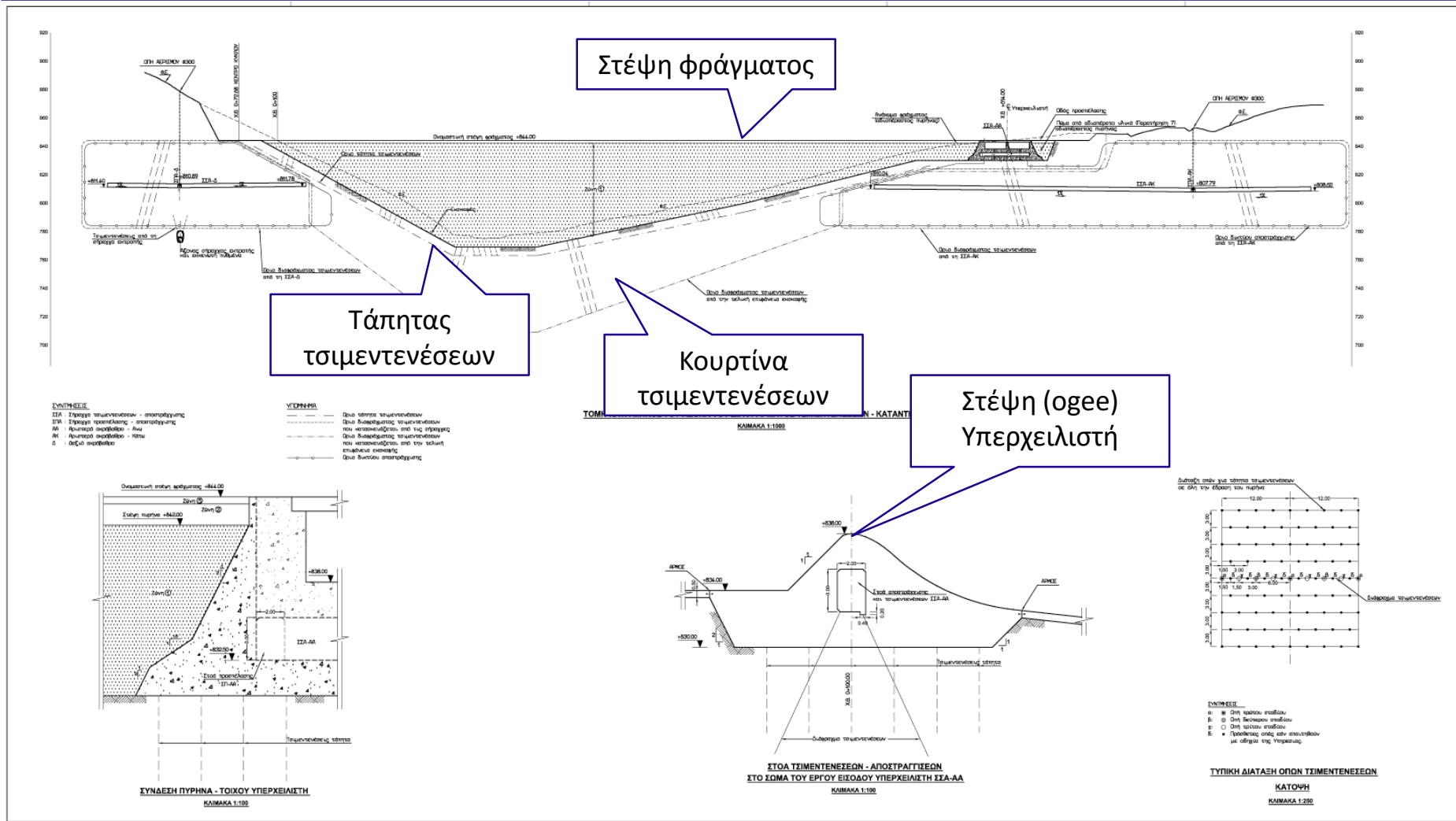
ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
 ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑΣ

ΦΡΑΓΜΑ
 ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΣΤΕΦΕΩΣ

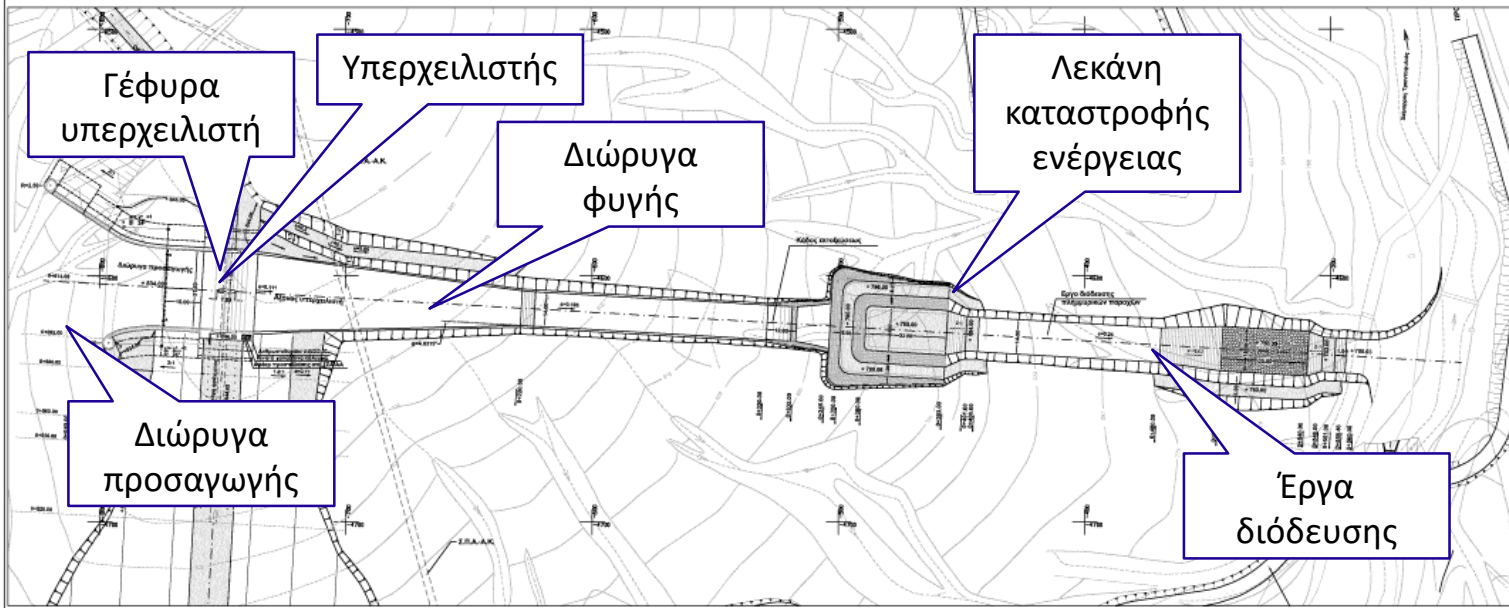
- ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ:**
- "ΥΠΟΕΣΤΥΛΙΩΤΗΡΟ" Α.Δ.Α.Σ.Α.Σ.Α.Σ.
 - "ΥΠΟΔΟΜΗΡΟ" ΕΛ. ΜΑΥΤΖΙΑΡΑΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.
 - ΟΔΥΣΣΕΑΣ ΔΑΔΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ
 - ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΑΡΡΗΣ
 - "ΥΠΟΔΟΜΗΡΟ" Α.Ε.
 - ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΟΥΡΤΣΙΔΗΣ
 - "ΥΠΟΔΟΜΗΡΟ" Ε.Ε.
 - "ΓΕΩΡΓΙΟΝ" Ε.Π.Ε. - ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΓΕΩΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ
 - "ΑΣΤΡΟΔΥΤΑΜΗΚΟ" ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΤΕΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ
 - "ΑΣΤΡΟΔΥΤΑΜΗΚΟ" ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΤΕΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

