

Φράγματα – Υδραυλικές κατασκευές

9ο εξάμηνο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών



Διάλεξη 11^η: Τεχνολογία έργων αξιοποίησης και λειτουργίας φραγμάτων

Σπύρος Μίχας, Δημήτρης Δερματάς, Ανδρέας Ευστρατιάδης

Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ακαδημαϊκό έτος 2015-16

Έργα υδροληψίας



Έργα υδροληψίας

- **Έργα υδροληψίας:** Είναι το σύνολο των έργων που χρησιμοποιείται για την απόληψη του νερού του ταμιευτήρα κατά ελεγχόμενο τρόπο.
- Τα έργα υδροληψίας κατασκευάζονται σε κατάλληλη θέση και με διάταξη που εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη χρήση του ύδατος:
 - Ύδρευση
 - Άρδευση
 - Υδροηλεκτρική παραγωγή
 - Μικτές χρήσεις
- Τα βασικά στοιχεία των έργων υδροληψίας είναι:
 - Απόληψη: Κατασκευή στο άκρο για την υποδοχή του νερού, που μπορεί να είναι κατασκευή από σκυρόδεμα ή αγωγός, κατάλληλα διαμορφωμένος ώστε να αποτρέπει την είσοδο ανεπιθύμητων στοιχείων (συνήθως με σχάρα).
 - Αγωγός απόληψης ή υδροληψίας: Για τη μεταφορά του νερού κατόπτη.
 - Συσκευές ελέγχου: θυροφράγματα, δικλείδες και έργα καταστροφής ενέργειας, διαμέσου των οποίων εξασφαλίζεται ο έλεγχος της απόληψης υπό επιθυμητές συνθήκες

Βασικοί παράγοντες στο σχεδιασμό έργων υδροληψίας

- Είδος χρήσης
 - Ύδρευση μόνο ή μικτή: Ανάλυση των αναμενόμενων υγειονομολογικών παραμέτρων και επιλογή απόληψης από πολλαπλές στάθμες.
 - Άρδευση μόνο: Απόληψη από την κατώτατη κανονική στάθμη λειτουργίας (για εξοικονόμηση κόστους των έργων).
 - Υδροηλεκτρικά έργα: Απόληψη από συγκεκριμένες στάθμες, σε συνδυασμό με την αποδοτική λειτουργία των υδροηλεκτρικών έργων.
- Τύπος του φράγματος
 - Φράγματα βαρύτητας: κατασκευές πάνω στο σώμα ή θεμελιωμένες στο σώμα
 - Γεωφράγματα: κατασκευές συνήθως εκτός του αναχώματος ή τμηματικά εντός (όπως αγωγός από οπλισμένο σκυρόδεμα).
- Μορφολογία, γεωλογικά και γεωτεχνικά χαρακτηριστικά.
- Μέγεθος υδροληψίας
 - Μεγάλες παροχές: Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα
 - Μικρές παροχές: Κατασκευές από σωληνωτούς αγωγούς
- Συνδυασμός με άλλα συνοδά έργα του φράγματος.

Μορφές έργων υδροληψίας και έλεγχος

- ❑ Πύργοι υδροληψίας: κατακόρυφες κατασκευές με κατασκευές για την απόληψη του ύδατος (συνήθως σε πολλές διαφορετικές στάθμες)
- ❑ Υδροληψίες στο σώμα του φράγματος (φράγματα βαρύτητας):
- ❑ Κεκλιμμένες υδροληψίες: κατασκευές πάνω σε πρανή ή σε πρανές φράγματος
- ❑ Υδροληψίες με άντληση
 - Από πλατφόρμα
 - Από μόνιμη κατασκευή

Ο έλεγχος της απόληξης μπορεί να γίνεται με μια σειρά από τρόπους:

- ❑ Δικλείδες σε αγωγούς: Όταν είναι η απόληψη είναι συνδεδεμένη άμεσα με τον αγωγό μεταφοράς, του οποίου η λειτουργία ελέγχεται από τη στάθμη του φράγματος, χωρίς να φράσσεται το στόμιο εισόδου (περιπτώσεις μικρότερων έργων απαγωγής).
- ❑ Έργα καταστροφής ενέργειας: Όταν η απόληψη γίνεται τροφοδοτώντας κατάντη ανοικτά έργα μεταφοράς.
- ❑ Θυροφράγματα: Όταν η απόληψη είναι συνδεδεμένη με τον αγωγό μεταφοράς, ο οποίος φράσσεται στο στόμιο εισόδου (περιπτώσεις μεγάλων έργων απαγωγής).

Έλεγχος απόληψης

Η απόληψη γίνεται με μια σειρά από τρόπους:

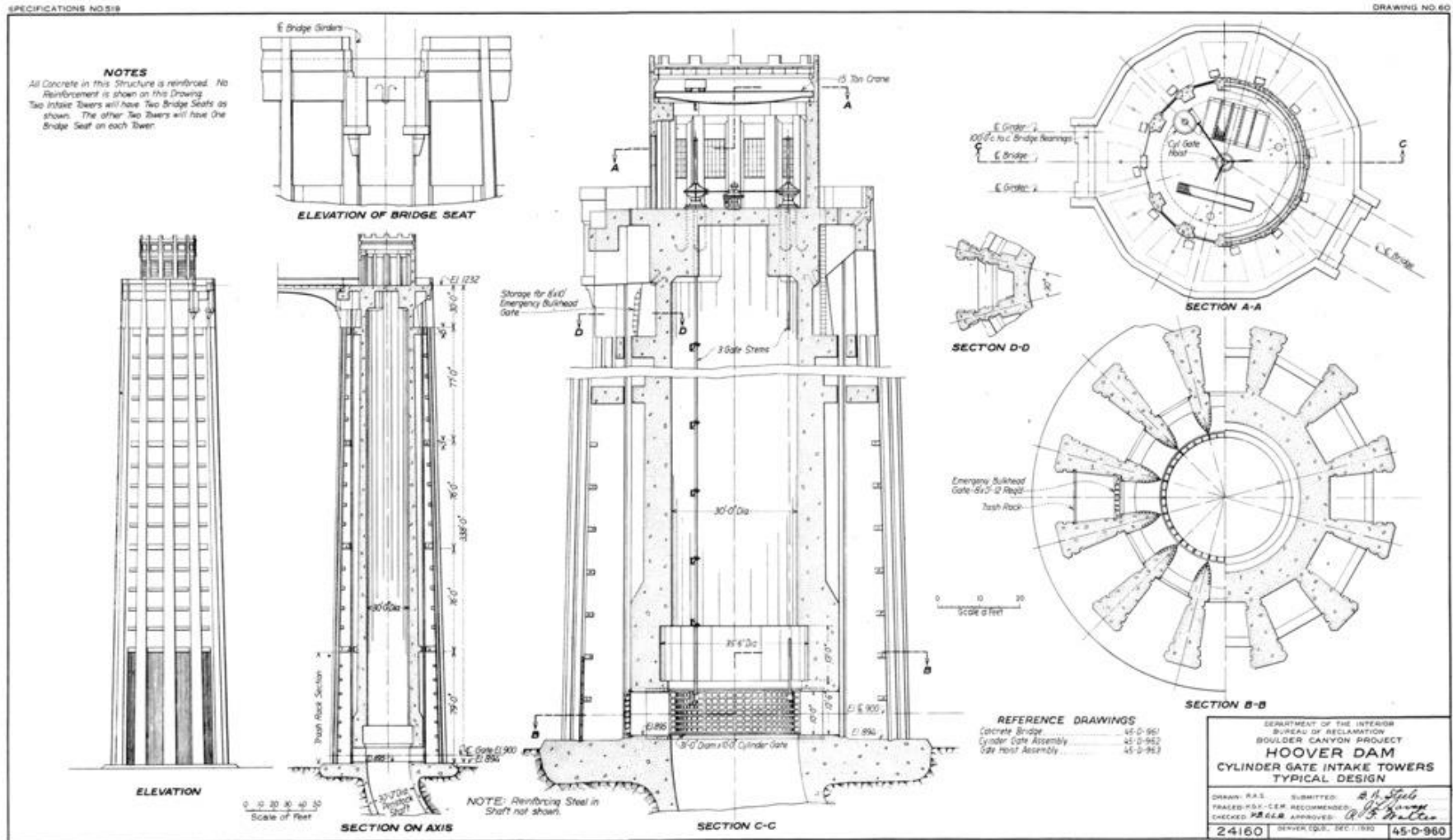
- ❑ Δικλείδες σε αγωγούς: Όταν είναι η απόληψη είναι συνδεδεμένη άμεσα με τον αγωγό μεταφοράς, του οποίου η λειτουργία ελέγχεται από τη στάθμη του φράγματος, χωρίς να φράσσεται το στόμιο εισόδου (περιπτώσεις μικρότερων έργων απαγωγής).
- ❑ Έργα καταστροφής ενέργειας: Όταν η απόληψη γίνεται τροφοδοτώντας κατάντη ανοικτά έργα μεταφοράς.
- ❑ Θυροφράγματα: Όταν η απόληψη είναι συνδεδεμένη με τον αγωγό μεταφοράς, ο οποίος φράσσεται στο στόμιο εισόδου (περιπτώσεις μεγάλων έργων απαγωγής).

Έλεγχος απόληψης

Η απόληψη γίνεται με μια σειρά από τρόπους:

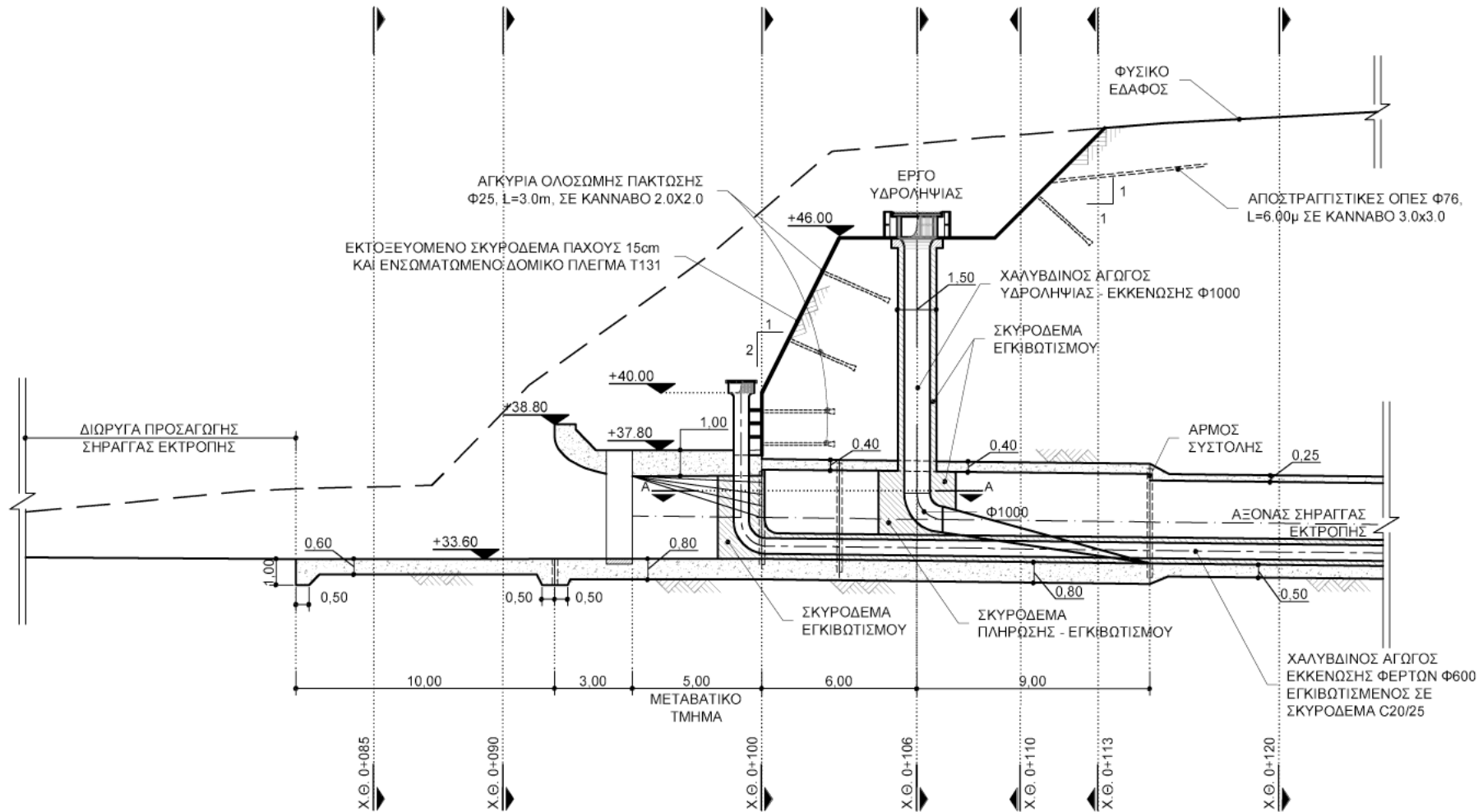
- ❑ Δικλείδες σε αγωγούς: Όταν είναι η απόληψη είναι συνδεδεμένη άμεσα με τον αγωγό μεταφοράς, του οποίου η λειτουργία ελέγχεται από τη στάθμη του φράγματος, χωρίς να φράσσεται το στόμιο εισόδου (περιπτώσεις μικρότερων έργων απαγωγής).
- ❑ Έργα καταστροφής ενέργειας: Όταν η απόληψη γίνεται τροφοδοτώντας κατάντη ανοικτά έργα μεταφοράς.
- ❑ Θυροφράγματα: Όταν η απόληψη είναι συνδεδεμένη με τον αγωγό μεταφοράς, ο οποίος φράσσεται στο στόμιο εισόδου (περιπτώσεις μεγάλων έργων απαγωγής).

Φράγμα Χούβερ



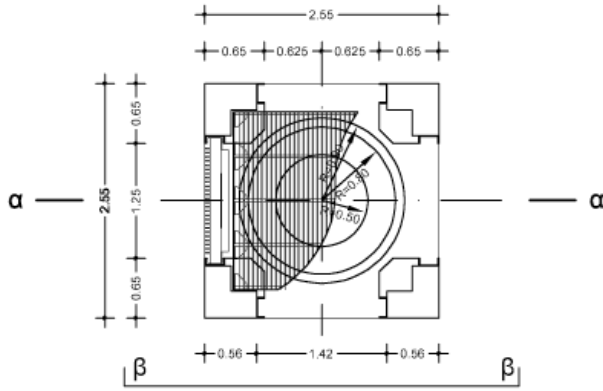
□ Διάταξη πύργων υδροληψίας

Παράδειγμα έργου υδροληψίας άρδευσης

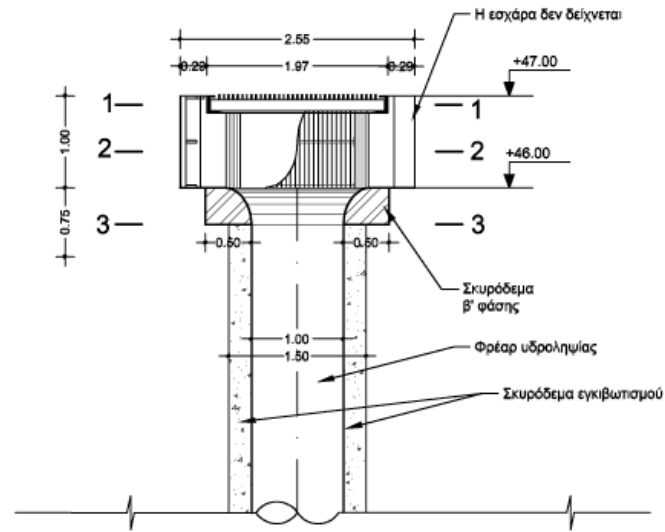


Λεπτομέρειες χόανης υδροληψίας

ΚΑΤΟΨΗ

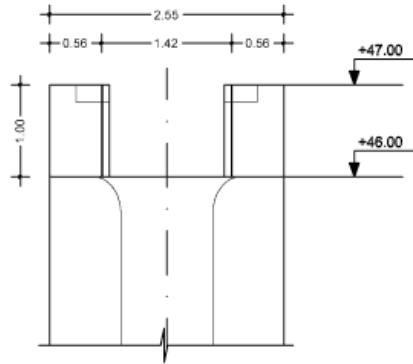


TOMH α-α

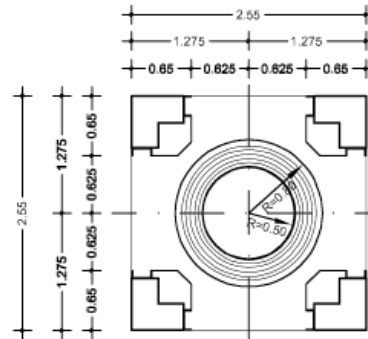


ΟΨΗ β-β

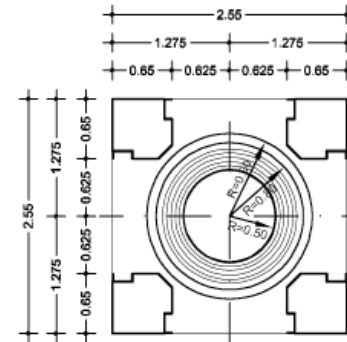
(Οι εσχάρες δεν δείχνονται)



