

# ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΓΩΝ & ΕΡΓΟΤΑΞΙΩΝ

Φράγματα & κατασκευαστικές μέθοδοι

Υπεύθυνος διδασκαλίας: **Αθανάσιος Χασιακός**

Επιμέλεια παρουσίασης: **Παναγιώτης Φαρμάκης**



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ & ΣΤΟΧΟΙ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Παρουσίαση:

- Μεθόδων τύπων και μεθόδων κατασκευής φραγμάτων

## ΣΤΟΧΟΣ

- Η ικανότητα διάκρισης των διαφόρων τύπων φραγμάτων, των στοιχείων από τα οποία αποτελούνται καθώς και των μεθόδων που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή τους.

# Φράγματα (γενικά)

- ▶ Φράγμα είναι το τεχνικό έργο που κατασκευάζεται εγκάρσια στη κοιτή ενός φυσικού υδάτινου ρέματος με στόχο την έμφραξη της ροής και τη δημιουργία τεχνητής λίμνης αποσκοπώντας στην αποθήκευση του νερού για την κάλυψη αναγκών:
  - ▶ Παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
  - ▶ Άρδευσης καλλιεργειών
  - ▶ Ύδρευσης πόλεων & βιομηχανικών περιοχών
  - ▶ Ανάσχεση της πλημμυρικής παροχής ποταμών
  - ▶ Διαμόρφωσης πλωτών διωρύγων, κλπ
- ▶ Έργα μεγάλης σπουδαιότητας, η απόφαση υλοποίησης τους λαμβάνεται σε εθνικό ή διακρατικό επίπεδο (συνεργασία γειτονικών χωρών).
- ▶ Η ιδιαιτερότητα στην κατασκευή τους απαιτεί τη σύμπραξη μηχανικών διαφόρων ειδικοτήτων μεγάλης εμπειρίας & εμπειρογνομώνων πανεπιστημιακών ιδρυμάτων.

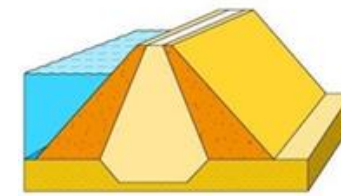
# Τύποι φραγμάτων

## ► Εύκαμπτα φράγματα – γεωφράγματα (embankment dams)

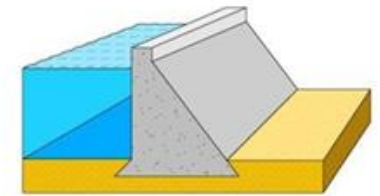
- Χωμάτινα (earth-filled dams) ομογενή ή με πυρήνα
- Λιθόρριπτα (rock-filled dams) με πυρήνα
- Λιθόρριπτα με ανάντη πλάκα σκυροδέματος – ΛΑΠΣ (concrete faced)
- Χωμάτινα ή λιθόρριπτα με ανάντη ασφαλική μεμβράνη, κλπ

## ► Άκαμπτα φράγματα (rigid dams)

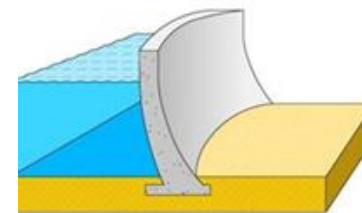
- Βαρύτητας σκυροδέματος (Gravity dams)
- Βαρύτητας κυλινδρούμενου σκυροδέματος (Rolled Compacted Concrete dams)
- Αξονοσυμμετρικά κυλινδρούμενου σκληρού επιχώματος- ΑΚΣΕ (hard-filled dams)
- Τοξωτά (Arch dams)
- Αντηριδωτά (Buttress dams), κλπ