ΑΘΗΝΑ 2000 ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΕΤΗΤΗ	ΚΑΙΜΑΚΑ 1:500 / 1:200
	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΔΟΣΙΟΥ 06.13
Α.ΝΑΖΑΡΙΔΗΣ	

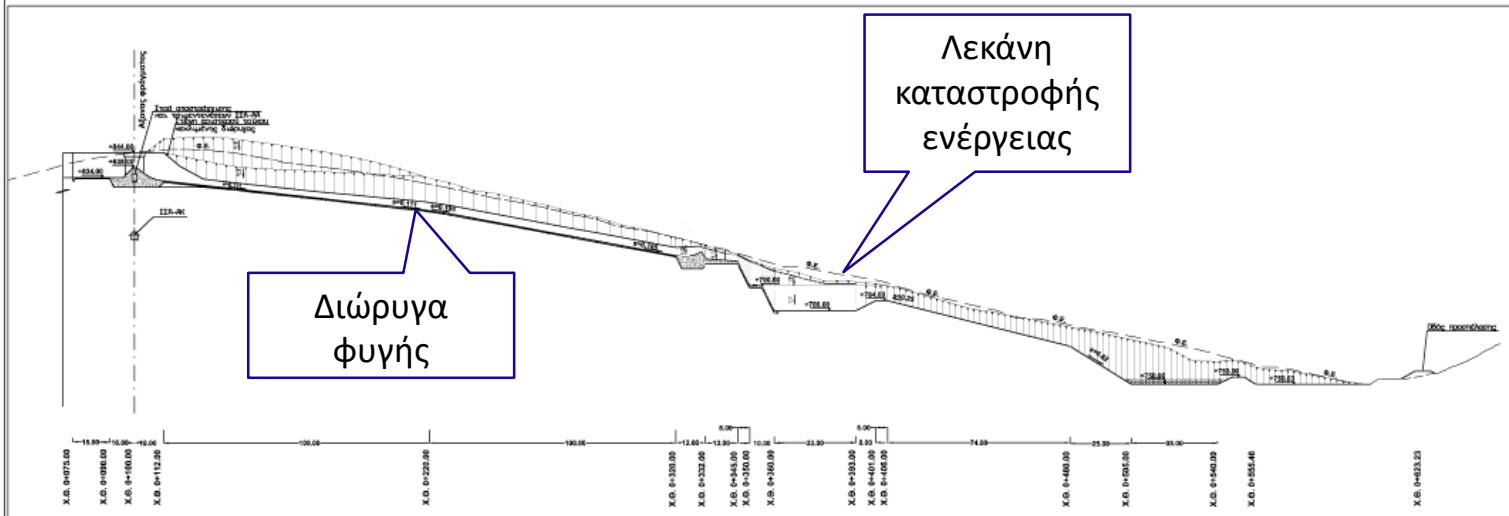
Τομή φράγματος κατά τον άξονα



Έργα υπερχειλιστή

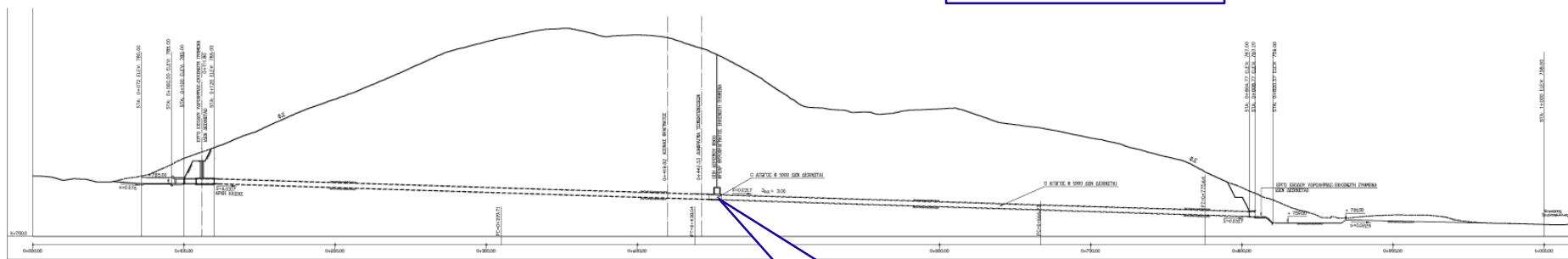
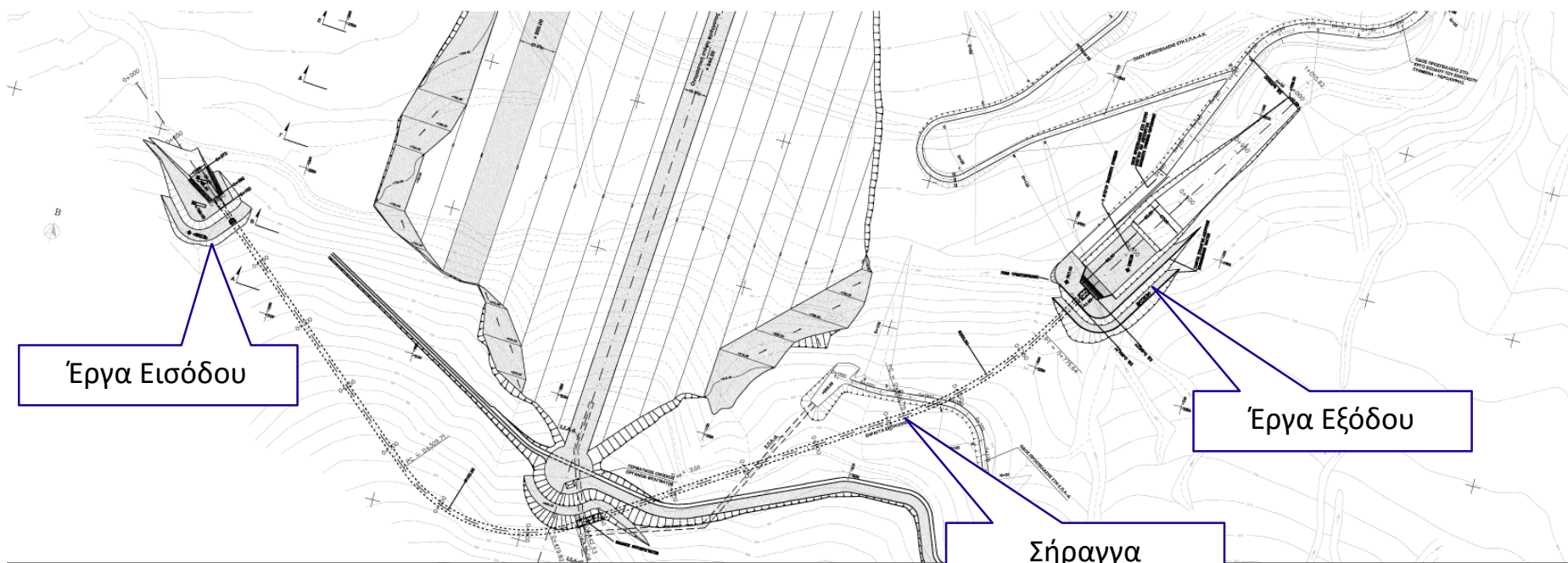