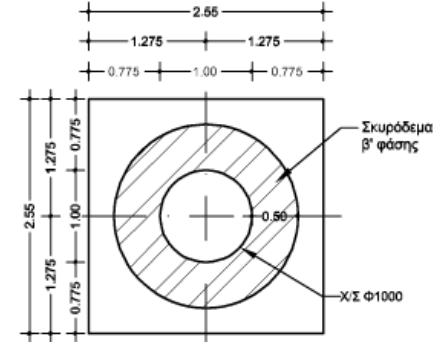
TOMH 1-1

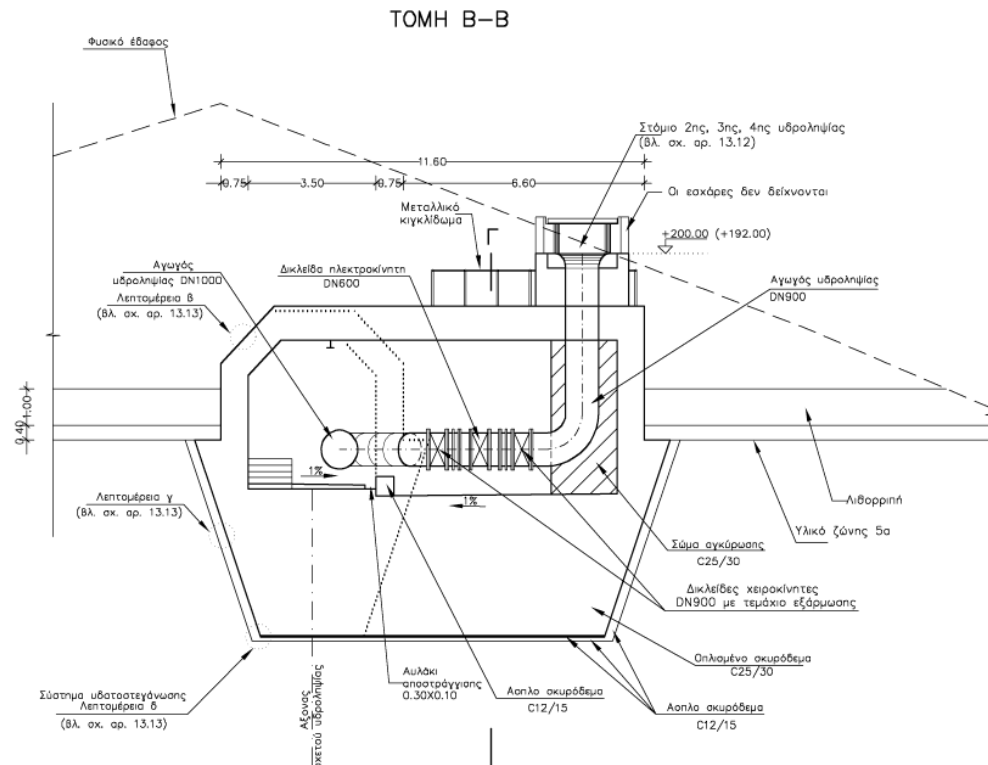
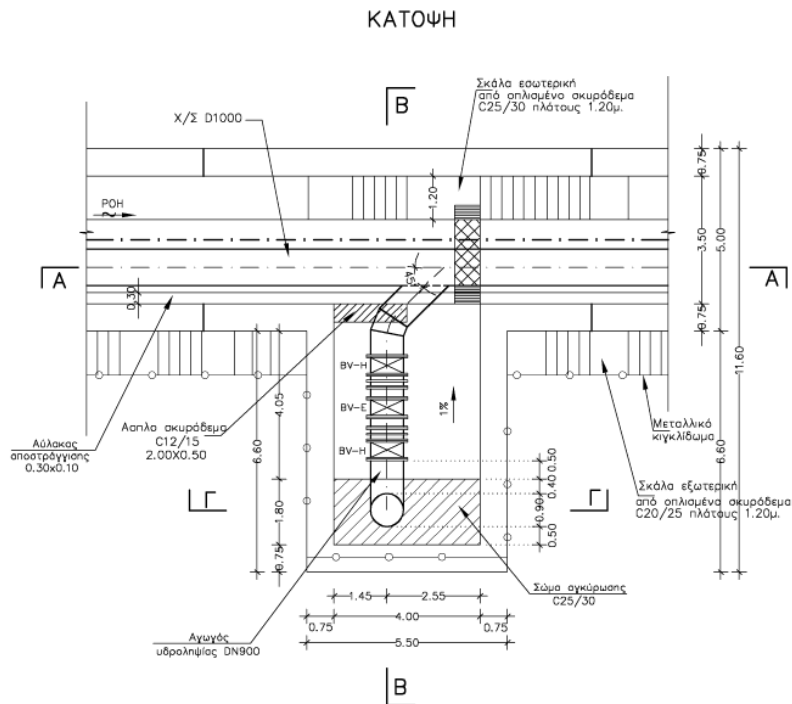


TOMH 2-2



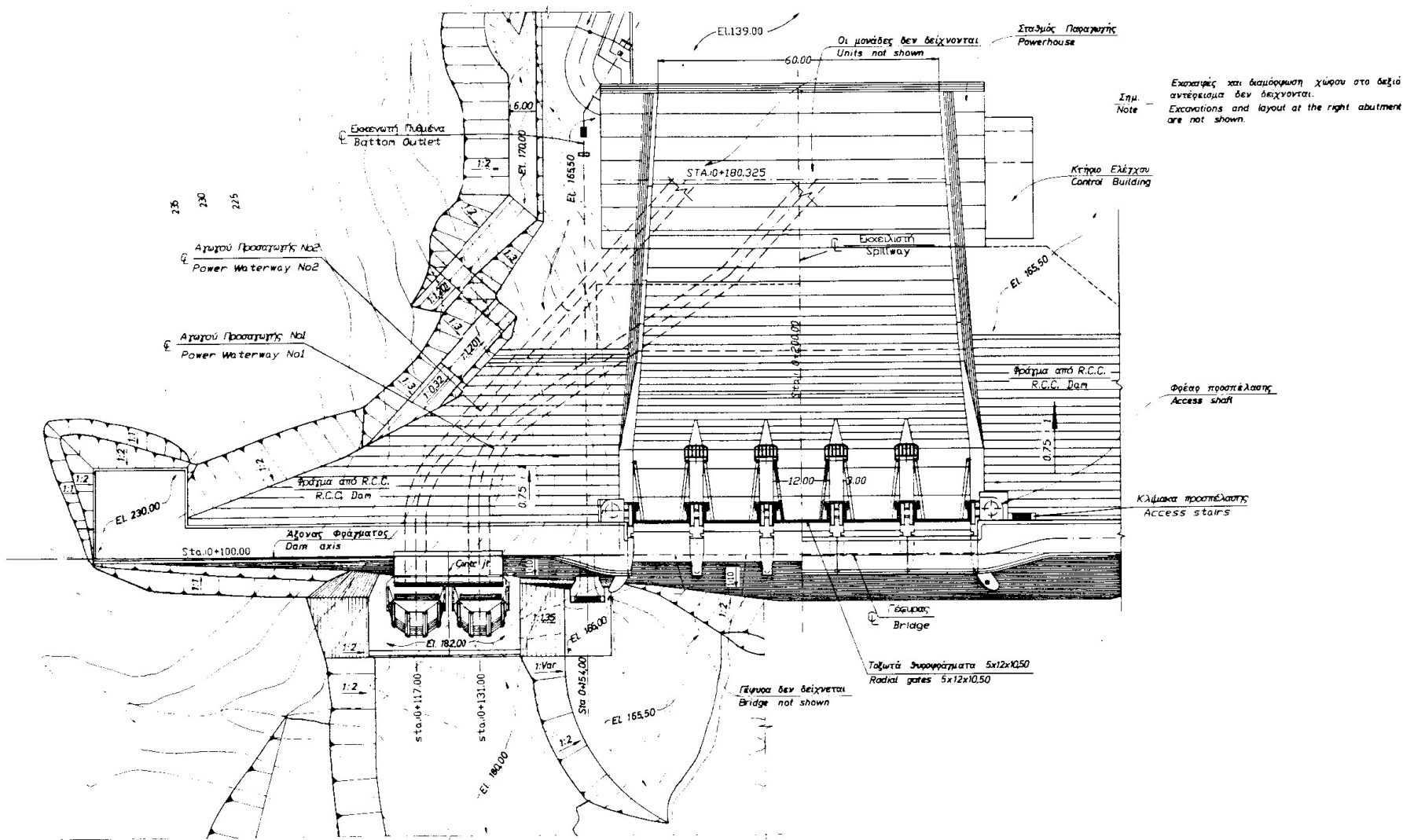
TOMH 3-3





- ❑ Φράγμα Αποσελέμη Κρήτης
- ❑ Διάταξη απόληψης (δικλείδες, χοάνες)

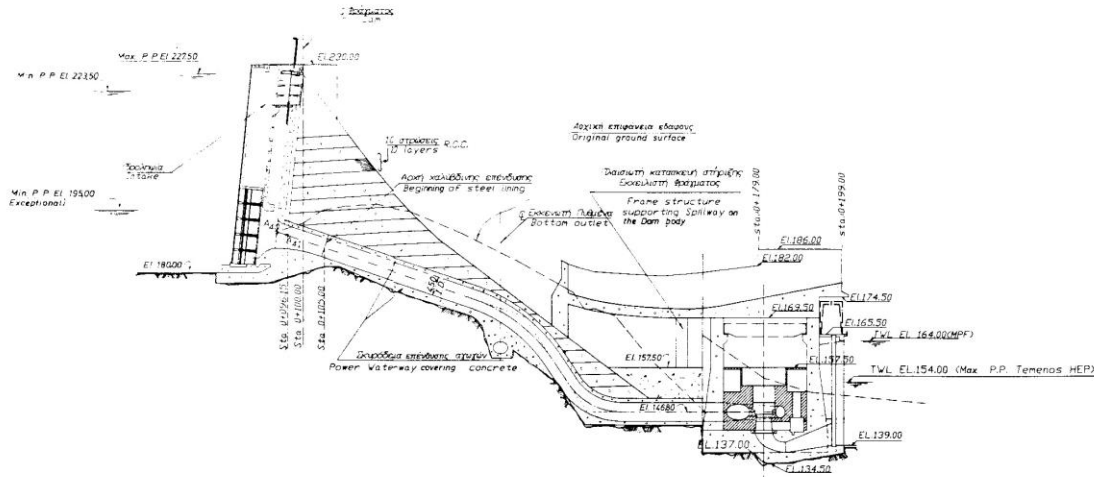
Πλατανόβρυση



Ίση - Επισκεψίς και διαμόρφωση χώρου στο δεξιά
 Note - ανέγερση δεν δείχνονται.
 Excavations and layout at the right abutment
 are not shown.

□ Διπλά στόμια υδροληψίας ΥΗΕ

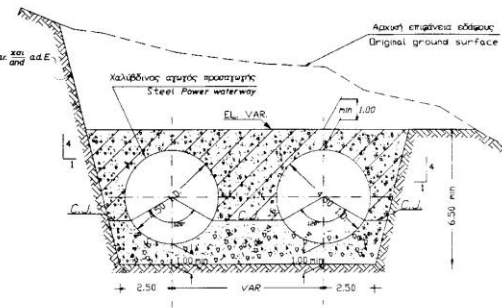
Πλατανόβρυση



ΤΟΜΗ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΤΟΥ ΑΓΓΩΓΟΥ ΠΡΟΔΑΓΜΑΤΟΣ
SECTION ALONG POWER WATERWAY AXIS No 1

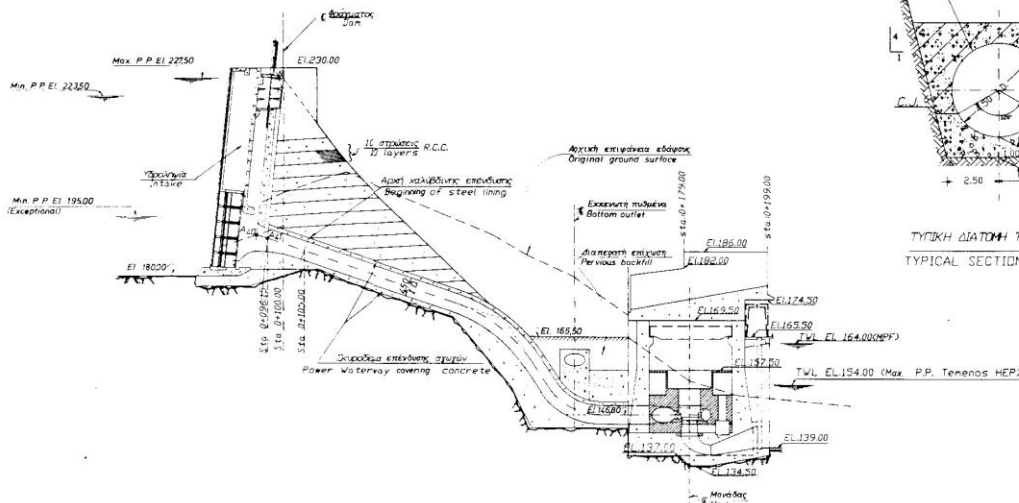
Κλίμακα
Scale
1:500

Μέτρο υποστήριξης
Excavation support
measures
α.α. and
α.δ.ε.



ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΑΦΟΥ ΑΓΓΩΓΩΝ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ
TYPICAL SECTION THROUGH POWER WATERWAYS

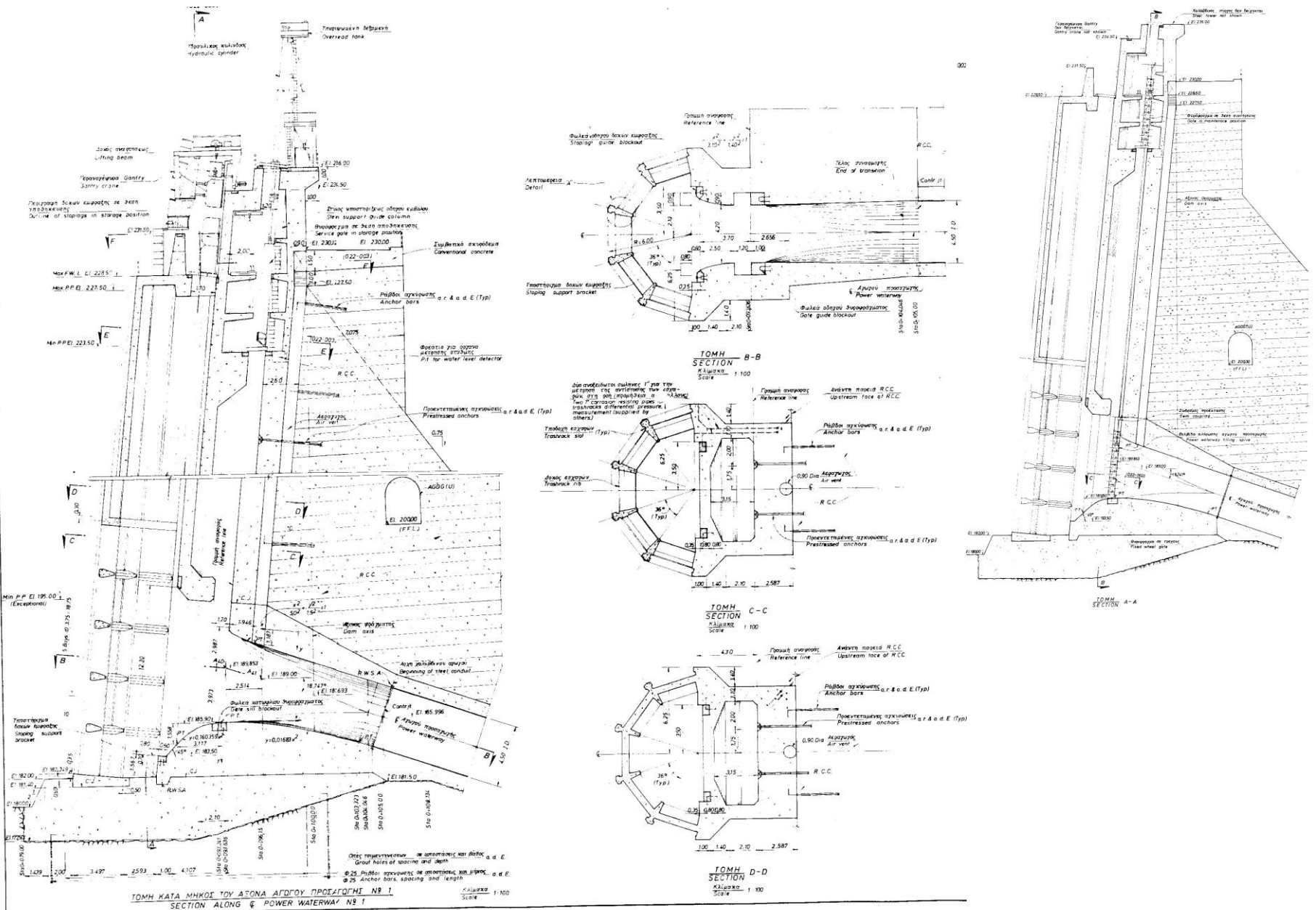
Κλίμακα
Scale
1:100



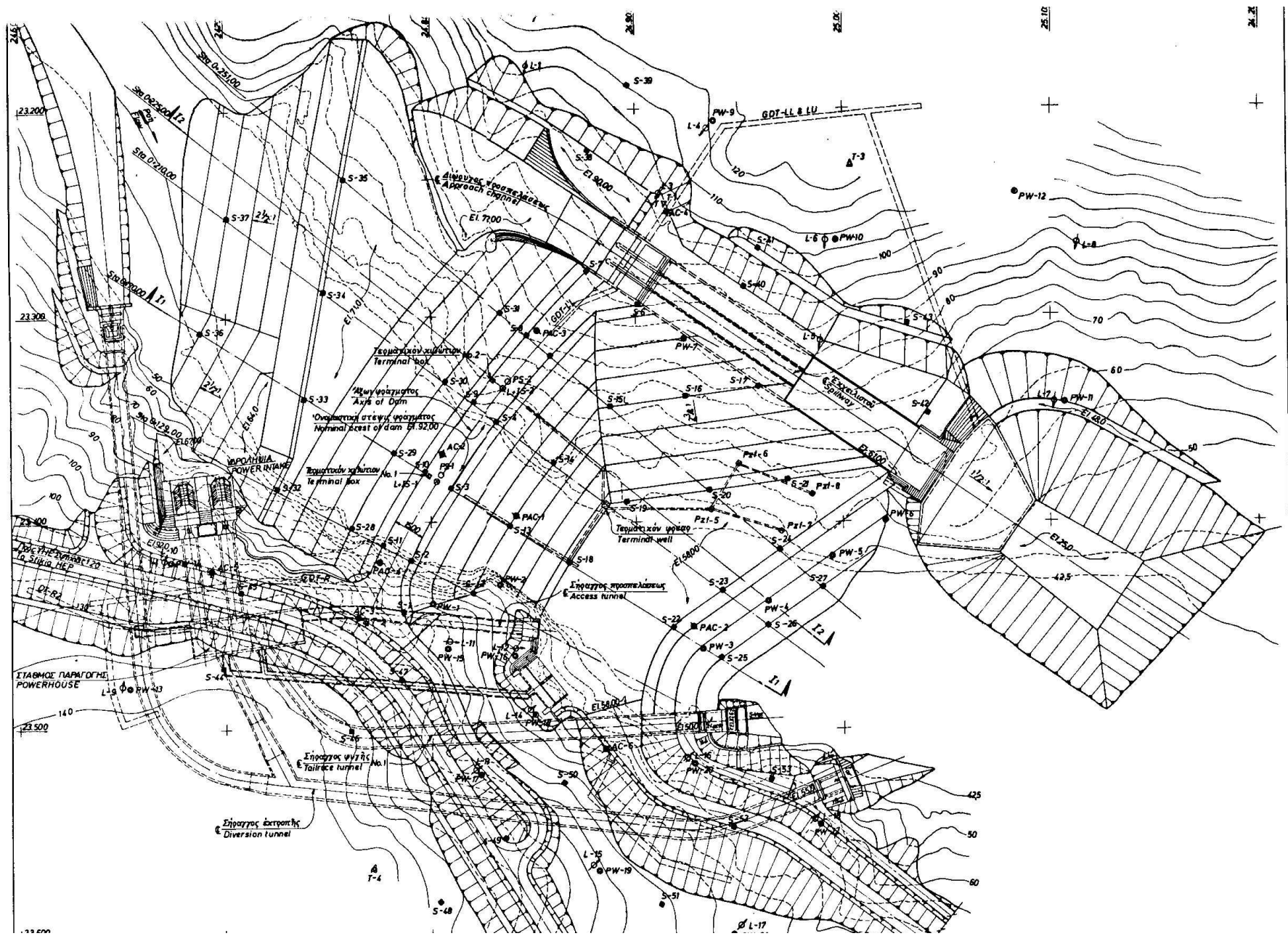
ΤΟΜΗ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΤΟΥ ΑΓΓΩΓΟΥ ΠΡΟΔΑΓΜΑΤΟΣ
SECTION ALONG POWER WATERWAY AXIS No 2