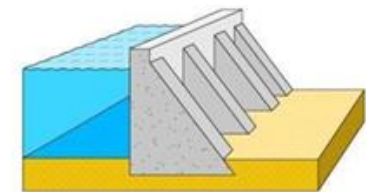
Χωμάτινο φράγμα



Φράγμα βαρύτητας



Τοξωτό φράγμα



Αντηριδωτό φράγμα

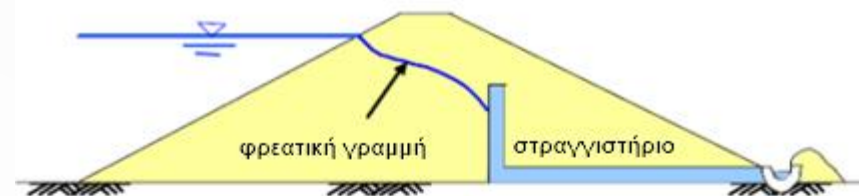
Η επιλογή τύπου φράγματος επηρεάζεται κατά περίπτωση από τις επικρατούσες συνθήκες (τοπογραφικές, γεωλογικές, υδραυλικές, υδρολογικές, περιβαλλοντικές κλπ)

Κοιλάδες με μεγάλα πλάτη και μαλακά εδάφη ευνοούν γεωφράγματα. Στενές & πολύ στενές κοιλάδες (τύπου V) με ανθεκτικά πετρώματα ευνοούν βαρυτικά & τοξωτά φράγματα αντίστοιχα.

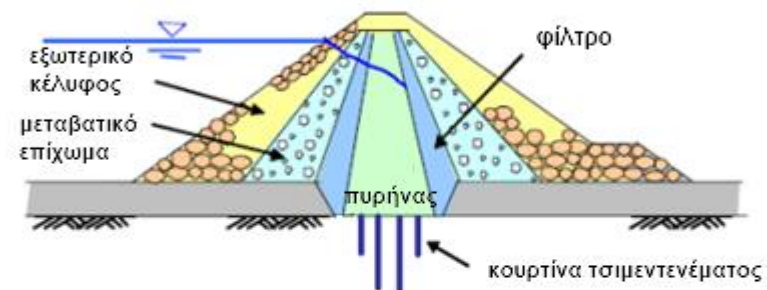
# Γεωφράγματα

- Είναι τραπεζοειδούς διατομής
- Αποτελούνται από υδατοπερατό κυρίως σώμα (χώμα ή λιθορριπή), και από ένα κεντρικό αδιαπέρατο πυρήνα (κεντρικά) ή από ένα αδιαπέρατο στρώμα (σκυρόδεμα ή ασφαλτική μεμβράνη) στην ανάντη πλευρά.
- Πλεονεκτούν καθώς συμπεριφέρονται ιξωδο-πλαστικά και ως εκ τούτου μπορούν να ακολουθήσουν σημαντικές παραμορφώσεις του πυθμένα θεμελίωσης χωρίς να ρηγματώνεται το κυρίως σώμα του φράγματος
- Μειονεκτούν στο γεγονός ότι είναι υπερπηδητά
- Απαιτούν προστασία έναντι ολισθήσεων πρανών, καθιζήσεων εδάφους, κυματισμού νερών, διέλευσης οχημάτων.