ΚΑΤΟΨΗ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1000

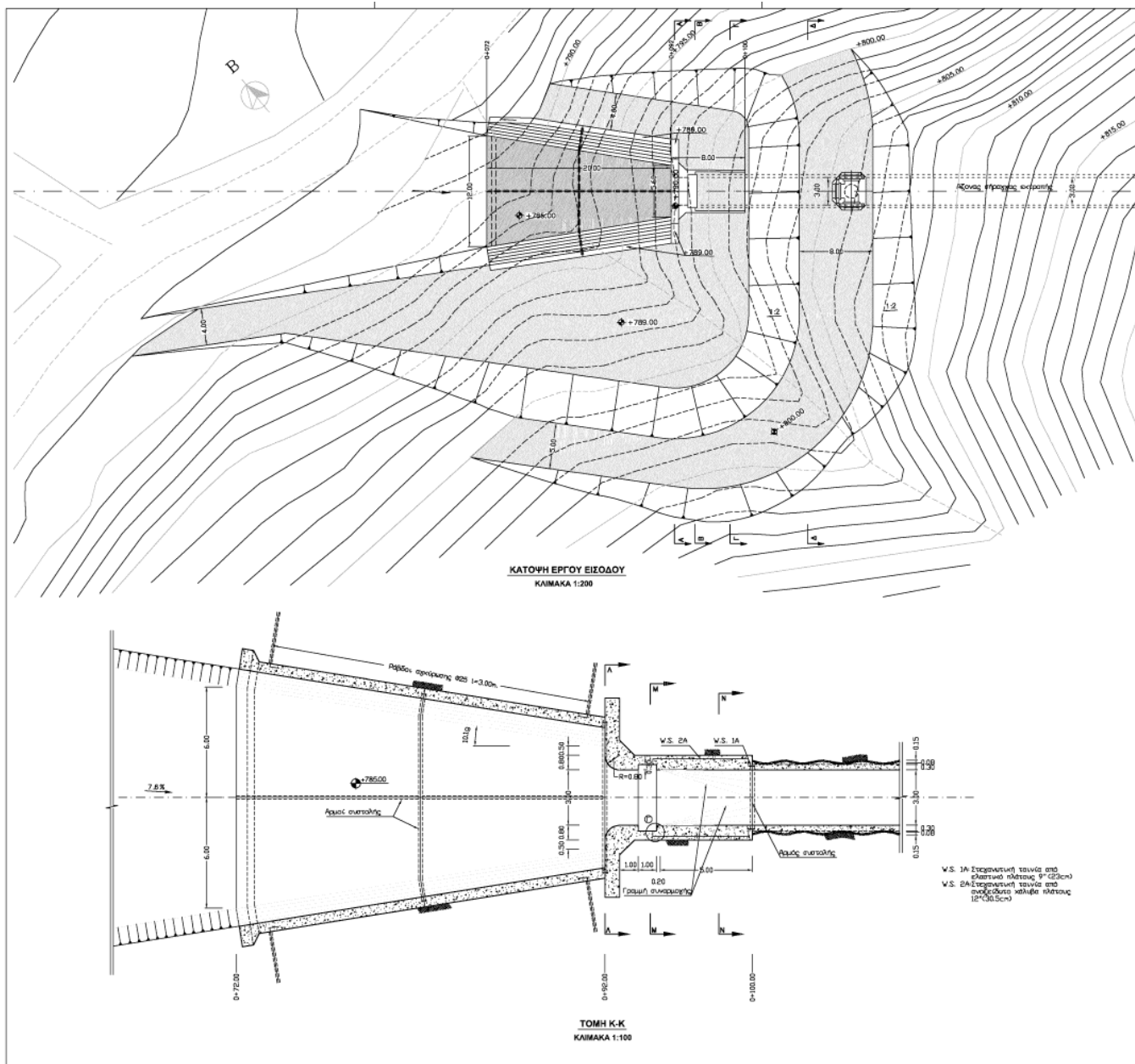


ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:1000

Έργα εκτροπής, υδροληψίας, εκκένωσης



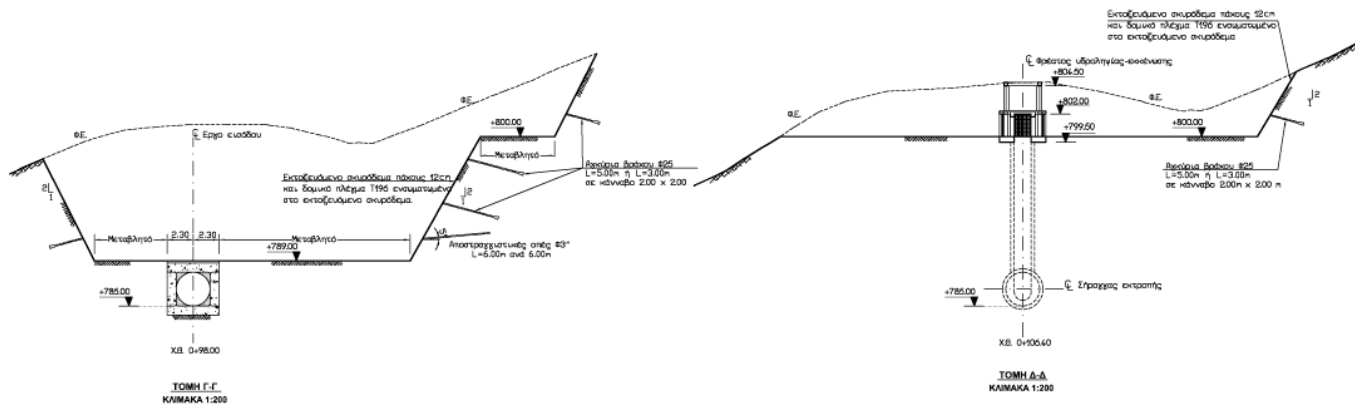
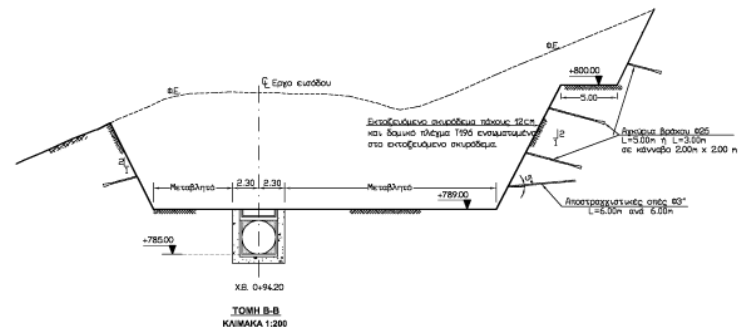
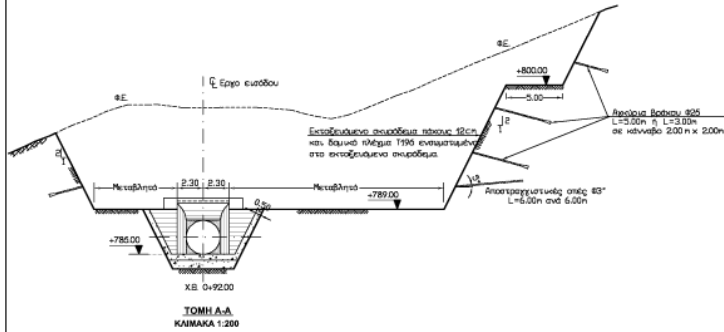
Έργο εισόδου εκτροπής, υδροληψίας, εκκένωσης