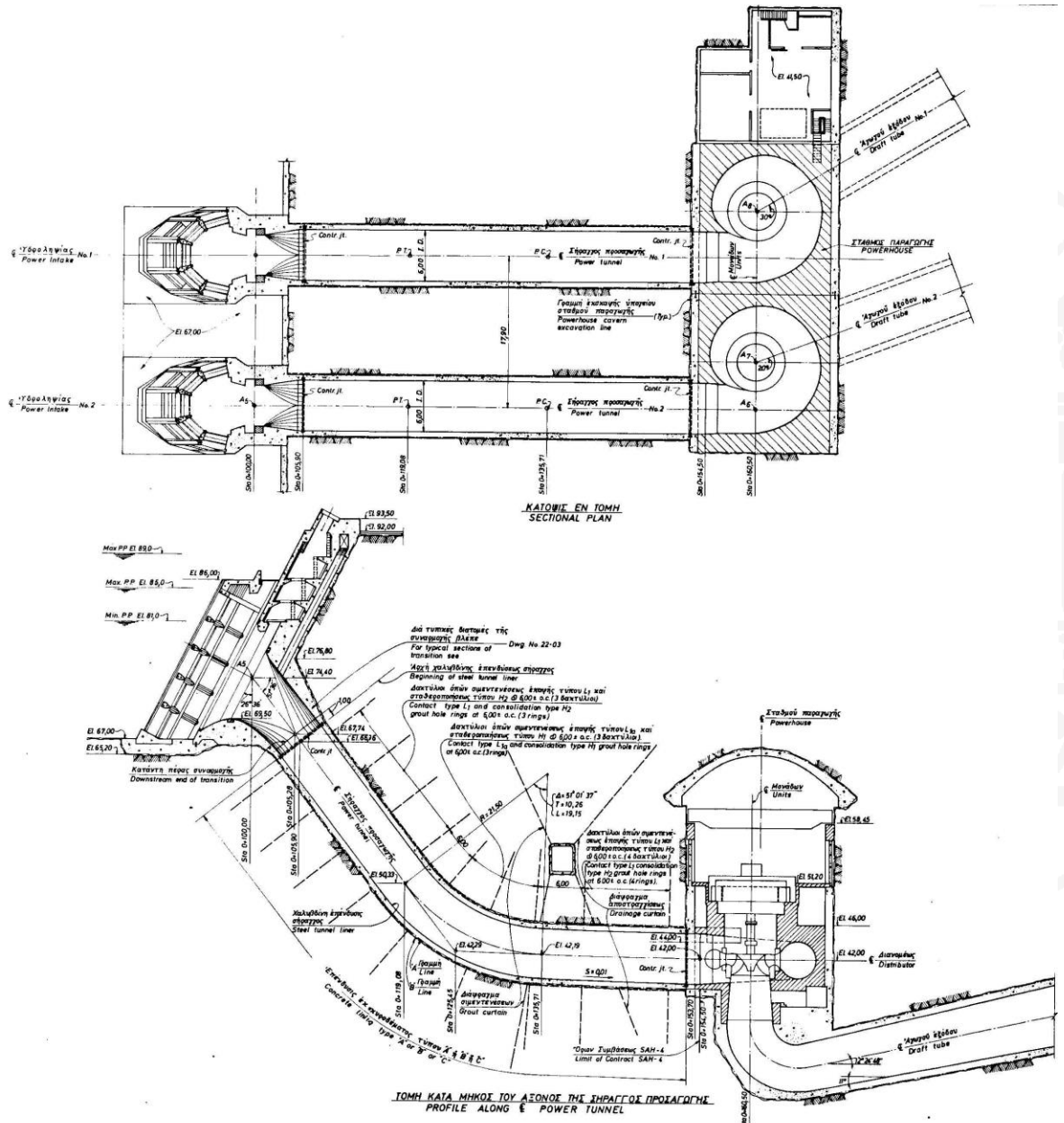
Κλίμακα
Scale
1:500

Πλατανόβρυση

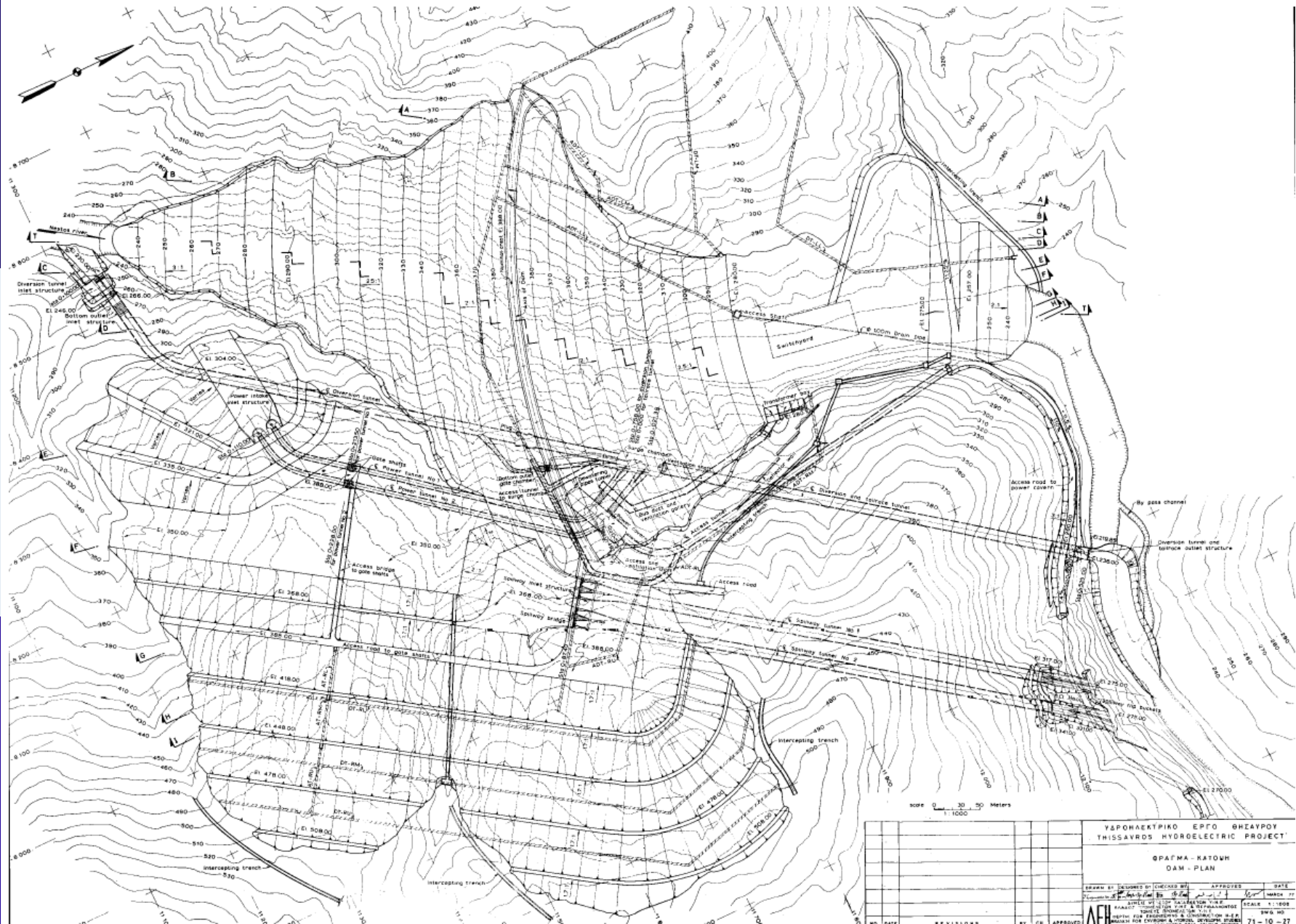


Ασώματα

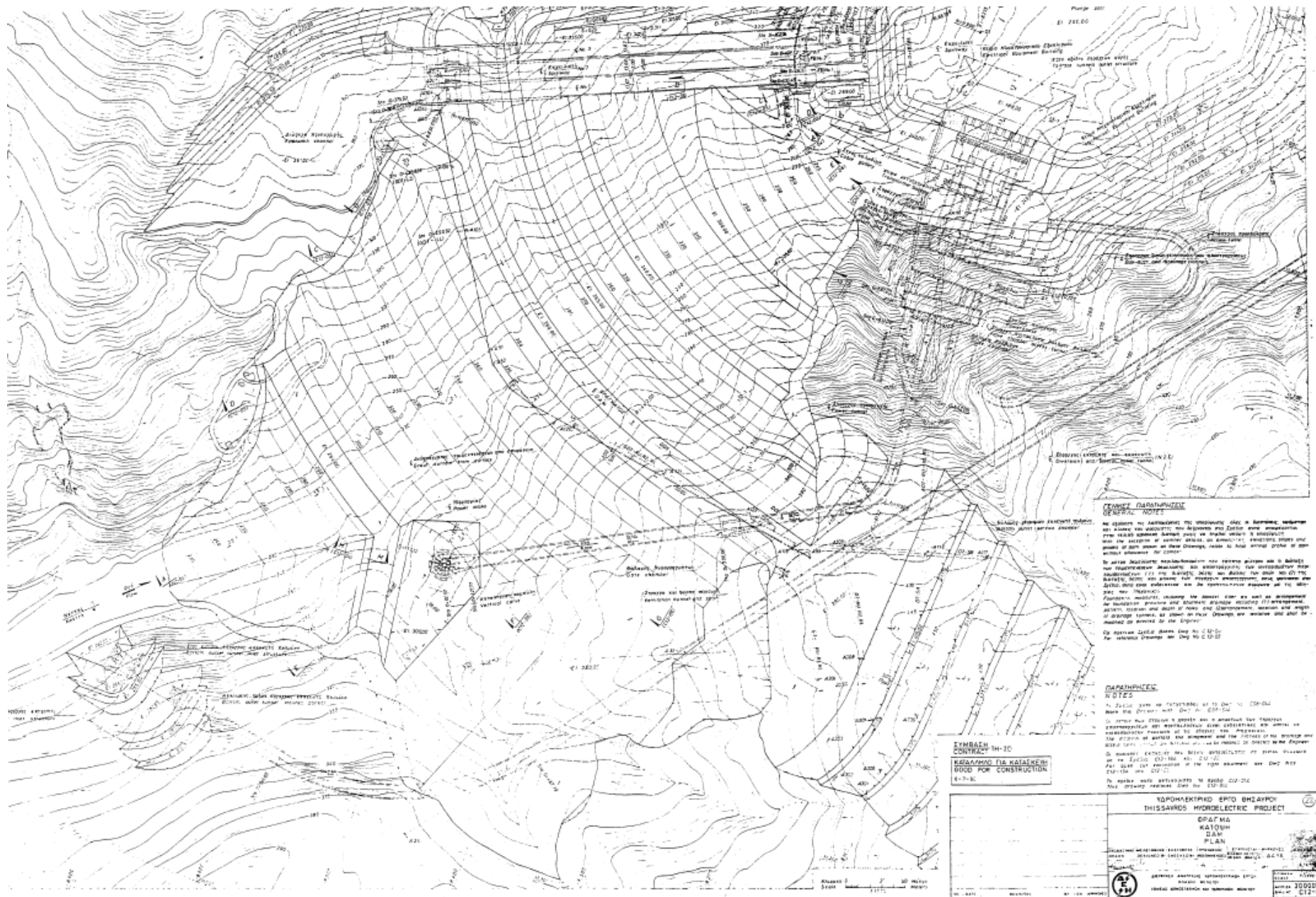


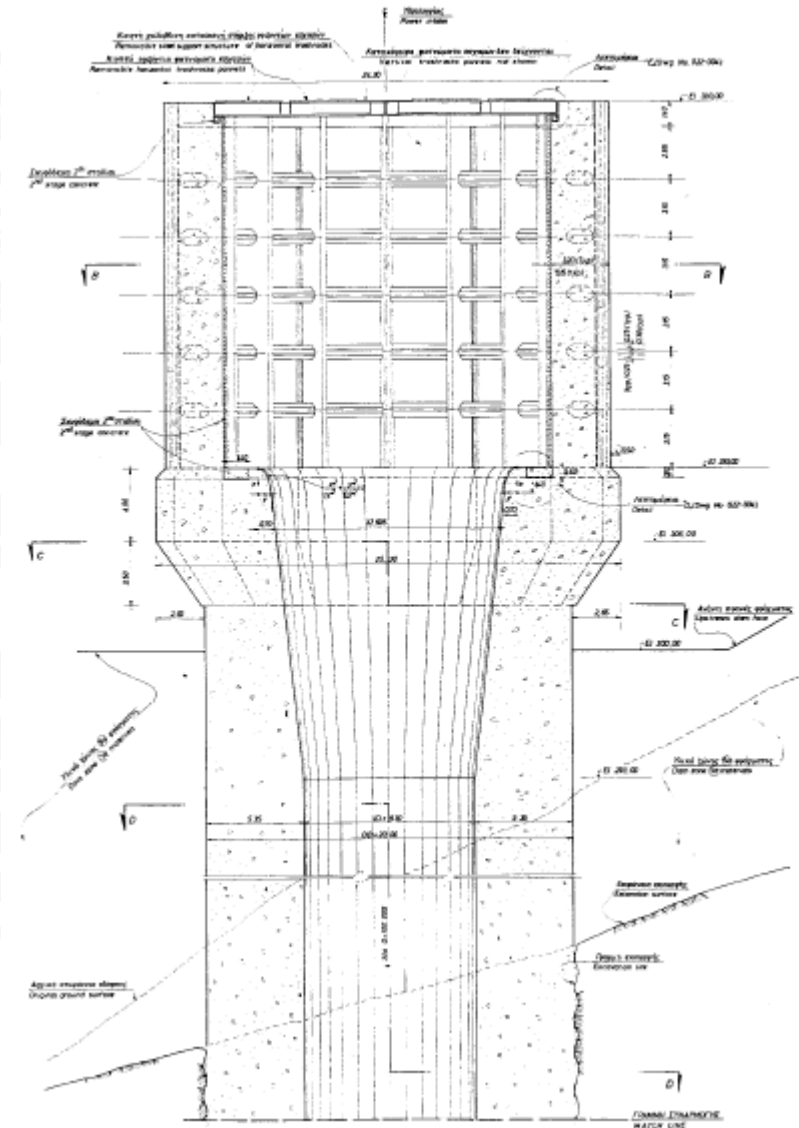
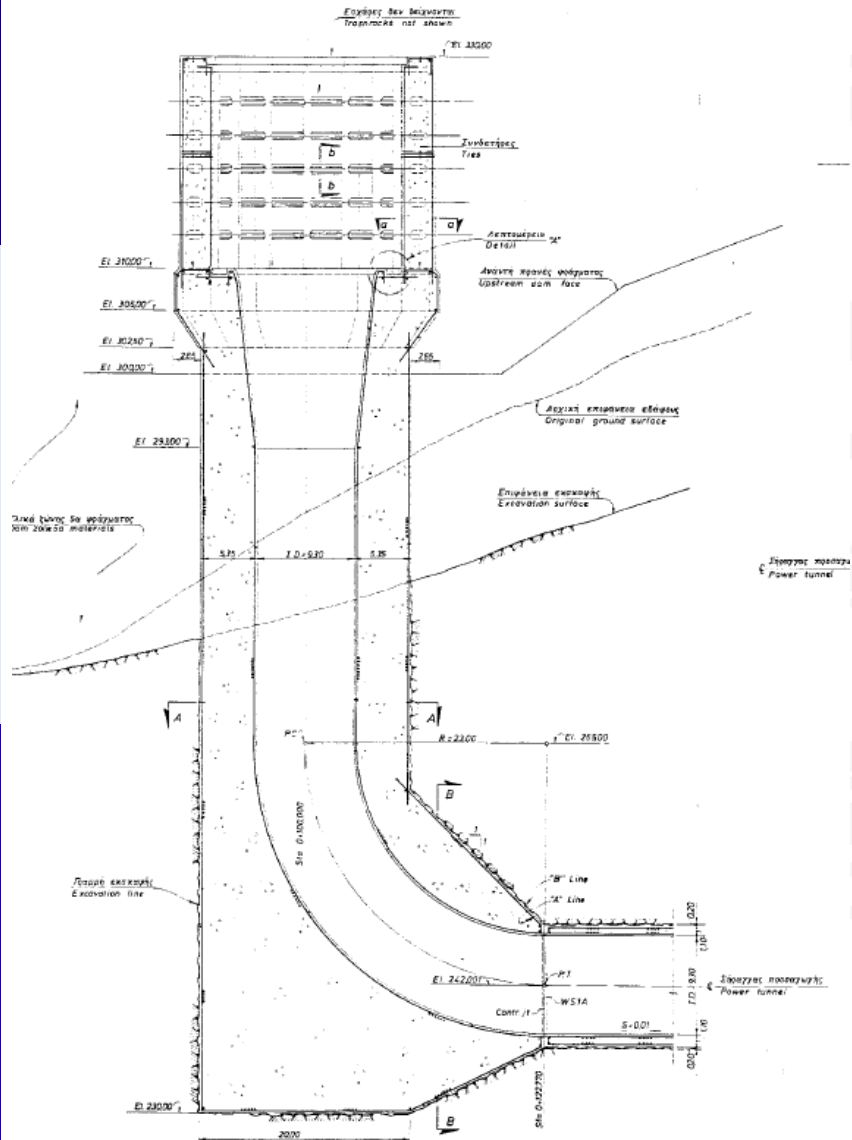