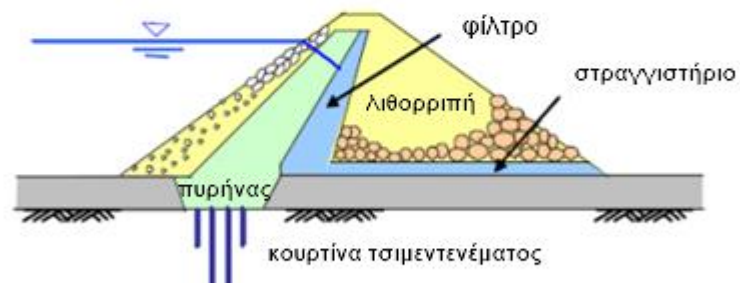
## I. Ομογενές χωμάτινο



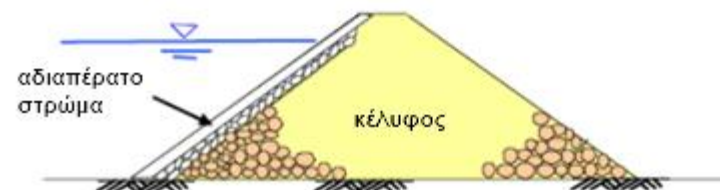
## II. Λιθόρριπτο με κεντρικό πυρήνα



## III. Λιθόρριπτο με επικλινή πυρήνα



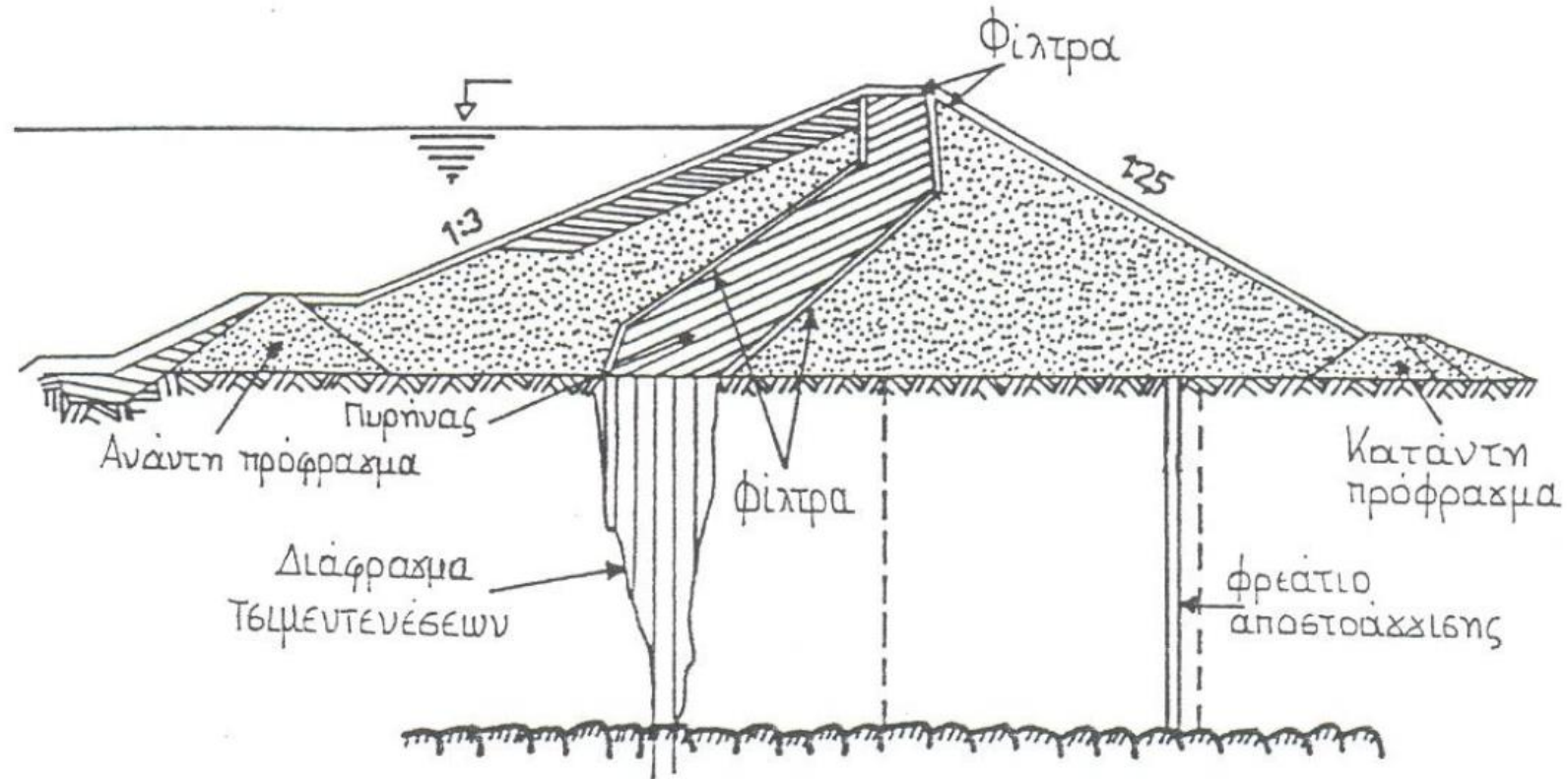
## IV. Λιθόρριπτο με αδιαπέρατο στρώμα στην ανάντη πλευρά