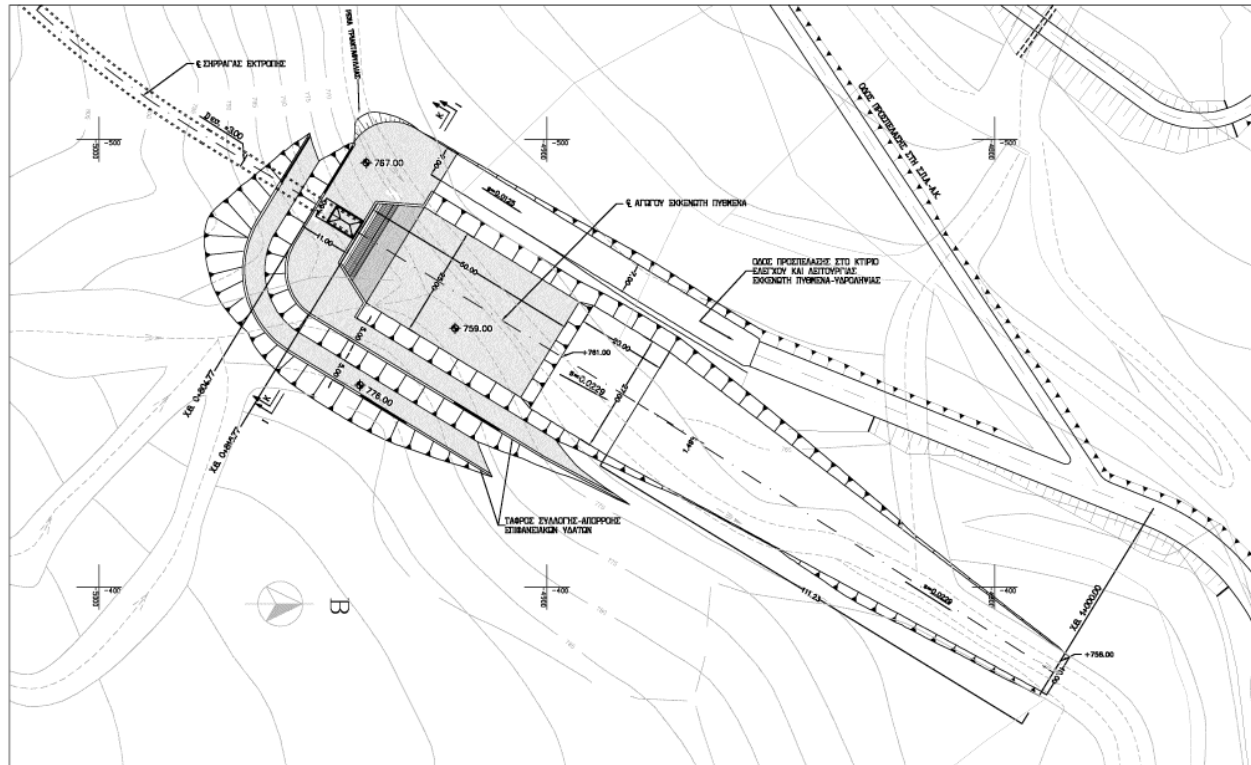
Διατομές έργου εισόδου

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

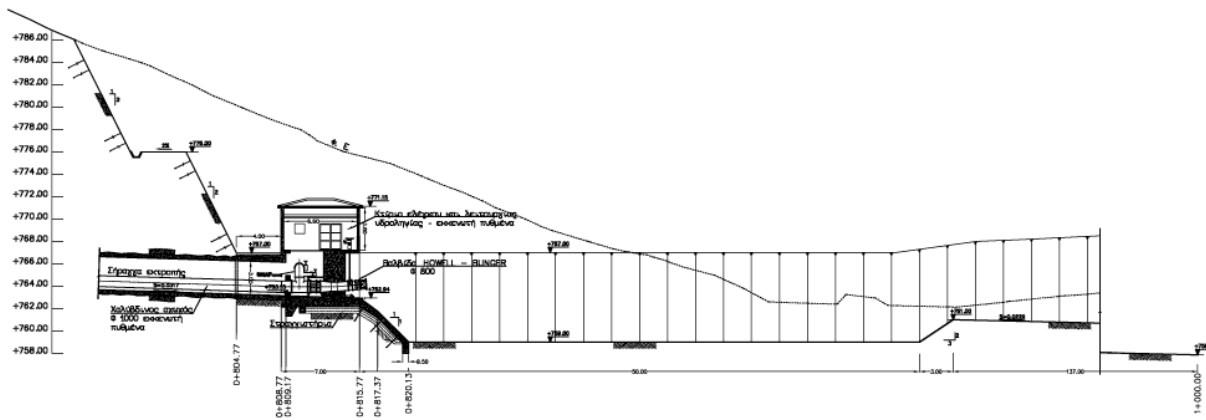
1. Το σχέδιο αυτό να συσχετισθεί με τα σχέδια 0911, 0912, 0914, 0915 και 0916.
2. Όλες οι διαστάσεις και τα υψόμετρα δίνονται σε μέτρα εκτός αν σημειώνεται διαφορετικά.
3. Οι κλίσεις των θεμελιωμάτων και των επεκτάσεων θα καθορισθούν σύμφωνα με τις επί τόπου συνθήκες και ύστερα από έγκριση της Υπηρεσίας.
4. Τα μέτρα υπερένδξης των τριών επεκτάσεών θα αρμοσυνοποθούν επί τόπου σύμφωνα με τις απαιτούμενες συνθήκες του βραχίονα.
5. Προβλεπεί ορισμένα βραχίονα να κατασκευασθούν εκεί που απαιτούνται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Υπηρεσίας.
6. Προβλεπεί, απαιτούμενες επεκτάσεις από μπουράν να μπορούν να κατασκευασθούν όπου απαιτούνται σύμφωνα με τις οδηγίες της Υπηρεσίας.