Θησαυρός

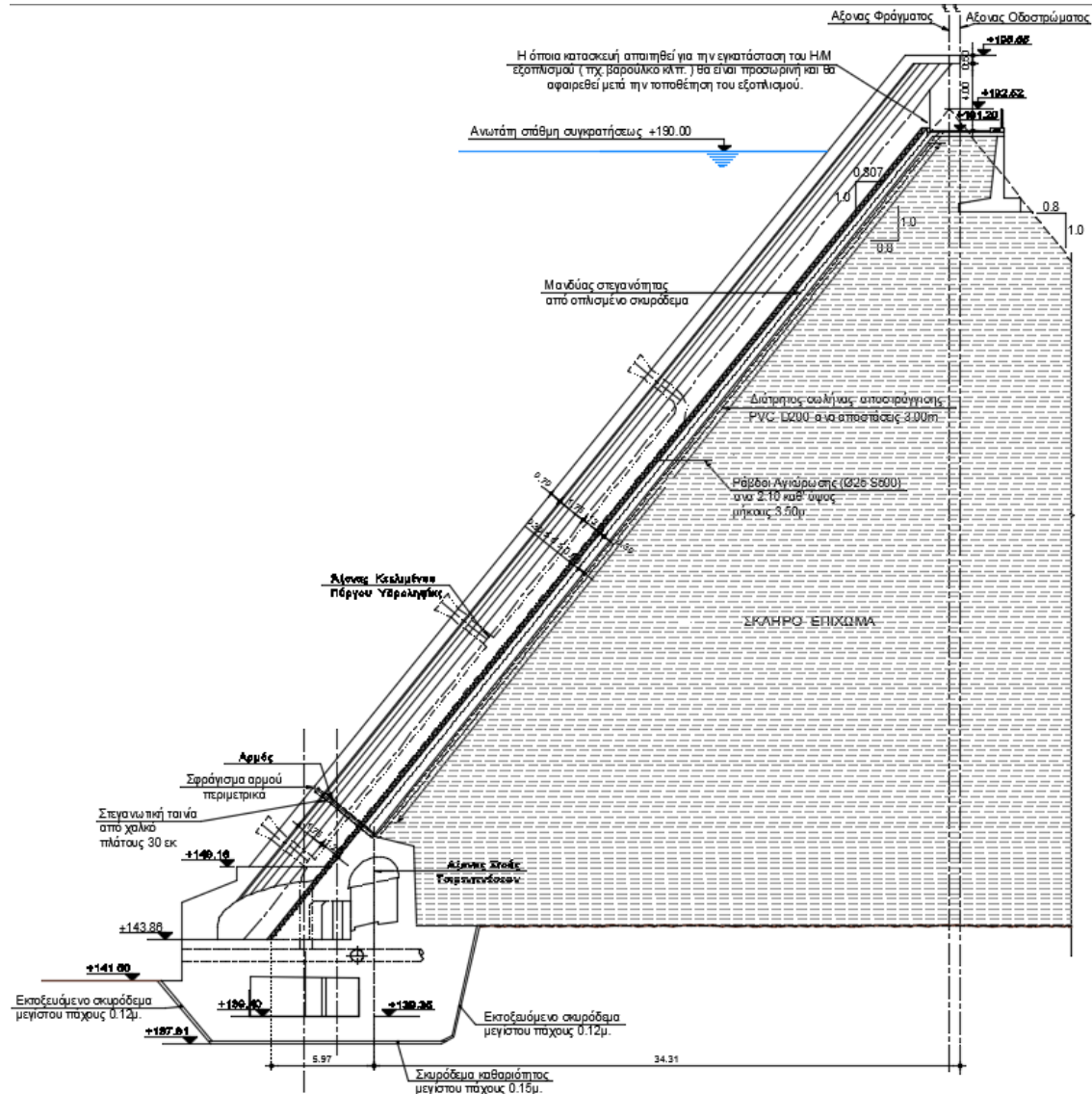


Θησαυρός





Βαλσαμιώτικος



- ❑ Φράγμα σκληρού επιχώματος
- ❑ Τοποθέτηση συστήματος υδροληψιών πάνω στο σώμα του φράγματος

Πύργοι υδροληψίας



- ❑ Φράγμα Χούβερ, 1935
- ❑ Πύργοι υδροληψίας καθ' όλο το ύψος

Κεκλιμμένη υδροληψία



□ Φράγμα Αποσελέμη Κρήτης

Κεκλιμμένη υδροληψία



▣ Φράγμα Αποσελέμη Κρήτης

Κεκλιμένη υδροληψία (με σήραγγα)



▣ Φράγμα Γαδουρά Ρόδου

Κεκλιμμένη υδροληψία (με σήραγγα)



- Κεκλιμμένη υδροληψία (με σήραγγα)

Λεπτομέρεια στομίου υδροληψίας



□ Κεκλιμμένη υδροληψία (με σήραγγα)

Σπύρος Μίχας, Δημήτρης Δερματάς, Ανδρέας Ευστρατιάδης – Φράγματα και υδραυλικές κατασκευές - Εισαγωγή

Παρακολούθηση φραγμάτων

Μετρήσεις συμπεριφοράς έργων και αξιολόγηση

Παρακολούθηση έργων φραγμάτων

- ❑ Με τον όρο αυτό εννοούμε όλες τις ενέργειες που αφορούν στην κατανόηση της συμπεριφοράς και των λειτουργικών χαρακτηριστικών ενός φράγματος και όλων των συνοδών του έργων, με σκοπό να αξιολογείται η λειτουργικότητα και η ασφάλειά του.
- ❑ Η παρακολούθηση των φραγμάτων και των συνοδών του έργων, είναι απολύτως απαραίτητο στοιχείο που αφορά το συνολικό κύκλο ζωής του, ως στοιχείο εξασφάλισης της λειτουργικότητας και της ασφάλειας του τεχνικού έργου.
- ❑ Επιτυγχάνεται με μετρήσεις μιας σειράς παραμέτρων με τη βοήθεια οργάνων και μετρητικών διατάξεων, παράλληλα με την επιθεώρηση και αξιολόγηση της εικόνας και των δεδομένων αυτών.
- ❑ Διακρίνουμε τρεις βασικές φάσεις παρακολούθησης:
 - Κατά την κατασκευή
 - Κατά την 1^η πλήρωση
 - Κατά τη λειτουργία και μέχρι το τέλος ζωής του έργου
 - ❑ Απότομος καταβιβασμός στάθμης
 - ❑ Έκτακτο γεγονός (σεισμός, δολιοφθορά, καιρικά φαινόμενα κλπ)

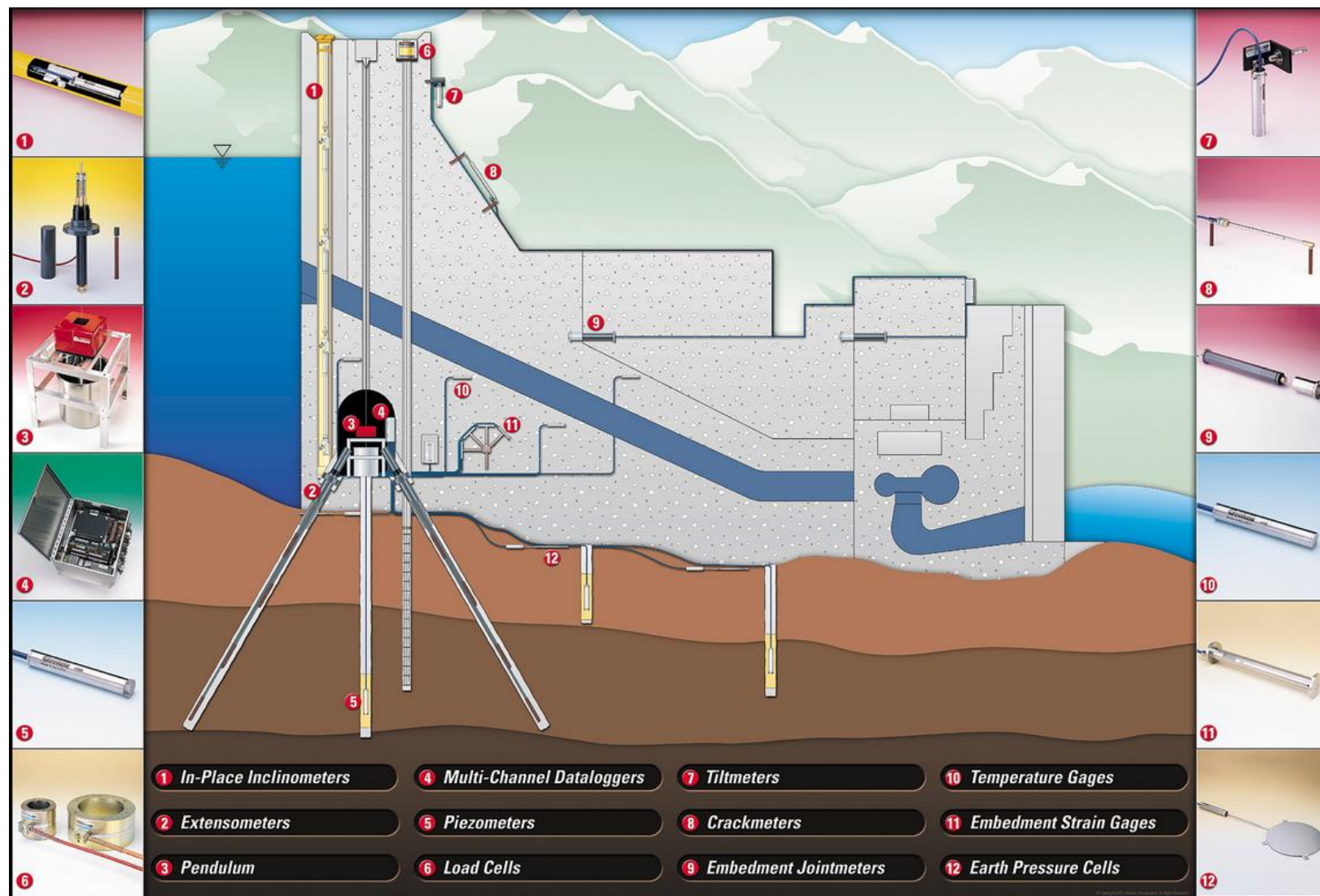
Παράμετροι

- ❑ Εξαρτώνται κυρίως από τον τύπο του φράγματος
- ❑ Συνήθεις παράμετροι ενδιαφέροντος:
 - Μετακινήσεις (με τοπογραφικές μετρήσεις και όργανα)
 - Καθιζήσεις, Συνιζήσεις (με τοπογραφικές μετρήσεις και όργανα)
 - Πίεση πόρων (με όργανα)
 - Τάσεις (με όργανα)
 - Παραμορφώσεις (με όργανα)
 - Υδρομετεωρολογικά στοιχεία, παροχές εισροής και εκροής (με όργανα)
 - Θερμοκρασίες (σκυρόδεμα, με όργανα)
 - Σεισμικές επιταχύνσεις (με όργανα)
 - Στάθμη ταμιευτήρα (με όργανα)
- ❑ Τα όργανα παρακολούθησης εγκαθίστανται κατά την κατασκευή:
 - Στο σώμα του φράγματος (χωμάτινα και λιθόρριπτα)
 - Στο υπέδαφος θεμελίωσης
 - Στα αντερείσματα
 - Στα βοηθητικά έργα (υπερχειλιστής, σήραγγες, υδροληψία)
 - Στη γύρω περιοχή

Κυριότερα όργανα

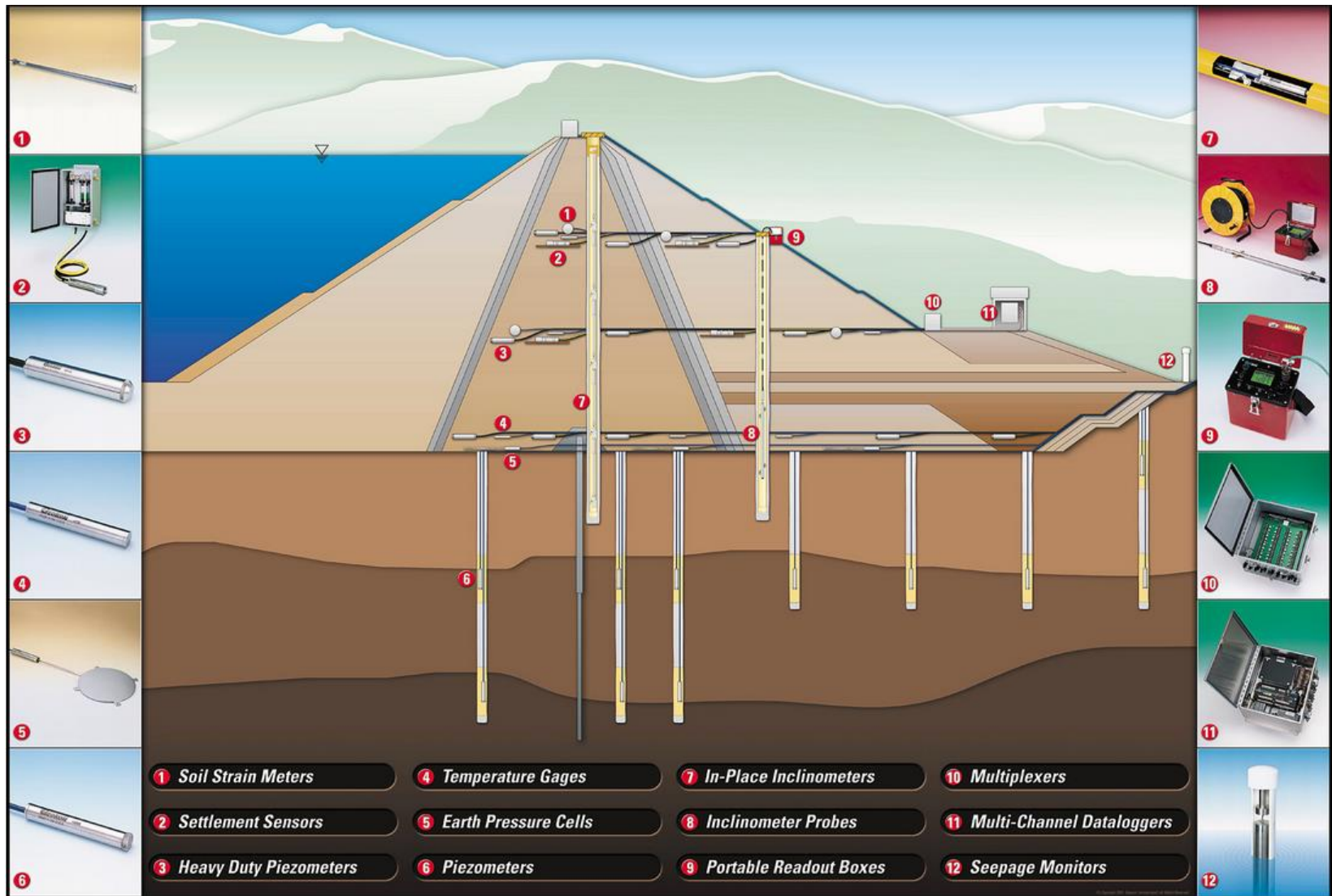
- ❑ Ηλεκτρικά πιεζόμετρα δονούμενης χορδής (πυρήνας, κατάντη φίλτρο, κατάντη σώμα, οριζόντιο κατάντη φίλτρο). Μετρήσεις πιέσεων πόρων στο σώμα του φράγματος ή στη θεμελίωση.
- ❑ Κλισιόμετρα και καθιζησίμετρα (IDEL). Μετρούν μεταβολές στην κλίση μιας κατασκευής μέσα από τη μετακίνηση προεγκατεστημένου σωλήνα, καθώς και την καθίζηση (με μετρήσεις μήκους).
- ❑ Μηκυνσιόμετρα διαφόρων ειδών. Απλές ή ηλεκτρικές συσκευές που μετρούν την παραμόρφωση (σε σώματα σκυροδέματος) ή τη μετακίνηση (πχ σε αρμούς)
- ❑ Μετρήσεις μετακίνησης (τοπογραφικά σημεία ελέγχου ανάντη και κατάντη του άξονα). Σταθερά τοπογραφικά σημεία υψηλής ακρίβειας η θέση των οποίων επαληθεύεται με τακτικές μετρήσεις.
- ❑ Επιταχυνσιογράφοι. Μετρήσεις σεισμών.
- ❑ Υδρομετεωρολογικά όργανα. Μετρούν συνήθεις παραμέτρους όπως βροχή, χιόνι, άνεμος, θερμοκρασία, υγρασία, ηλιοφάνεια.
- ❑ Σταθμήμετρα. Μετρούν στάθμη ταμιευτήρα ή ρεμάτων.
- ❑ Μετρητές ταχύτητας. Φορητά ή μόνιμα όργανα που μετρούν ταχύτητα ροής.