Έργο εξόδου εκτροπής, υδροληψίας, εκκένωσης

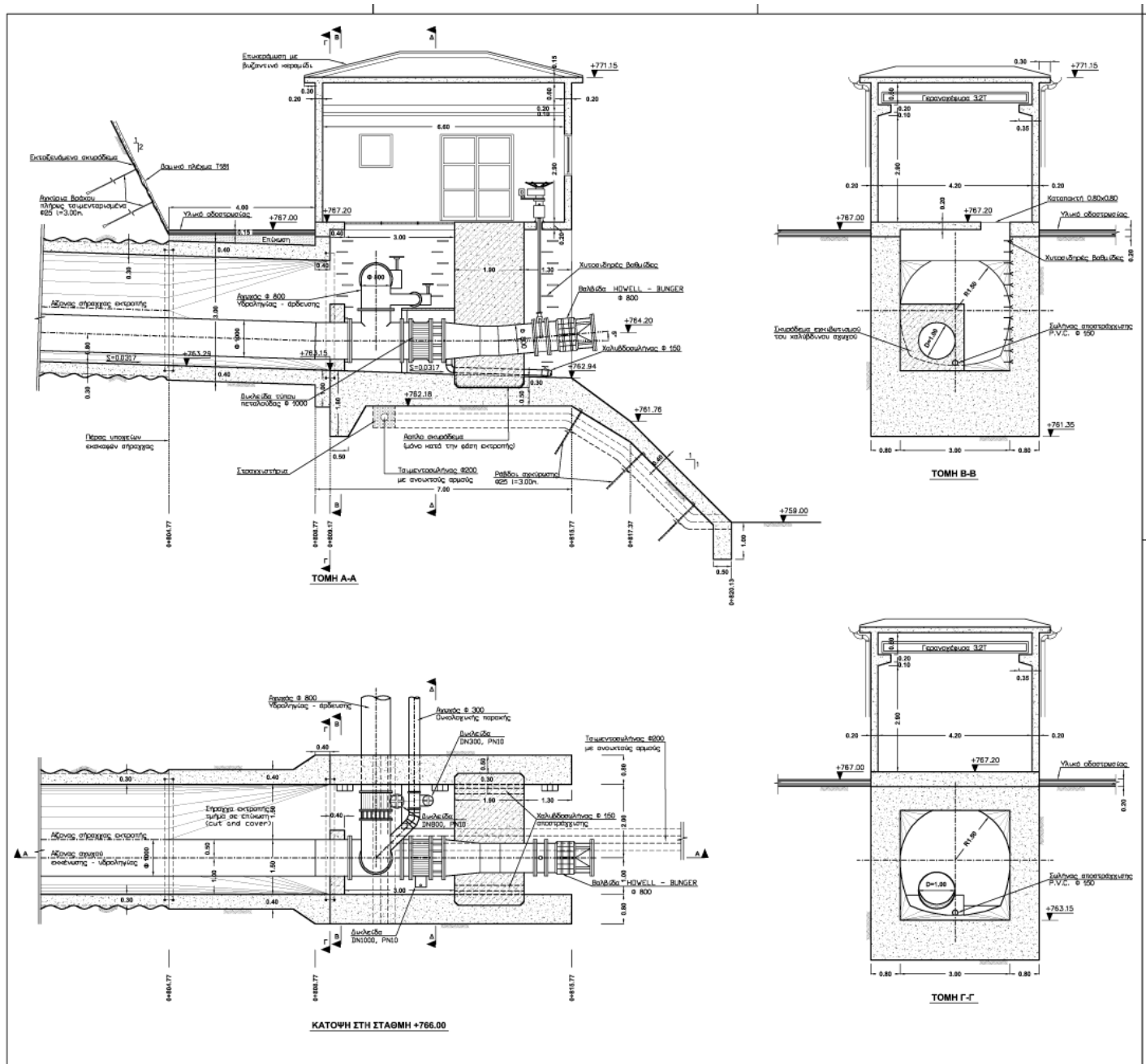


ΚΑΤΩΦΗ
ΚΛ.: 1/500

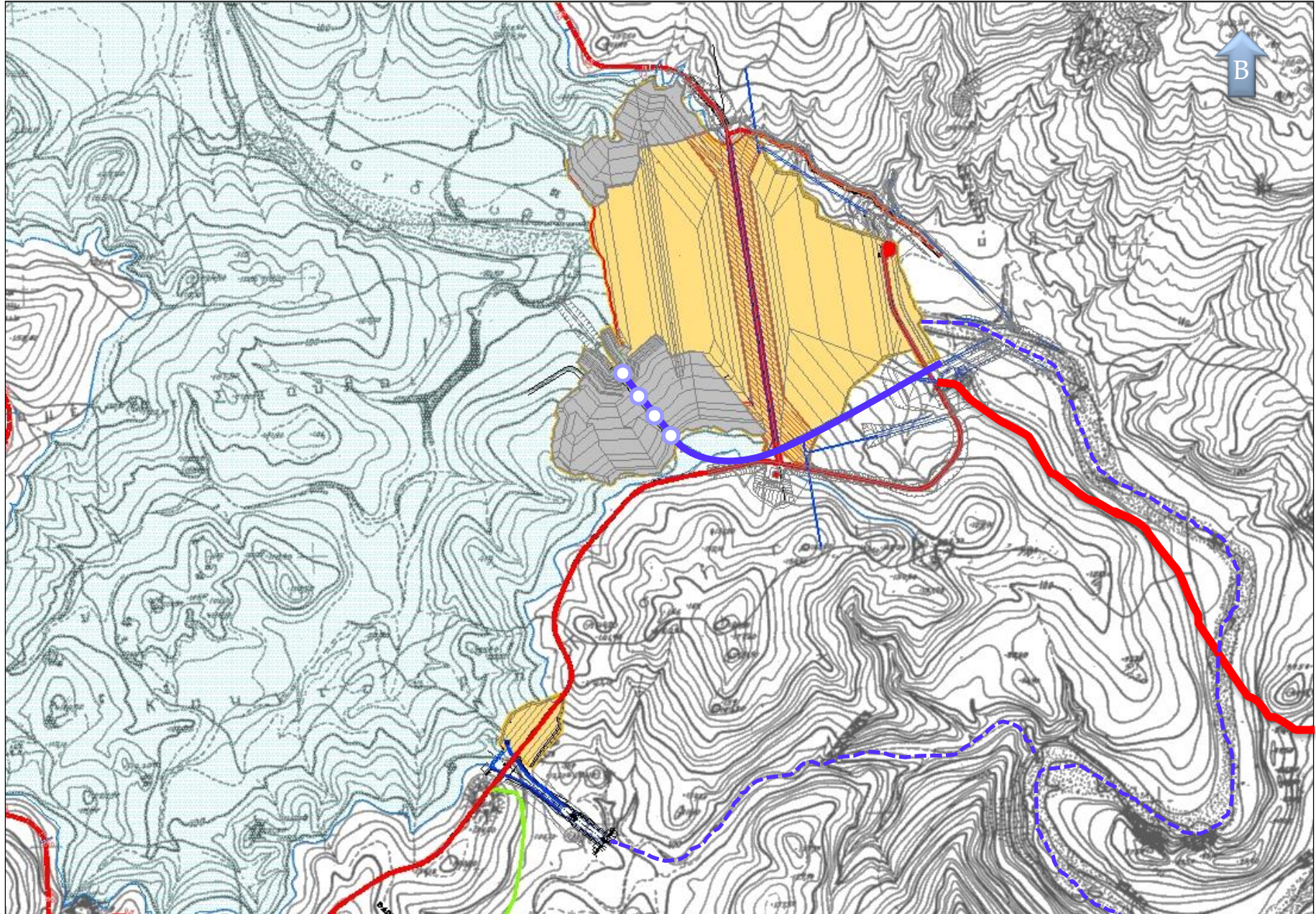


ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ ΣΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΤΟΥ ΕΚΚΕΝΩΤΗ ΠΥΘΜΕΝΑ
ΚΛ.: 1/200

Θάλαμος δικλείδων εκκένωσης, υδροληψίας

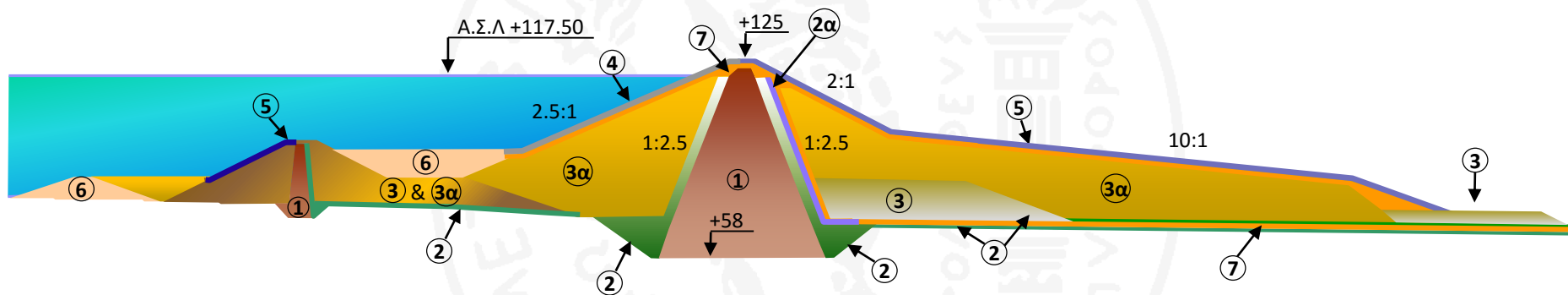


Φράγμα Γαδουρά Ρόδου – Γενική διάταξη



Φράγμα Γαδουρά Ρόδου – Τυπική διατομή

- Χωμάτινο με αδιαπέρατο πυρήνα
- Βοηθητικό ανάντη πρόφραγμα
- Κύριο ανάντη πρόφραγμα
- Ύψος: 67μ
- Μήκος στέψης: 585μ
- Πλάτος στέψης: 10μ
- Όγκος φράγματος: 3,25 εκ.μ³
- Σύστημα αποστράγγισης με σήραγγες