Όργανα σε φράγμα σκυροδέματος



1.Κλισιόμετρα IDEL 2.μηκυσιόμετρο 3.Εκκρεμές 4.Καταγραφικές μονάδες 5.Πιεζομετρικά φρεάτια (καζαγκράντε)
6.Κύτταρα φορτίου αγκύρωσης 7.Κλισιόμετρα 8.Ρωγμόμετρα 9.Ρωγμόμετρα αρμών 10.Θερμόμετρα
11.ηλεκτρομηκυσιόμετρο 12.Πιεζόμετρα χορδής

GeoKon



1.Μετρητές τάσεων εδάφους 2.Καθιζήσιμετρα 3.Πιεζόμετρα 4.Θερμόμετρα 5.Πιεζόμετρα χορδής 6.Πιεζομετρικά φρεάτια (καζαγκράντε) 7.Κλισιόμετρα 8.Κλισιόμετρα IDEL 9.Φορητά καταγραφικά 10.Μονάδες σύνδεσης 11.Καταγραφικές μονάδες 12.Μετρητές στράγγισης

Βασικές αρχές τοποθέτησης οργάνων

- Τα όργανα παρακολούθησης το σώμα του φράγματος περιλαμβάνουν:
 - Ηλεκτρικά πιεζόμετρα δονούμενης χορδής (πυρήνας, κατάντη φίλτρο, κατάντη σώμα, οριζόντιο κατάντη φίλτρο)
 - Κλισιόμετρα και καθιζησίμετρα (IDEL)
 - Μετρήσεις μετακίνησης (τοπογραφικά σημεία ανάντη και κατάντη του άξονα)
 - Επιταχυνσιογράφοι στη στέψη
- Τα όργανα παρακολούθησης στο υπέδαφος θεμελίωσης του φράγματος περιλαμβάνουν:
 - Ηλεκτρικά πιεζόμετρα δονούμενης χορδής (σε θέσεις κάτω από τον πυρήνα και το κατάντη σώμα)
 - Πιεζομετρικά φρεάτια (περιοχή κατάντη πόδα), πιεζόμετρα Casagrande
- Τα όργανα παρακολούθησης στα αντερείσματα περιλαμβάνουν:
 - Κλισιόμετρα
 - Πιεζόμετρα κατακόρυφου σωλήνα
- Όργανα παρακολούθησης τοποθετούνται και στα βοηθητικά έργα π.χ.:
 - Πιεζόμετρα στα πρανή του υπερχειλιστή
 - Πιεζόμετρα στη λεκάνη αποτόνωσης
 - Όργανα παρακολούθησης στις σήραγγες (μηκυνσιόμετρα βράχου)
 - Γεωδαιτικές μετρήσεις σε οδοποιίες, υδροληψίες κλπ σημεία ελέγχου

Ορισμένα γενικά στοιχεία για τα όργανα

- ❑ Η επιλογή του τύπου και της θέσης των οργάνων γίνεται κατά τη μελέτη των έργων
- ❑ Η εγκατάσταση προβλέπεται κατά την κατασκευή, αλλά υπάρχει συχνά η δυνατότητα να μπουν όργανα εκ των υστέρων (πχ σε παλαιά φράγματα)
- ❑ Πολύ συχνά τα όργανα αστοχούν και θα πρέπει να υπάρχει επάρκεια στον αριθμό και τον τύπο τους.
- ❑ Σήμερα υπάρχουν δυνατότητες συνεχούς τηλεμετάδοσης και απομακρυσμένης ανάγνωσης μετρήσεων ορισμένων οργάνων.
- ❑ Η παρακολούθηση των δεδομένων των οργάνων γίνεται παράλληλα με τακτικές οπτικές επιθεωρήσεις, σύμφωνα με το σχέδιο λειτουργίας και διαχείρισης του έργου.
- ❑ Παράδειγμα λήψης μετρήσεων σε περίοδο Κανονικής Λειτουργίας:

Όργανα - Παρακολούθηση	Κανονική Λειτουργία
Γεωδαιτικές Μετρήσεις (Αυχενικό Φράγμα)	2 Μηνιαίως
Γεωδαιτικές Μετρήσεις (Ανάντη & Κατάντη Φράγματος)	2 Μηνιαίως
Κλισιόμετρα IDEL φράγματος	2 Μηνιαίως
Καθιζήσιμετρα IDEL φράγματος	4 Μηνιαίως
Πιεζόμετρα Casagrande φράγματος	4 Μηνιαίως
Ηλεκτρικά πιεζόμετρα σώματος φράγματος	10 Μηνιαίως
Πιεζόμετρα κατακόρυφου σωλήνα στα αντερείσματα	4 Μηνιαίως
Κλισιόμετρα στα αντερείσματα	2 Μηνιαίως
Επιταχυνσιογράφοι	Συνεχής καταγραφή
Στάθμη Ταμειυτήρα	Ανά 5 μέρες (6 μετρήσεις / μήνα)

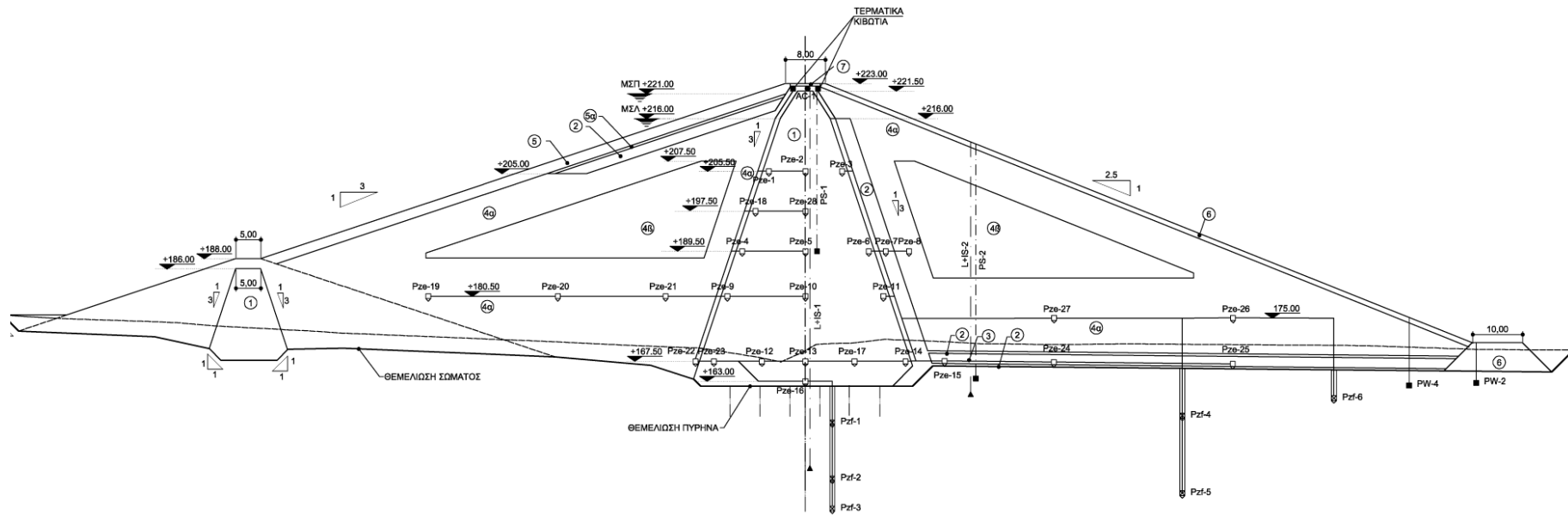
Εγκατάσταση οργάνων στο φράγμα Αποσελέμη

Α. ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΥΡΙΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ										
Αξιων Αριθ.	ΟΡΓΑΝΟ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ	ΤΟΜΗ (Χ.Θ. ΕΠΙ ΤΟΥ ΑΞΙΩΝΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ)	ΣΥΝΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΑΞΩΝΤΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ (ΣΕ ΜΕΤΡΑ)		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	
							ΑΝΑΝΤΗ	ΚΑΤΑΝΤΗ		
1	Πιεζόμετρο σωλήνασσω κτύπου	■	PS-1 PS-2 PS-3	Α.Α Α.Α Α.Α	Πυρήνας Σώμα Στήλης Πυρήνας	223.00 211.50 223.00	-	0.00 34.00 0.00	-	
2	Μαγνητικό κλιόμετρο με σταθερούς μαγνήτες συνδεδασμένο με κλιόμετρο	▲	L+IS-1 L+IS-2	Α.Α Α.Α	Πυρήνας Σώμα Στήλης	223.00 211.50	-	0.00 34.00	-	
3	Ηλεκτρικό πιεζόμετρο δοσομετρίας χαρδής στη θεμελίωση	⊗	Pz1-1 Pz1-2 Pz1-3 Pz1-4 Pz1-5 Pz1-6	Α.Α Α.Α Α.Α Α.Α Α.Α Α.Α	Θεμελίωση Θεμελίωση Θεμελίωση Θεμελίωση Θεμελίωση Θεμελίωση	155.50 144.00 137.50 157.50 141.50 160.00	-	5.00 5.00 5.00 75.00 75.00 105.00	-	
4	Ηλεκτρικό πιεζόμετρο δοσομετρίας χαρδής	◻	Pze-1 Pze-2 Pze-3 Pze-4 Pze-5 Pze-6 Pze-7 Pze-8 Pze-9 Pze-10 Pze-11 Pze-12 Pze-13 Pze-14 Pze-15 Pze-16 Pze-17 Pze-18 Pze-19 Pze-20 Pze-21 Pze-22 Pze-23 Pze-24 Pze-25 Pze-26 Pze-27 Pze-28	Α.Α Α.Α	Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Σώμα Στήλης Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Στραγγιστήριο Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Σώμα Στήλης Σώμα Στήλης Σώμα Στήλης Πυρήνας Πυρήνας Στραγγιστήριο Σώμα Στήλης Σώμα Στήλης Σώμα Στήλης Πυρήνας	205.50 205.50 205.50 189.50 189.50 189.50 189.50 189.50 180.50 180.50 180.50 167.50	7.50 0.00 -	-	7.00 -	-
5	Πιεζόμετρο (σφαιρικού τύπου)	○	PS-1 PS-2	Α.Α Α.Α	Πυρήνας Πυρήνας	223.00 211.50	-	0.00 34.00	-	
6	Ηλεκτρικό πιεζόμετρο δοσομετρίας χαρδής	◻	Pze-1 Pze-2 Pze-3 Pze-4 Pze-5 Pze-6 Pze-7 Pze-8 Pze-9 Pze-10 Pze-11 Pze-12 Pze-13 Pze-14 Pze-15 Pze-16 Pze-17 Pze-18 Pze-19 Pze-20 Pze-21 Pze-22 Pze-23 Pze-24 Pze-25 Pze-26 Pze-27 Pze-28	Α.Α Α.Α	Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Σώμα Στήλης Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Στραγγιστήριο Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Σώμα Στήλης Σώμα Στήλης Σώμα Στήλης Πυρήνας Πυρήνας Στραγγιστήριο Σώμα Στήλης Σώμα Στήλης Σώμα Στήλης Πυρήνας	205.50 205.50 205.50 189.50 189.50 189.50 189.50 189.50 180.50 180.50 180.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50 167.50	7.50 0.00 -	7.00 -	12.50 0.00 -	-
7	Ηλεκτρικό πιεζόμετρο δοσομετρίας χαρδής στη θεμελίωση	⊗	Pz1-1 Pz1-2	Α.Α Α.Α	Θεμελίωση Θεμελίωση	155.50 144.00	-	5.00 5.00	-	
8	Επιταχυνσιγράφος (τύπου ελαστικού δέσμης)	■	AC-1 AC-2 AC-3 AC-4	Α.Α Α.Α Α.Α Α.Α	Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας	223.00 211.50 223.00 211.50	-	0.00 34.00 0.00 34.00	-	
9	Μηχανοκίνητο βρόχου πολλαπλών σημείων με ραβδούς	⊗	R-1 R-2 (15m) R-3 (25m)	Α.Α Α.Α Α.Α	Πυρήνας Πυρήνας Πυρήνας	223.00 211.50 223.00	-	0.00 34.00 0.00	-	
10	Κατάρα μετρήσεως φράγματος αγκυρωμένων βρόχων	○	-	-	-	-	-	-	-	

Β. ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΥΡΙΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ								
Αξιων Αριθ.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ		ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ	ΘΕΣΗ	ΣΥΝΟΛΟ ΟΡΓΑΝΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
		ΚΑΤΩΦΗ	ΤΟΜΗ					
1	Σημείο τριγωνισμού	△		T-1 και T-3 T-2 και T-4	Αριστερά ανέρασμα Δεξιά ανέρασμα	4	10.4 10.2 10.1	Οι ακριβείς θέσεις όπως υποδειχθούν από την ΕΠ.Ε.Π. Αρχειο
2	Σημείο ελέγχου επιφανειακής μετακίνησης	■	■	S-1 έως S-24 S-25 έως S-27	Σιέψη φράγματος Ανάγος υδραγωγός	27	10.4 10.1	Οι ακριβείς θέσεις όπως υποδειχθούν από την ΕΠ.Ε.Π. Αρχειο
3	Στοιχείο ελέγχου πλεύσεως μετακίνησης Κλιόμετρο	○		L-1 έως L-4	Προνή εκσκαφής υπερχείλιση	4	10.4 10.1	Η εγκατάσταση περιλαμβάνει γεωτρήσεις σκυροδέτησης και τομεινοκόσμημα όπου απαιτείται.
4	Μαγνητικό κλιόμετρο με σταθερούς μαγνήτες συνδεδασμένο με κλιόμετρο	▲	■	L+IS-1 και L+IS-2	Φράγμα	2	10.4 10.3 10.1	
5	Πιεζόμετρο (σφαιρικού τύπου)	○	■	PW-1 έως PW-4 PW-5 έως PW-8 PW-9 PW-10 PW-11,12,13,14,15	Κατόντη πόδι φράγματος Προνή εκσκαφής υπερχείλιση Αερίων αποθήκευσης Προνή φράγματος Βοηθητικά ανελκυστήρα	15	10.4 10.2 10.1	
6	Πιεζόμετρο (σφαιρικού τύπου)	○	■	PS-1 έως PS-4	Πυρήνας φράγματος	4	10.5 10.3 10.1	
7	Ηλεκτρικό πιεζόμετρο δοσομετρίας χαρδής	◻	■	Pze-1 έως Pze-28	Φράγμα	28	10.5 10.3	Η εγκατάσταση περιλαμβάνει τμήματα σωλήνες Ατμοσφαιρικής πίεσης, επιχρωτισμένα με οξείδιο του χαλκού και προστασία του καταρράχου όπως απαιτείται.
8	Ηλεκτρικό πιεζόμετρο δοσομετρίας χαρδής στη θεμελίωση	⊗	■	Pz1-1 έως Pz1-6	Θεμελίωση φράγματος	6	10.5 10.3	
9	Επιταχυνσιγράφος (τύπου ελαστικού δέσμης)	■	■	AC-1 AC-2 AC-3 AC-4	Σιέψη φράγματος Αριστερά ανέρασμα Δεξιά ανέρασμα Κατόντη πόδι φράγματος	4	10.6 10.3 10.1	
10	Μηχανοκίνητο βρόχου πολλαπλών σημείων με ραβδούς	⊗	■	R-1 και R-2 (15m) R-3 (25m)	Προνή εκσκαφής	3	10.6 10.1	Η εγκατάσταση περιλαμβάνει γεωτρήσεις σκυροδέτησης και τομεινοκόσμημα όπου απαιτείται.
11	Κατάρα μετρήσεως φράγματος αγκυρωμένων βρόχων	○		-	-	1	10.6	Προμήθεια μόνο.

■ Αναλυτικό υπόμνημα όλων των οργάνων του φράγματος και αναφορά στα σχέδια που φαίνονται

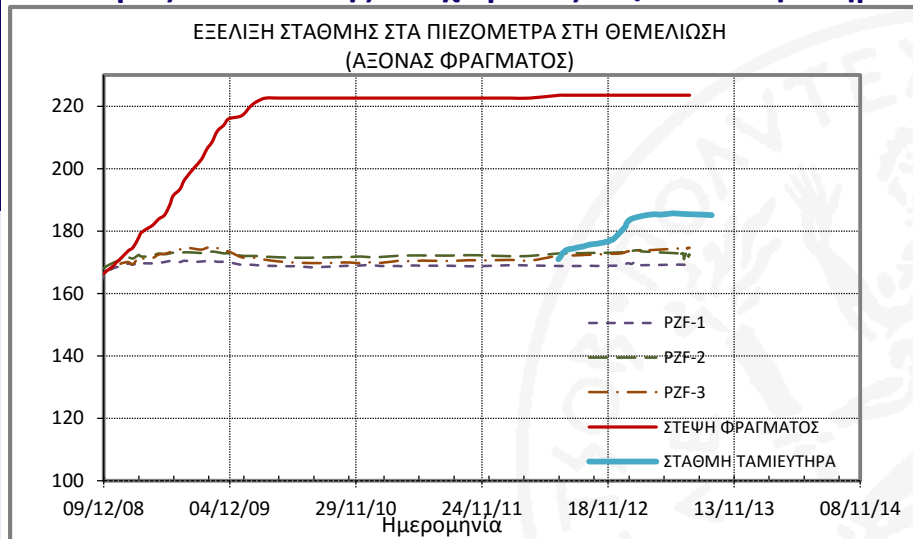
Εγκατάσταση οργάνων στο φράγμα Αποσελέμη



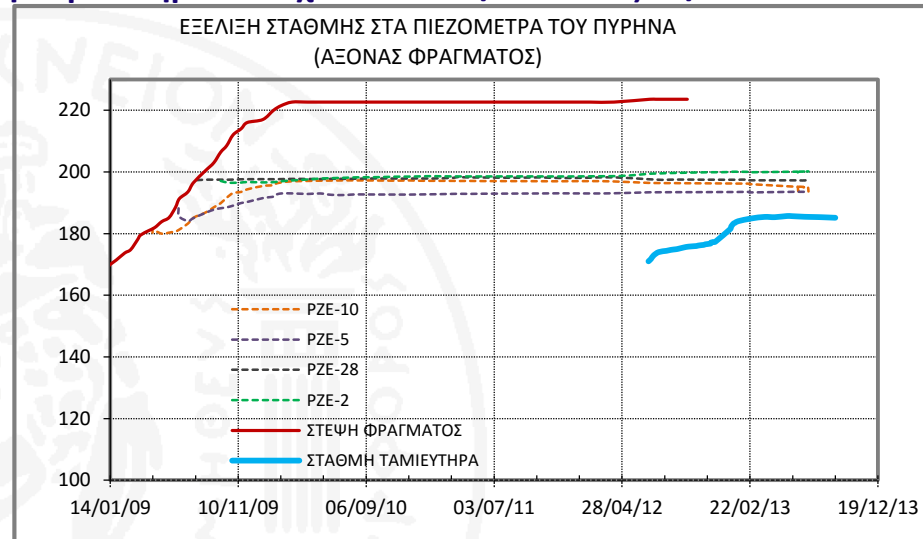
- ❑ Πιεζόμετρα σωληνωτού τύπου
- ❑ Ηλεκτρικά πιεζόμετρα δονούμενης χορδής
- ❑ Φρέατα παρατήρησης στάθμης
- ❑ Μαγνητικά καθιζήσιμετρα με σταθερούς μαγνήτες συνδιασμένα με κλισιόμετρο (IDEL)
- ❑ Κλισιόμετρα
- ❑ Τοπογραφικά σημεία ελέγχου επιφανειακής μετακίνησης
- ❑ Επιταχυνσιογράφοι