- 1 Αργιλικός Πυρήνας
- 2 Φίλτρο (διαβαθμισμένο αμμοχάλικο)
- 2^α Λεπτόκοκκο στραγγιστήριο (διαβαθμισμένο αμμοχάλικο)
- 3 Κελύφη (αμμοχάλικα ποταμού)
- 3^α Κελύφη (κροκαλοπαγή)
- 4 Προστασία Ανάντη Πρανών (λιθορριπή λατομείου)
- 5 Προστασία Κατάντη Πρανών (κροκάλες)
- 6 Αναβαθμίδες (τυχαία υλικά)
- 7 Στραγγιστήριο (διαβαθμισμένο αμμοχάλικο)

Υλικά κατασκευής φράγματος:

- από δανειοθαλάμους/λατομεία μέσα στον ταμιευτήρα
- από την κοίτη
- από αναβαθμίδες στην ευρύτερη περιοχή του φράγματος και του ταμιευτήρα
- από τις εκσκαφές του φράγματος

Κριτήρια επιλογής τύπων φραγμάτων

- **Γεωτεχνικές συνθήκες**
 - Βράχος, καλή αντοχή: οποιοσδήποτε τύπος
 - Ασθενέστερα υλικά: εύκαμπτα φράγματα
- **Μορφολογία**
 - Στενές, βαθιές χαράδρες: τοξωτά ($H:L > 5$ συμμετρικές), σκυρόδεμα, RCC
 - Ανοιχτές κοιλάδες: εύκαμπτα ($H:L < 2$)
- **Διαθέσιμα υλικά κατασκευής**
 - Περίσσεια λεπτόκοκκων υλικών: χωμάτινο, λιθόρριπτο με πυρήνα
 - Περίσσεια λιθορριπής, καλού υλικού: λιθόρριπτο με πυρήνα αργίλου ή άλλο υλικό ή ανάντη πλάκα σκυροδέματος
- **Σεισμικότητα**
- **Γεωλογικές συνθήκες**
 - Υπόγειο νερό
 - Ευστάθειες πρηνών
 - Ειδικοί κίνδυνοι (πχ ρήγματα)
 - Στεγανότητα/Διαπερατότητα
- Διαθέσιμο τοπικό δυναμικό (έμπυχο και εξοπλισμός)
- Συνοδά έργα
 - Θέση και μέγεθος υπερχειλιστή
 - Θέση έργων υδροληψίας
 - Θέση έργων εκτροπής
- Συσχέτιση θέσης με μέγεθος και μορφή ταμιευτήρα
 - Στεγανότητα
 - Αξία κατακλυζόμενης γης
 - Χρήσεις γης ανάντη και ποιότητα ανάντη νερού
- Περιβαλλοντικά θέματα
 - Αισθητικοί περιορισμοί
 - Περιορισμοί από αδυναμία απόληψης διαθέσιμων υλικών
- Καιρικές συνθήκες θέσης κατασκευής (κυρίως θερμοκρασία)
- Επιθυμητή/απαιτούμενη ταχύτητα κατασκευής
- Πιθανή επεκτασιμότητα



Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή του τύπου

ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΥΠΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (Müller – Salzburg, Fecker and Reik, 1979)

	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ	ΧΩΜΑΤΙΝΟ Ή ΛΙΘΟΡΡΗΠΤΟ ΦΡΑΓΜΑ	ΦΡΑΓΜΑ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ	ΤΟΞΩΤΟ ΦΡΑΓΜΑ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ	Απαιτούμενος λόγος Ύψους/Εύρους	> 1:2		> 1:5
	Ασυμμετρία της κοιλάδας	μικρή επίδραση	μικρή επίδραση	σημαντική επίδραση
	Κατάντη μορφολογία	μικρή επίδραση	σχεδόν χωρίς επίδραση	αποφασιστική
	Υπερχειλιστής	συχνά δυσκολίες (τοπογραφικά προβλήματα)	Συνήθως πολύ απλός	απλός
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ	Επίδραση δομής βράχου	μικρή	μικρή	μεγίστης σημασίας
	Μηχανικές ιδιότητες βραχώμαζας	μικρής σημασίας	με σημασία	με μεγάλη σημασία
	Υδροαυλικές ιδιότητες βραχώμαζας	πολύ υψηλής σημασίας. Διάβρωση. Κίνδυνος για το έργο	μεγάλης σημασίας στα πρανή	
ΣΕΙΣΜΟΣ	Επίδραση στην ασφάλεια	μικρή	μικρή	μέση
ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ	Συχνότητα βλαβών	6,3%	2,7%	3,6%
	Σε πλημμυρά	εξαιρετικά υψηλή	πολύ χαμηλή	χαμηλή
	Ασφάλειας της δομής του έργου	υψηλή	μέση	χαμηλή
	Υπέδαφος	μέση	μέση	υψηλή
	Επίδραση αστάθειας κλιτύων ταμειυτήρα στην ασφάλεια του έργου	εξαιρετικά υψηλή	πολύ χαμηλή	χαμηλή
	Υλικά κατασκευής	Μεγάλος όγκος, σημασία οι μικρές αποστάσεις μεταφοράς	Μεγάλοι όγκοι, σημασία οι μικρές αποστάσεις μεταφοράς	Μικροί όγκοι, μικρότερης σημασίας η μεταφορά

(Από παραδόσεις ΑΠΘ, Β.Μαρίνος)

Ενδεικτική προσέγγιση με βάση το υπόβαθρο

 Τύπος Υπόβαθρο 	Τοξωτά	Αντηριδωτά βαρύτητας	Σκυρόδεμα βαρύτητας	RCC βαρύτητας	Λιθόρριπτα με ΑΠΣ	Λιθόρριπτα με πυρήνα	Χωμάτινα
Βράχος υψηλής αντοχής	Κατάλληλα	Κατάλληλα	Κατάλληλα	Κατάλληλα	Κατάλληλα	Κατάλληλα	Κατάλληλα
Βράχος χαμηλής αντοχής	Μάλλον ακατάλληλα	Πιθανόν κατάλληλα	Κατάλληλα	Κατάλληλα	Κατάλληλα	Κατάλληλα	Κατάλληλα
Αλλούβια	Ακατάλληλα	Μάλλον ακατάλληλα	Πιθανόν, για μικρά ύψη <20μ	Πιθανόν, για μικρά ύψη <20μ	Κατάλληλα	Κατάλληλα	Κατάλληλα
Αργιλικά ή αμμώδη	Ακατάλληλα	Μάλλον ακατάλληλα	Πιθανόν, για μικρά ύψη <15μ	Πιθανόν, για μικρά ύψη <15μ	Γενικά κατάλληλα	Γενικά κατάλληλα	Γενικά κατάλληλα
Ανομοιογενείς	Ακατάλληλα	Πιθανόν κατάλληλα	Γενικά κατάλληλα	Γενικά κατάλληλα	Γενικά κατάλληλα	Γενικά κατάλληλα	Γενικά κατάλληλα