Παρακολούθηση φραγμάτων

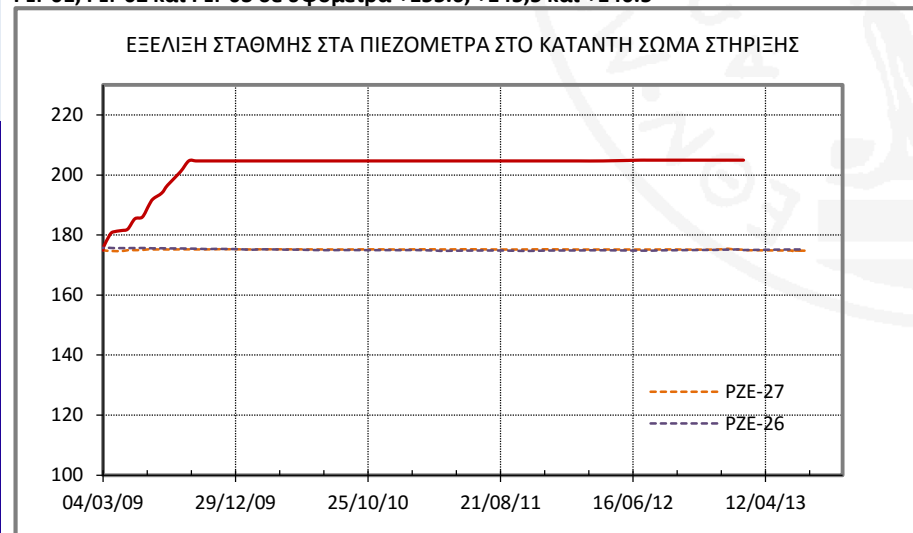
- Εγκατάσταση οργάνων στο φράγμα Αποσελέμη. Παρακολούθηση Πιεζομέτρων Δονούμενης Χορδής στη θεμελίωση και το σώμα του φράγματος.
- Πέρασ Κατασκευής Αναχώματος: 06/2012. 1η Πλήρωση Ταμιευτήρα: στοιχεία από 06/2012 έως 06/2013



Pzf-01, Pzf-02 και Pzf-03 σε υψόμετρα +155.6, +145,5 και +140.5



Pze-10, Pze-05, Pze-28 και Pzf-02 σε υψόμετρα +180.5, +189.5, +197.5 και +205.5



Pze-26 και Pze-27 σε υψόμετρο +175

Συντελεστής r_u

Φάση/Θέση	Πυρήνας	Σώματα στήριξης	Φίλτρα
Σχεδιασμός	0,40	0,25	0,00
Πέρασ Κατασκευής	0,00 έως 0,28	0,00	0,00
1 ^η Πλήρωση	0,01 έως 0,31	0,00	0,00

Στη θεμελίωση στη φάση σχεδιασμού θεωρήθηκε:

- Στην περιοχή πυρήνα: $r_u = 0,20$ έως $0,00$ με το βάθος

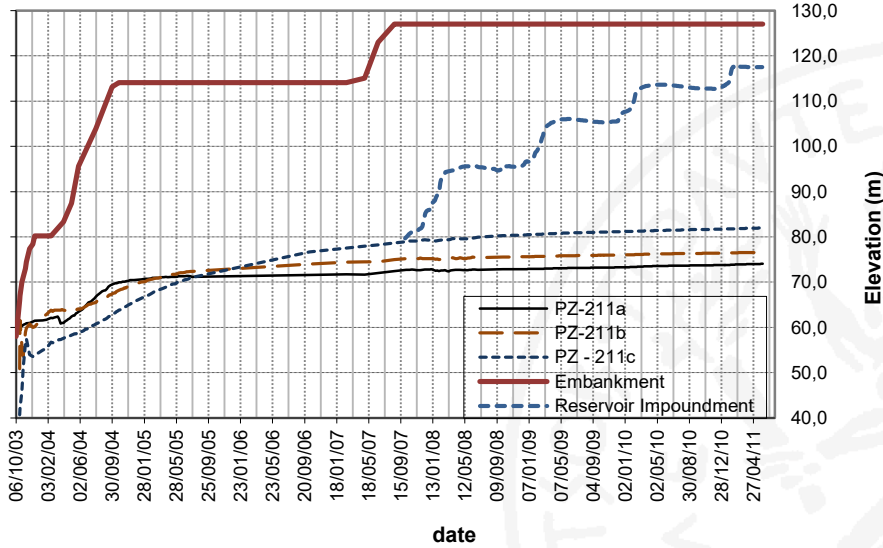
- Στα αντερείσματα: $r_u = 0,30$ έως $0,00$ με το βάθος

Στο πέρασ κατασκευής καταγράφηκαν $r_u = 0,03$ έως $0,06$, τιμές μικρότερες από τις τιμές σχεδιασμού.

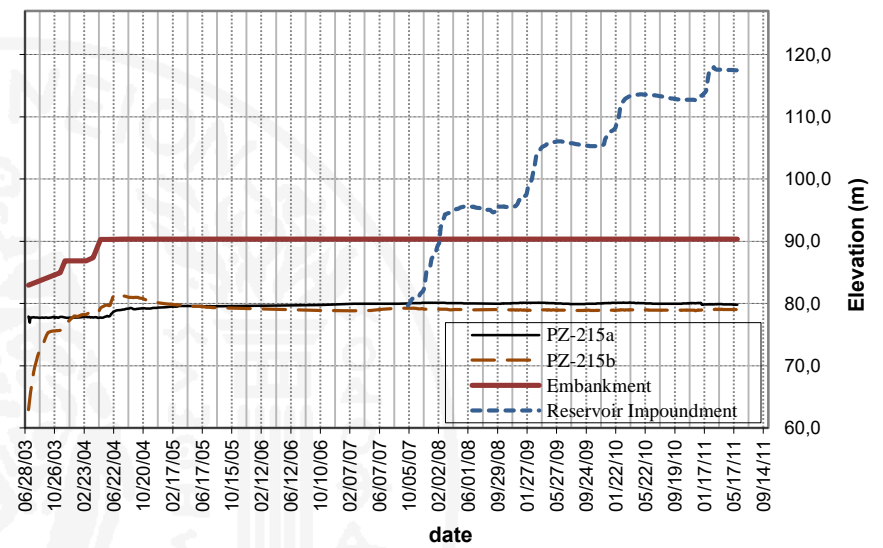
Παρακολούθηση φραγμάτων

■ Εγκατάσταση οργάνων στο φράγμα Γαδουρά (κατά και μετά την κατασκευή)

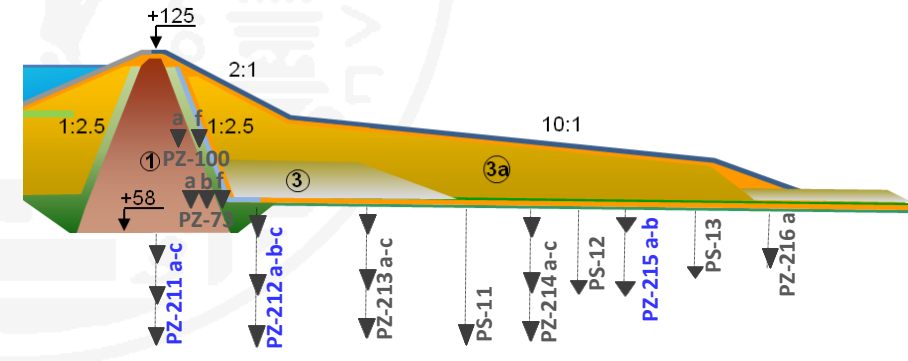
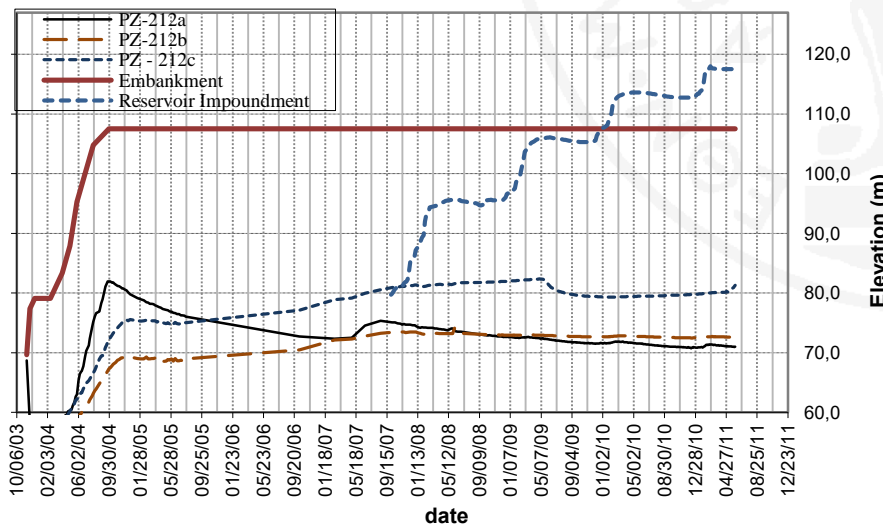
ch 310 - centreline piezometers 211 a,b,c



ch 310 - piezometers 215 a,b,c



ch 310 - piezometers 212 a,b,c



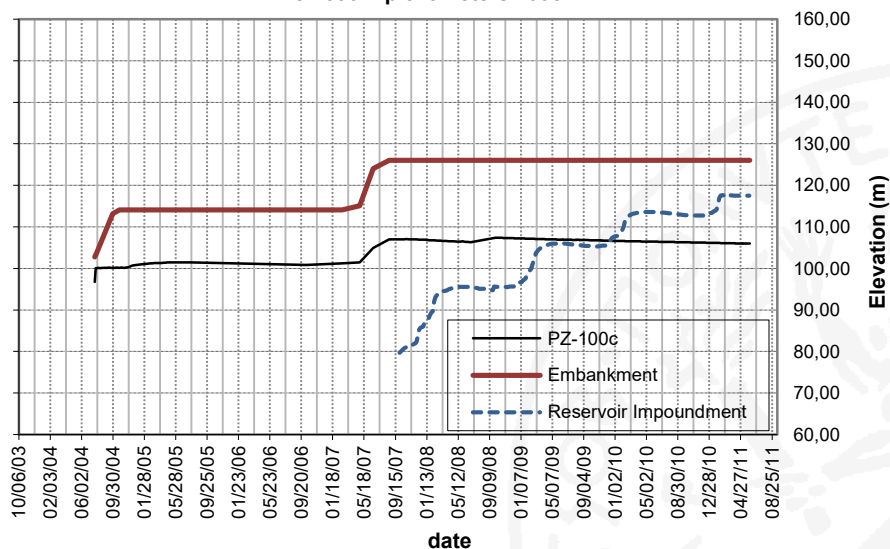
Chainage 310 piezometer installation

piezometer	211a	211b	211c	212a	212b	212c	213a	213b	213c
elevation	50.90	60.70	40.70	68.73	53.73	38.63	74.24	59.24	44.24
piezometer	214a	214b	214c	215a	215b	216a	PS11	PS12	PS13
elevation	72.70	57.70	42.70	77.90	62.90	78.40	41.09	60.90	73.25

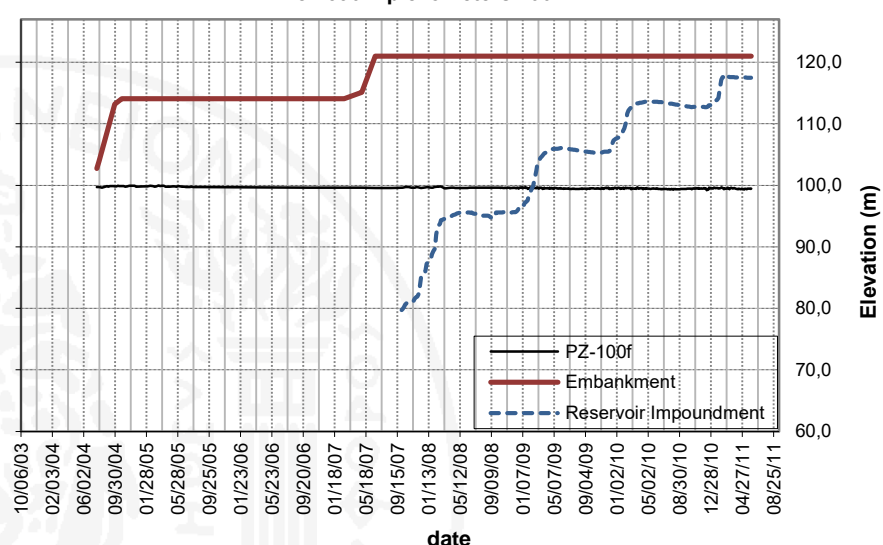
Παρακολούθηση φραγμάτων

■ Εγκατάσταση οργάνων στο φράγμα Γαδουρά (κατά και μετά την κατασκευή)

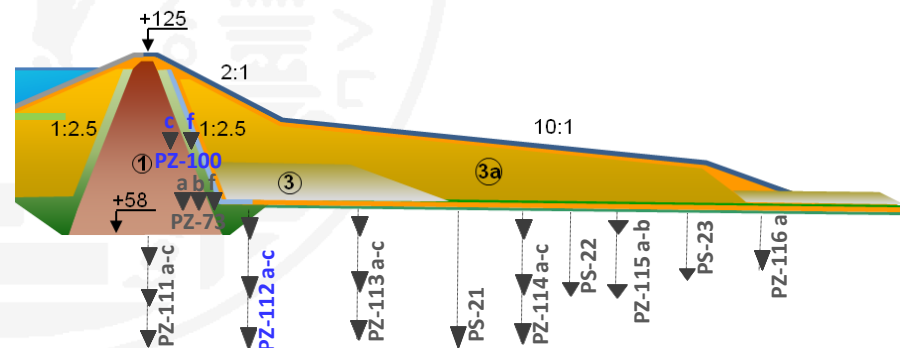
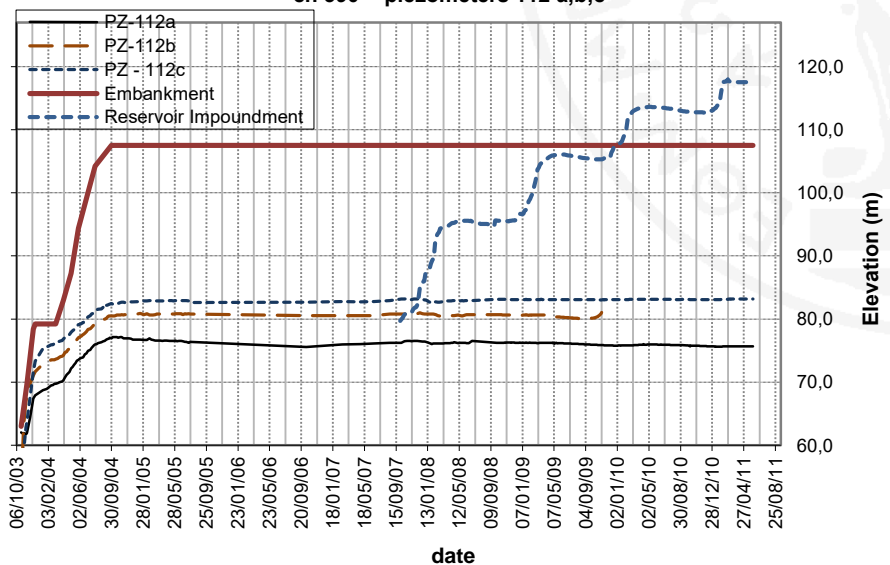
ch 390 - piezometers 100c



ch 390 - piezometers 100 f



ch 390 - piezometers 112 a,b,c



Chainage 390 piezometer installation

piezometer	111a	111b	111c	112a	112b	112c	113a	113b	113c
elevation	53.72	44.32	36.82	62.04	47.14	34.04	66.90	51.90	36.90
piezometer	114a	114b	114c	115a	115b	116a	PS21	PS22	PS23
elevation	67.00	52.00	37.00	66.90	51.90	67.20	36.70	52.00	62.02

Συντήρηση και ασφάλεια έργων

Διαδικασίες παρακολούθησης και λήψης μέτρων έκτακτης ανάγκης

Συντήρηση και ασφάλεια έργων

- ❑ Η παρακολούθηση και συντήρηση / επιτήρηση των έργων είναι απαραίτητη για την ασφάλεια των έργων και των κατόντη περιοχών που πλήττονται στην περίπτωση αστοχίας και την εκδήλωση πλημμυρικού γεγονότος.

- ❑ Η αναγκαιότητα διασφάλισης των έργων εξαρτάται:
 - ❑ Από τις συνέπειες (θύματα, περιβαλλοντικές, οικονομικές) από τη θραύση του φράγματος, στις κατόντη περιοχές
 - ❑ Στοιχεία σχεδιασμού – ιδιαιτερότητες (έλλειψη φίλτρων ή άλλα στοιχεία που απαιτούν τον προσεκτικό έλεγχο των έργων)
 - ❑ Μέγεθος των έργων (γενικά, τα ψηλότερα φράγματα ή με μεγάλο ταμιευτήρα έχουν υψηλότερο βαθμό επίβλεψης)
 - ❑ Παλαιότερα προβλήματα ή αστοχίες ή και γνωστές κατασκευαστικές «ελλείψεις»
 - ❑ Από το τύπο του φράγματος και το είδος των δυνητικών αστοχιών
 - ❑ Τη γεωλογία και σεισμικότητα της περιοχής και ενδεχομένως δυνητικές αστάθειες στη λεκάνη κατάκλυσης και τα αντερείσματα
 - ❑ Την ηλικία του φράγματος
 - ❑ Η στάθμη και ο τρόπος διαχείρισης του ταμιευτήρα ανάλογα με σχεδιασμό και τη χρήση (στάδιο: πρώτη πλήρωση, λειτουργία, απότομος καταβιβασμός στάθμης, χρήση: άρδευση / ύδρευση, παραγωγή ΥΗΕ κλπ)

Συντήρηση και ασφάλεια έργων

- ❑ Εφαρμογή διαδικασιών παρακολούθησης από εξειδικευμένο προσωπικό του υπεύθυνου για τη λειτουργία φορέα διαχείρισης
- ❑ Η παρακολούθηση των έργων πρέπει να γίνεται από εκπαιδευμένο προσωπικό. Το προσωπικό ενημερώνεται και εκπαιδεύεται κατάλληλα.
- ❑ Ο διαχειριστής του έργου διατηρεί περιοδικές Εκθέσεις Παρακολούθησης της Συμπεριφοράς του έργου και Σχέδια Αντιμετώπισης Έκτακτων Καταστάσεων (ΣΑΕΚ)
- ❑ Τα δεδομένα των μετρήσεων και παρατηρήσεων αναλύονται και αξιολογούνται σε δεδομένα τακτά διαστήματα και εκτάκτως σε ορισμένες περιπτώσεις (σεισμός, πλημμύρα, δολιοφθορά κλπ).
- ❑ Στην περίπτωση εκδήλωσης έκτακτης κατάστασης (ασυνήθεις παρατηρήσεις, επικείμενη αστοχία, εκδήλωση αστοχίας) οι μετρήσεις πυκνώνουν και αξιολογούνται είτε για την εφαρμογή προληπτικών μέτρων είτε του σχεδίου εκκένωσης.
- ❑ Στην περίπτωση εκδήλωσης αστοχίας ειδοποιούνται όλοι οι αρμόδιοι φορείς (διαχειριστική αρχή, κύριος του έργου, αρμόδια υπουργεία, τοπικές αρχές, πολιτική προστασία κλπ) και η τοπική κοινωνία.

Θραύση φράγματος

Μηχανισμοί και πλημμυρογραφήματα κατάρρευσης

Διόδευση πλημμυρικού κύματος

Μέτρα αντιμετώπισης εκτάκτων καταστάσεων

Σενάρια θραύσης φράγματος

- ❑ Η καταστροφική αστοχία ενός φράγματος είναι εξαιρετικά απίθανο ενδεχόμενο
- ❑ Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να προβλέπεται η ανάλυση των κινδύνων που προκύπτουν από ένα τέτοιο ενδεχόμενο, αφού όπως όλα τα τεχνικά έργα, τα φράγματα σχεδιάζονται βάσει παραδοχών σχεδιασμού και συντελεστών ασφαλείας.
- ❑ Τα φράγματα, κατά τη διεθνή πρακτική, σχεδιάζονται και κατασκευάζονται με υψηλούς συντελεστές ασφαλείας, με δεδομένες τις σημαντικές επιπτώσεις που έχει τυχόν καταστροφική αστοχία τους.
- ❑ Μηχανισμοί αστοχίας:
 - Υπερπήδηση
 - Διασωλήνωση
 - Διάβρωση της θεμελίωσης
 - Αστοχία υλικών
 - Σεισμός και αστοχία φράγματος
- ❑ Στατιστικά στοιχεία αστοχιών (ICOLD Bulletin 99):
 - Μέσος όρος: 1%
 - Μέσος όρος: 0,5% μετά το 1950 (μικρότερη για νεώτερα έτη)

Μελέτη αναμενόμενου πλημμυρικού κύματος (1)

□ Μηχανισμοί θραύσης.

- Η κατάρρευση του φράγματος απελευθερώνει σε σύντομους χρόνους τεράστιες ποσότητες νερού. Οι χρόνοι αυτοί παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη μορφή του πλημμυρογραφήματος που θα προκύψει.
- Οι μηχανισμοί κατάρρευσης διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με τον τύπο του φράγματος.
- Η προσομοίωση του μηχανισμού κατάρρευσης αποτελεί κρίσιμο σημείο της μελέτης

□ Τρόποι προσομοίωσης μηχανισμών κατάρρευσης:

- Γεωφράγματα:
 - Εξειδικευμένο λογισμικό (Breach)
 - Μαθηματικά μοντέλα που προσομοιώνουν τις δυνάμεις παράσυρσης υλικών
- Φράγματα βαρύτητας:
 - Σενάρια γεωμετριών αστοχίας, με βάση τις αναμενόμενες μέγιστες τάσεις, καταπονήσεις σεισμού, κλπ

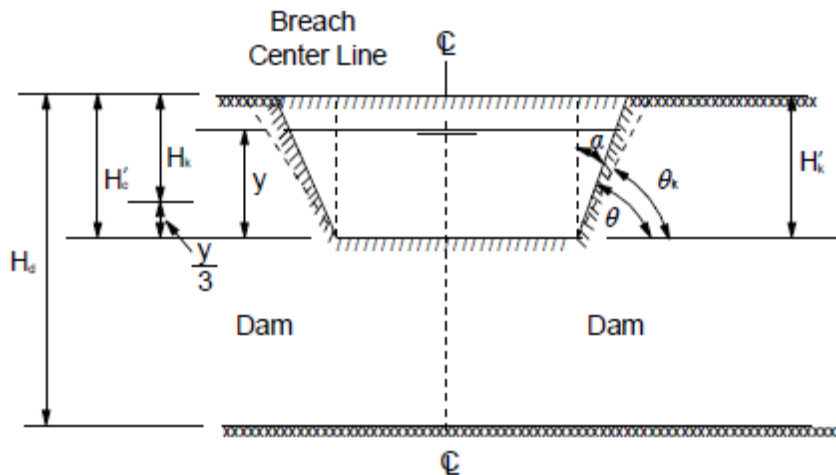
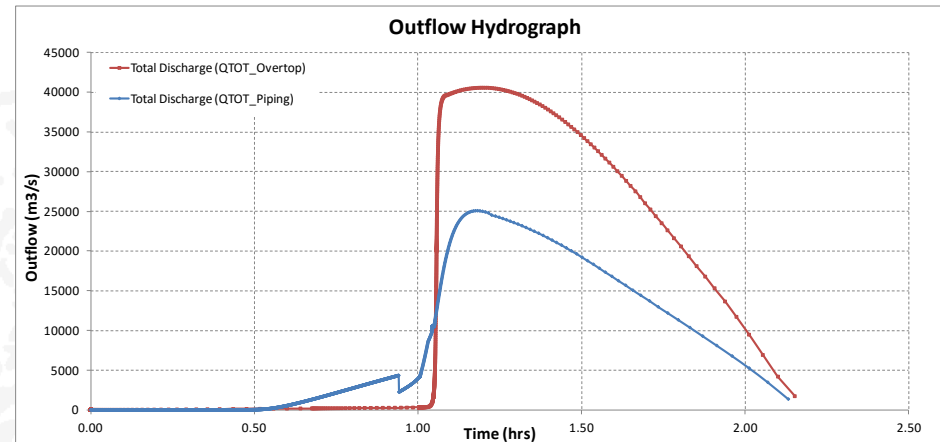
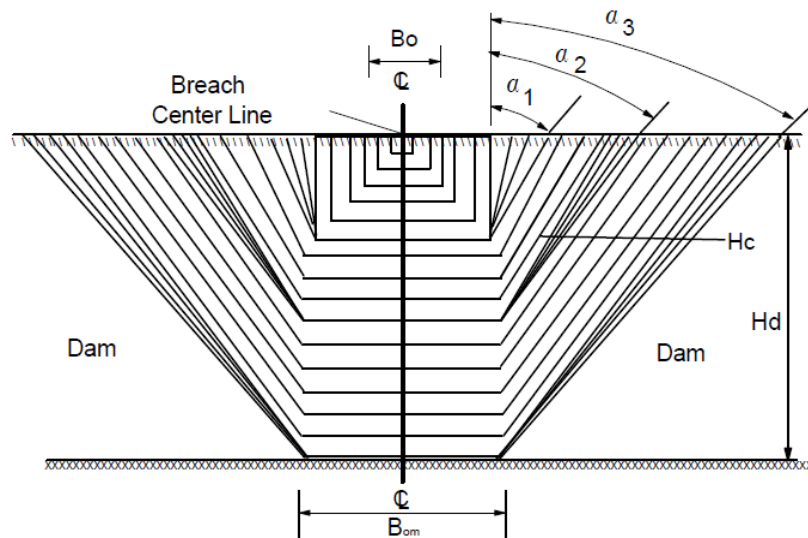
□ Από την ανάλυση αυτή, προκύπτει το υδρογράφημα για κάθε σενάριο αστοχίας.

Μελέτη αναμενόμενου πλημμυρικού κύματος (2)

□ Υδραυλικοί υπολογισμοί

- Οι υπολογισμοί απαιτούν κατανόηση της ομαλά και ταχέως μεταβαλλόμενης ροής (πολλές από τις συνήθεις παραδοχές μας ίσως δεν ισχύουν).
- Προσεκτική επιλογή των οριακών και αρχικών συνθηκών.
- Προσεκτική επιλογή παραμέτρων τραχύτητας (στις κλίμακες ροής ενός τέτοιου φαινομένου)
- Εφ' όσον επιχειρούμε να προσομοιώσουμε τη στερεοπαροχή, θα απαιτηθεί η εκτίμηση παραμέτρων (κυρίως κοκκομετρίας) των υλικών.
- Ανάλυση μονοδιάστατη (πχ FLDWAV, HECRAS μετά τη σχετική αξιολόγηση του NOAA).
- Ανάλυση διδιάστατη ή τριδιάστατη
 - Ανάλυση με χρονικά μεταβαλλόμενη γεωμετρία (μεταφορά υλικών)
- Από την ανάλυση αυτή, προκύπτουν χωρικά και χρονικά τα πλήρη χαρακτηριστικά της ροής (με ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς τις περιβάλλουσες των τιμών).
- Τα δεδομένα αυτά χρησιμεύουν στην αξιολόγηση του κινδύνου

Καθορισμός πλημμυρογράφηματος



- ▣ Παράδειγμα με βάση το BREACH
- ▣ Προσομοίωση της διατομής του φράγματος με τραπεζοειδή διατομή με μεταβαλλόμενες διαστάσεις
- ▣ Το μοντέλο έχει αναπτυχθεί με πολλές εργαστηριακές επαληθεύσεις και βαθμονόμηση από την κατάρρευση του Teton.
- ▣ Για την εφαρμογή του απαιτείται εκτίμηση μιας σειράς παραμέτρων

Μελέτη αναμενόμενου πλημμυρικού κύματος (3)

□ Αξιολόγηση κινδύνου

■ Οι επιπτώσεις αξιολογούνται:

□ Από το μέγεθος της ταχύτητας

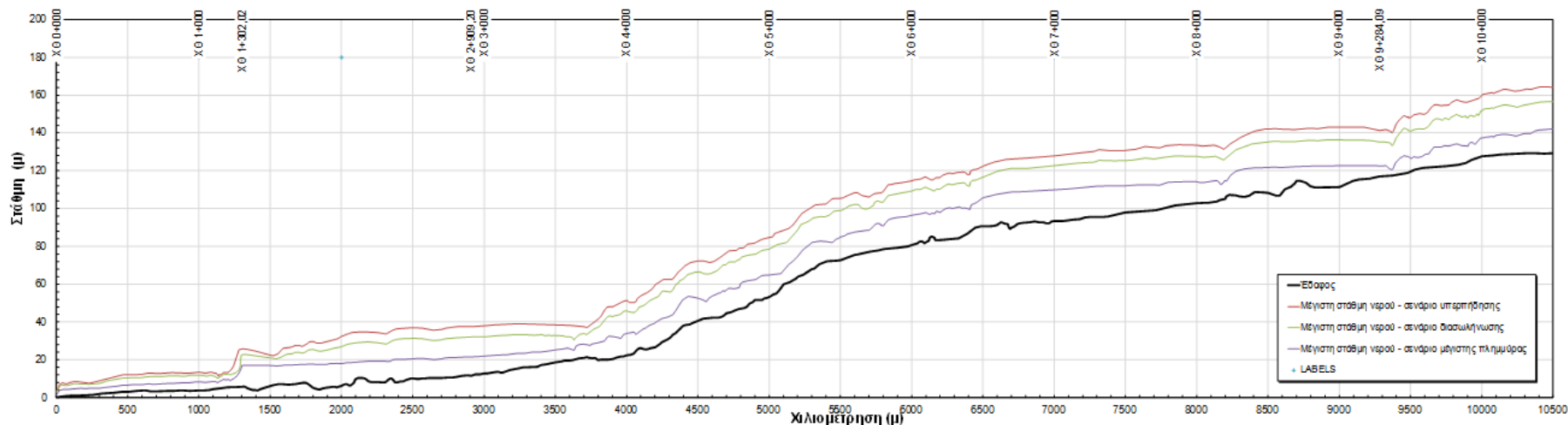
□ Από τα βάθη ροής

□ Από το χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ έναρξης και άφιξης του κύματος

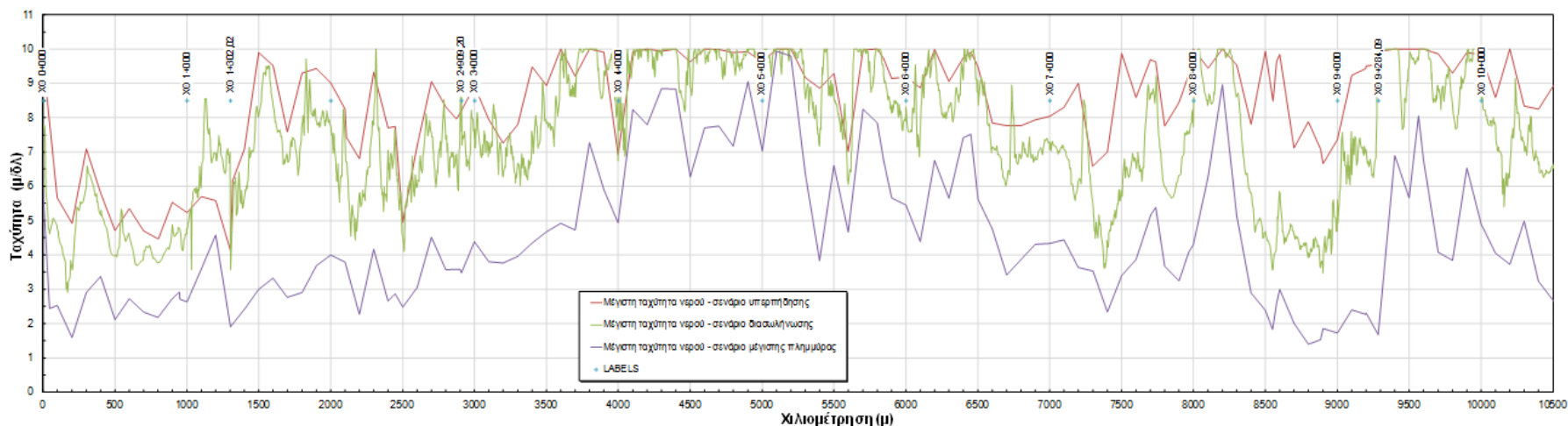
■ Ο συνδυασμός των μεγεθών αυτών χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του κινδύνου

□ Από την ανάλυση αυτή, προκύπτουν χωρικά και χρονικά τα πλήρη χαρακτηριστικά της ροής (με ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς τις περιβάλλουσες των τιμών)

Μέγιστες τιμές σε κάθε θέση

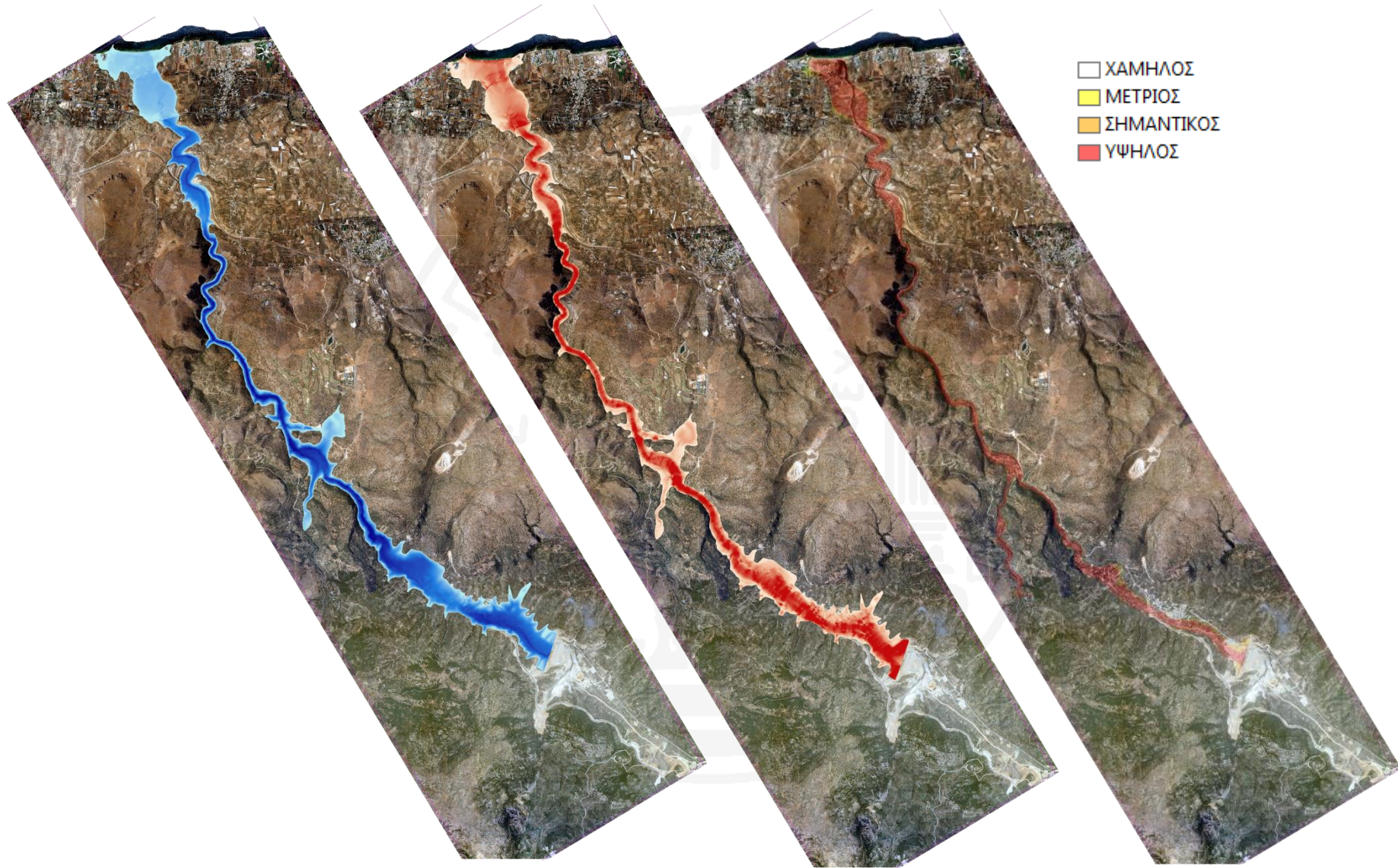


Σχήμα 5.1 Διάγραμμα μέγιστης στάθμης ροής στο ρ.Αποσελέμη για τα 3 Σενάρια Διόδευσης πλημμυρικού κύματος