ΠΡΟΣΟΧΗ:

- Η προσέγγιση είναι ενδεικτική
- Κάθε φράγμα είναι διαφορετικό
- Πολλοί άλλοι παράγοντες επηρεάζουν την επιλογή του τύπου και διαφοροποιούν ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ τις δυνατές επιλογές

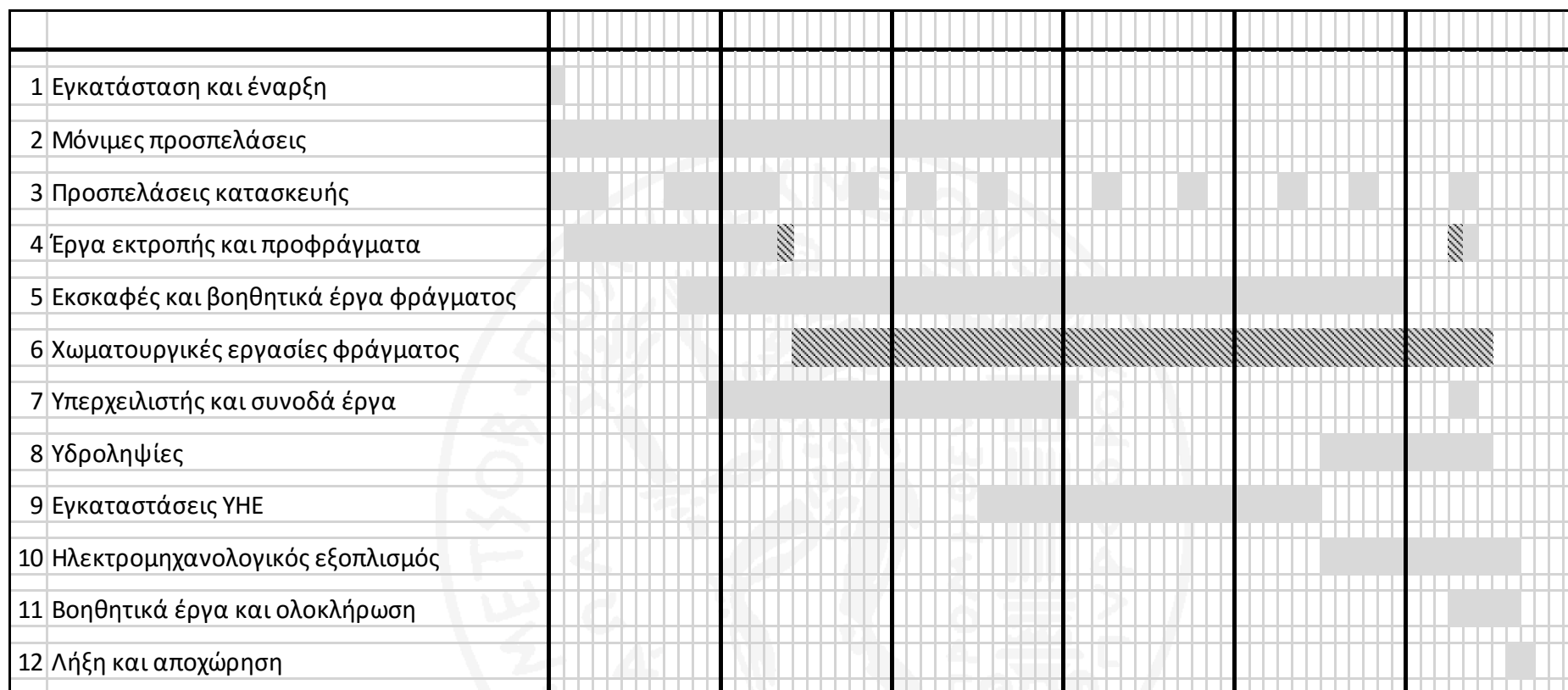
Προσέγγιση ανά τύπο φράγματος (1)

- Τοξωτά φράγματα
 - Υψηλές απαιτήσεις θεμελίωσης
 - Στενές και συμμετρικές κοιλάδες (πχ λόγος ύψους προς μήκος στέψης > 5)
 - Προσωπικό, εξοπλισμός και τεχνογνωσία έργων σκυροδέματος μεγάλου όγκου
- Αντηριδωτά φράγματα
 - Σχετικά υψηλές απαιτήσεις θεμελίωσης
 - Προσωπικό, εξοπλισμός και τεχνογνωσία έργων σκυροδέματος μεγάλου όγκου
 - Υψηλές απαιτήσεις ξυλοτύπων και μεταλλοτύπων
- Φράγματα βαρύτητας (σκυρόδεμα, RCC)
 - Καλές και κατά το δυνατόν ομοιογενείς συνθήκες θεμελίωσης
 - Προσωπικό, εξοπλισμός και τεχνογνωσία έργων σκυροδέματος μεγάλου όγκου
 - Πλατύτερα ανοίγματα (τουλάχιστον για τα RCC)

Προσέγγιση ανά τύπο φράγματος (2)

- Λιθόρριπτα φράγματα με αδιαπέρατο πυρήνα
 - Επαρκείς ποσότητες λιθορριπής και εξοπλισμός διαχείρισής τους
 - Επαρκείς ποσότητες υλικού για πυρήνα
 - Έργα στεγάνωσης θεμελίωσης και αντερεισμάτων
 - Έργα αποστράγγισης
- Λιθόρριπτα φράγματα με ανάντη πλάκα σκυροδέματος
 - «Ελεγχόμενη» ανομοιογένεια θεμελίωσης
 - Επαρκείς ποσότητες λιθορριπής και εξοπλισμός διαχείρισής τους
 - Προσωπικό, εξοπλισμός και τεχνογνωσία έργων σκυροδέματος
 - Έργα στεγάνωσης θεμελίωσης και αντερεισμάτων
- Χωμάτινα φράγματα
 - Επαρκείς ποσότητες υλικού χαμηλής διαπερατότητας
 - Επαρκείς ποσότητες κατάλληλου υλικού για τα σώματα
 - Έργα αποστράγγισης

Στάδια κατασκευής έργων φράγματος



- ❑ Τυπικό παράδειγμα χρονοδιαγράμματος μεγάλου λιθόρριπτου φράγματος με ΥΗΕ
- ❑ Κρίσιμα σημεία - Ορόσημα:
 - Έναρξη
 - Εκτροπή
 - Έμφραξη
 - Ολοκλήρωση