▣ Παραδείγματα διαγραμμάτων περιβαλλουσών τιμών στάθμης/βάθους και ταχυτήτων

Χάρτες μέγιστων τιμών και κινδύνου



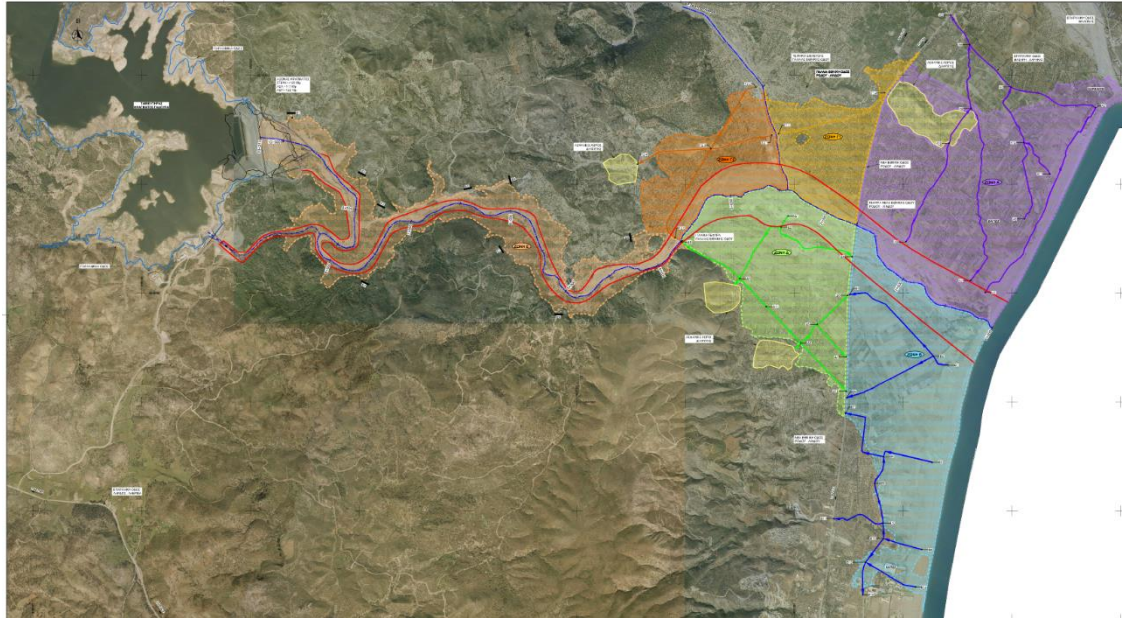
Παράδειγμα χωρικής και χρονικής μεταβολής ταχυτήτων

Χρονικό βήμα ημ_ωω:λλ:δλ	Χ.Θ.																							
	0+000	1+000	1+302	2+000	2+909	3+000	4+000	5+000	6+000	7+000	8+000	9+000	9+284	10+000	11+000	12+000	12+876	13+000	13+220	13+375	13+747	14+000	14+777	
00 00:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00 00:05:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
00 00:10:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
00 00:15:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
00 00:20:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52
00 00:25:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60
00 00:30:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68
00 00:35:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.77
00 00:40:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92
00 00:45:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	1.27
00 00:50:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	1.66
00 00:55:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	1.33	1.74
00 01:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.35	1.36	0.92	1.62	1.58
00 01:05:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.99	2.25	2.62	1.61	1.14	1.94	1.23	1.23
00 01:10:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.46	2.76	3.00	1.83	1.38	1.38	2.23	0.97
00 01:15:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	2.96	3.13	3.30	1.98	1.60	2.45	0.79	0.79
00 01:20:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	3.41	3.43	3.51	2.09	1.82	2.59	1.28	1.28
00 01:25:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96	1.29	3.43	3.41	3.30	1.88	1.30	2.01	1.33	1.33
00 01:30:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.06	2.18	1.23	2.74	2.95	3.03	1.80	1.36	2.32	0.56	0.56
00 01:35:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17	3.22	1.89	1.11	3.91	3.90	4.48	2.73	3.04	4.33	0.82	0.82
00 01:40:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.02	0.97	3.32	1.70	1.98	7.13	6.99	7.26	3.59	3.21	6.69	1.59	1.59
00 01:45:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.34	2.05	1.05	4.55	4.52	3.27	8.27	8.68	9.05	4.17	2.72	6.75	1.81	1.81
00 01:50:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.35	5.45	8.74	8.39	4.57	3.10	8.30	9.17	9.32	4.26	2.45	5.83	1.67	1.67
00 01:55:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.57	6.89	5.14	6.90	9.26	4.75	2.55	8.26	9.15	9.24	4.19	2.35	5.29	1.48	1.48
00 02:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.20	6.67	6.29	7.59	4.83	6.23	9.42	4.67	2.15	8.12	8.88	8.99	4.06	2.30	4.93	1.33	1.33
00 02:05:00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.11	7.41	6.44	8.75	7.77	6.87	7.53	4.95	6.72	9.43	4.51	1.89	7.93	8.47	8.63	3.86	2.28	4.69	1.20	1.20
00 02:10:00	0.00	0.00	0.00	7.42	5.70	6.60	6.62	9.28	8.18	7.04	6.94	4.84	6.37	9.38	4.34	1.58	7.69	7.99	8.20	3.63	2.30	4.52	1.06	1.06
00 02:15:00	0.00	3.88	2.73	7.09	5.39	6.58	6.41	9.37	8.31	7.04	6.48	4.56	5.57	9.29	4.12	1.28	7.36	7.49	7.47	3.36	2.34	4.40	0.90	0.90
00 02:20:00	7.54	4.54	3.26	6.91	4.86	6.27	6.28	9.40	8.29	6.95	6.16	4.19	4.79	9.06	3.83	0.95	6.95	6.91	6.54	3.05	2.45	4.21	0.72	0.72
00 02:25:00	8.40	4.59	3.48	6.94	4.59	5.91	6.25	9.36	8.17	6.77	5.89	3.79	4.02	8.72	3.53	0.76	6.35	6.20	5.60	2.67	2.34	3.83	0.56	0.56
00 02:30:00	8.72	4.61	3.56	6.87	4.41	5.61	6.28	9.29	7.95	6.53	5.64	3.53	3.66	8.21	3.15	0.85	5.56	5.36	4.70	2.31	2.24	3.25	0.60	0.60
00 02:35:00	8.81	4.58	3.54	6.70	4.25	5.40	6.34	9.15	7.69	6.21	5.42	3.29	3.76	7.66	2.77	0.89	4.41	4.35	3.85	2.06	1.76	2.23	1.26	1.26
00 02:40:00	8.75	4.46	3.45	6.44	4.11	5.19	6.44	8.86	7.33	5.79	5.07	2.97	3.73	7.15	2.42	0.69	3.17	3.21	2.95	1.62	0.73	1.23	0.11	0.11
00 02:45:00	8.59	4.27	3.30	6.10	3.99	4.95	6.56	8.57	6.96	5.38	4.65	2.45	3.22	6.35	2.05	0.75	1.87	2.14	2.03	1.13	0.39	0.84	0.03	0.03
00 02:50:00	8.35	4.02	3.11	5.73	3.86	4.72	6.52	8.02	6.55	4.98	4.23	1.94	2.37	5.53	1.64	0.84	1.25	1.49	1.48	0.85	0.24	0.59	0.01	0.01
00 02:55:00	8.04	3.75	2.89	5.28	3.72	4.53	6.18	7.96	6.07	4.60	3.75	1.33	1.73	4.56	1.24	0.67	0.97	1.14	1.17	0.65	0.05	0.44	0.01	0.01
00 03:00:00	7.70	3.46	2.67	4.84	3.53	4.32	5.61	7.60	5.60	4.16	3.40	1.23	1.29	3.65	1.06	0.49	0.78	0.95	0.99	0.50	0.00	0.36	0.01	0.01

Σχέδιο Αντιμετώπισης Εκτάκτων Καταστάσεων

- Το ΣΑΕΚ συγκεντρώνει πληροφορίες και δεδομένα σχετικά με:
 - Τις αναμενόμενες επιπτώσεις από περίπτωση θραύσης
 - Τα στοιχεία επαφής των αρμοδίων φορέων
 - Αναφορά σε σημαντικές υποδομές, τη θέση τους και τις αναμενόμενες επιπτώσεις.
 - Οδηγίες αξιολόγησης πληροφοριών και διαβάθμιση κινδύνου
 - Σχέδιο απόκρισης
- Οι αρμόδιοι φορείς μελετούν το ΣΑΕΚ και διανέμουν αντίγραφά του σε όσους πρέπει να έχουν γνώση, έτσι ώστε να ανταποκριθούν οργανωμένα στο απίθανο ενδεχόμενο καταστροφής του φράγματος.

Βασικά περιεχόμενα ΣΑΕΚ



- ❑ Καθορισμός ζωνών διαβαθμισμένου κινδύνου (χάρτες και κείμενα)
- ❑ Καθορισμός διαδρομών διαφυγής (χάρτες και κείμενα)
- ❑ Καθορισμός ασφαλών χώρων συγκέντρωσης (χάρτες και κείμενα)
- ❑ Σήμανση των τεχνικών έργων που επηρεάζονται (χάρτες και κείμενα)
- ❑ Καθορισμός επιπέδων συναγερμού (κείμενα)
- ❑ Διαδρομές επικοινωνιών μεταξύ αρμοδίων και προειδοποίησης του πληθυσμού (κείμενα)
- ❑ Στοιχεία προγράμματος έκτακτης και τακτικής επιθεώρησης

Ηλεκτρομηχανολογικά έργα φραγμάτων



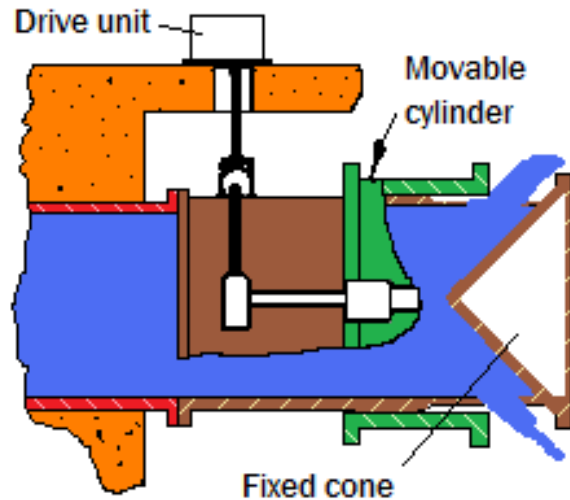
Βασικά στοιχεία ηλεκτρομηχανολογικών έργων

- ❑ Η λειτουργία των φραγμάτων απαιτεί κατά κανόνα το σχεδιασμό, κατασκευή και εγκατάσταση μιας σειράς σημαντικών ηλεκτρομηχανολογικών συσκευών
- ❑ Στην περίπτωση ΥΗΕ, οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις μπορεί να είναι εξαιρετικά σύνθετες και αφορούν ένα σημαντικό μέρος του κόστους κατασκευής και λειτουργίας.
- ❑ Εκτός ΥΗΕ, τα συνήθη ηλεκτρομηχανολογικά έργα στα φράγματα είναι:
 - Φωτισμός προσπελάσεων, εγκαταστάσεων, στέψης, σηράγγων
 - Ηλεκτροδότηση όλων των σημείων λειτουργίας κτιρίων και εγκαταστάσεων (ενδέχεται να περιλαμβάνονται συσκευές με ανάγκες βιομηχανικού ρεύματος)
 - Διατάξεις καταστροφής ενέργειας αγωγών
 - Δικλείδες και άλλες συσκευές ελέγχου ροής
 - Θυροφράγματα
 - Τηλεπικοινωνίες (φωνή και δεδομένα)

Διατάξεις καταστροφής ενέργειας αγωγών

- ❑ Πρόκειται για ειδικές δικλείδες που χρησιμοποιούνται ως τερματικές συσκευές και έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν υπό μεγάλα φορτία και να καταστρέφουν περίσσεια ενέργειας.
- ❑ Ο μηχανισμός του έγκειται σε κάποια διάταξη εντός του σώματος της δικλείδας, η ροή δια μέσω της οποίας έχει πολύ μεγάλες τοπικές απώλειες.
- ❑ Ο έλεγχος της λειτουργίας της γίνεται από συνδυασμό ηλεκτρικών ή μηχανικών διατάξεων ανοίγματος και κλεισίματος.
- ❑ Τέτοιες διατάξεις τοποθετούνται στο πέρας εκκενωτών ή οποιωνδήποτε αγωγών εκροής

Δικλείδες καταστροφής ενέργειας

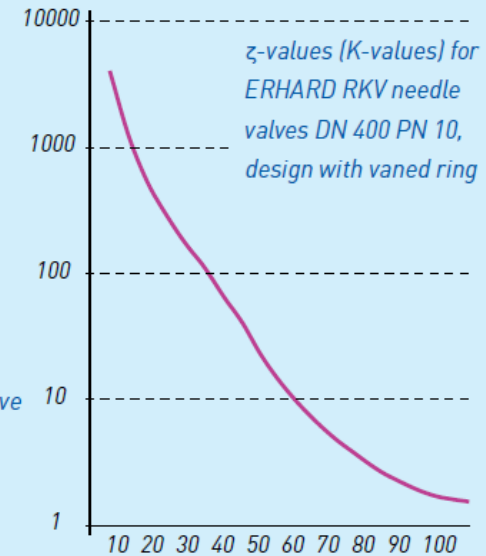


$$K_v \text{ value: } K_v = 0,0396 \cdot \frac{DN^2}{\sqrt{z}}$$

K_v flow rate [m³/h]
 DN Nominal size [mm]
 z Pressure loss coefficient taken from table below

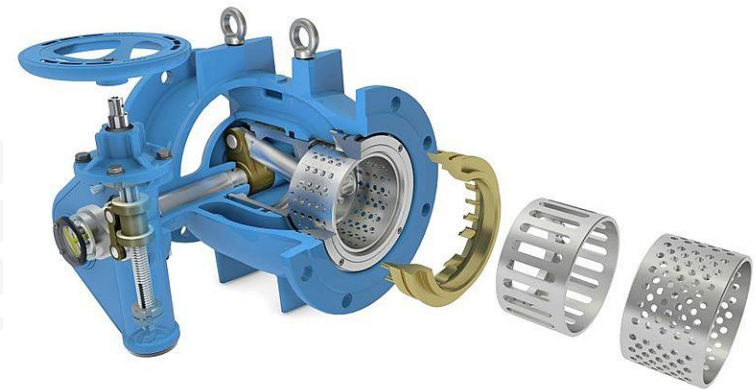
$$\text{Pressure loss: } \Delta p = \frac{z \cdot v^2}{2 \cdot g}$$

Δp Pressure loss [Pa]-10⁵ Pa = 1 bar
 z Pressure loss coefficient of the valve [taken from diagram]
 v Flow velocity relative to DN [m/s]
 g 9,81 m/s²



□ Τύποι δικλείδων

- Needle valves
- Hollow jet valves
- Plunger valves
- Howell-Bunger valves
- Obturateurs







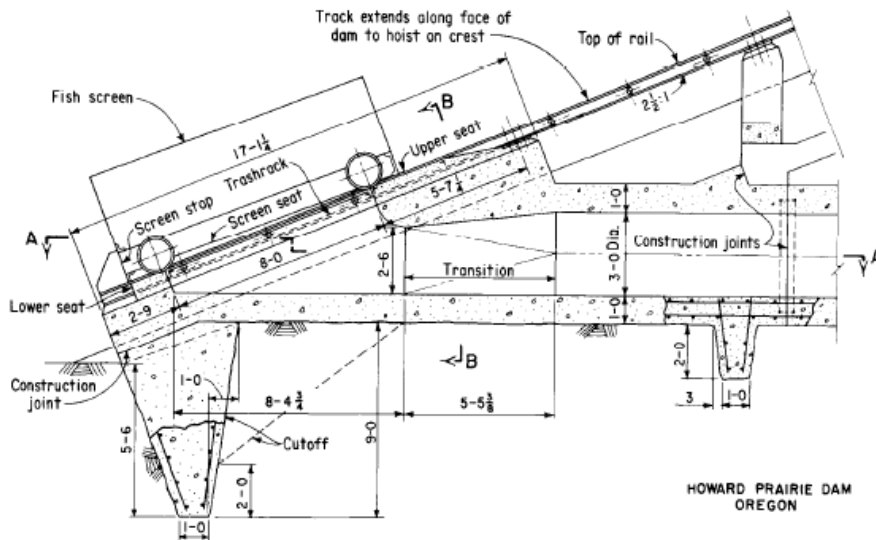
Φράγμα Γαδουρά



- ❑ Φράγμα Γαδουρά Ρόδου
- ❑ Συσκευές εκκένωσης
 - Υδροληψίας (Howell Bunger)
 - Εκκενωτή (Howell Bunger)
 - Βοηθητική (needle valve)

Θυροφράγματα

- Χρησιμοποιούνται συνήθως
 - Για τον έλεγχο της υδροληψίας
 - Για την αύξηση της αποθηκευτικότητας, με τοποθέτησή τους στον υπερχειλιστή
- Κύριοι τύποι
 - Επίπεδα
 - Κατακόρυφα
 - Κεκλιμμένα
 - Τοξωτά



HOWARD PRAIRIE DAM
OREGON