# Εύκαμπτα (χωμάτινα φράγματα)

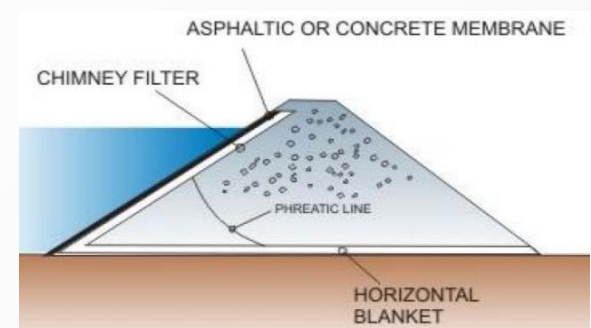
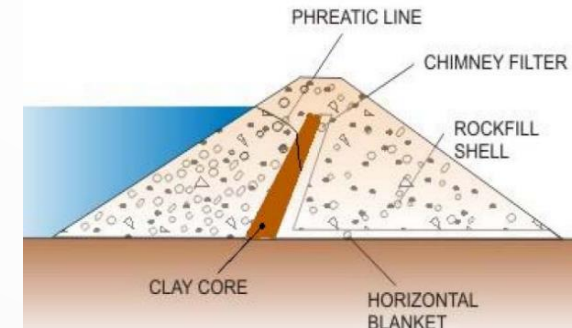
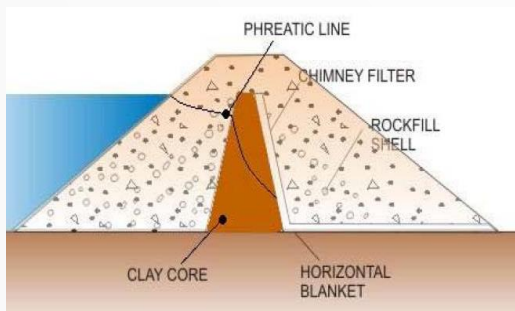
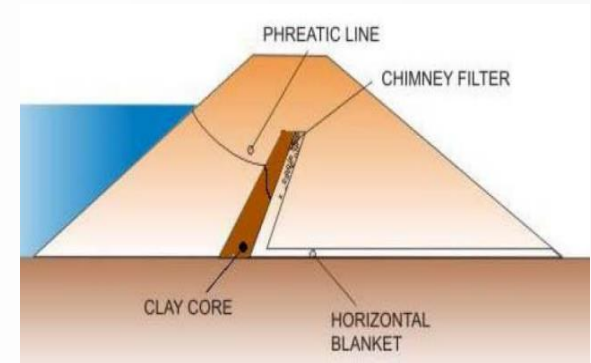
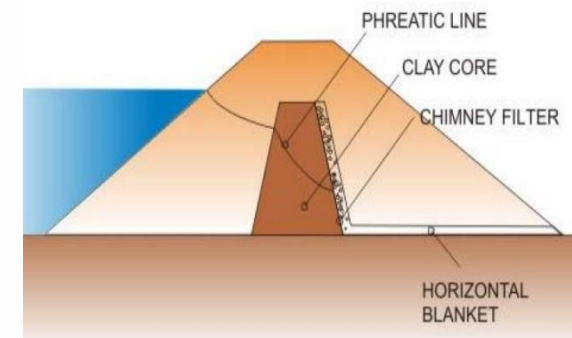
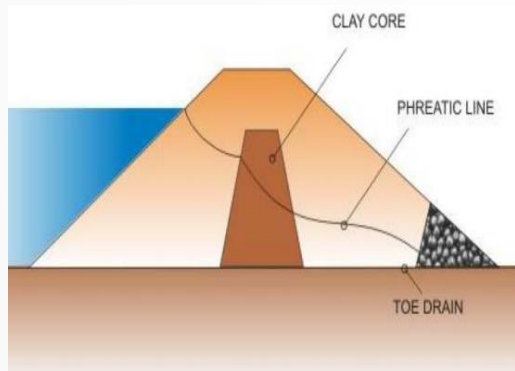
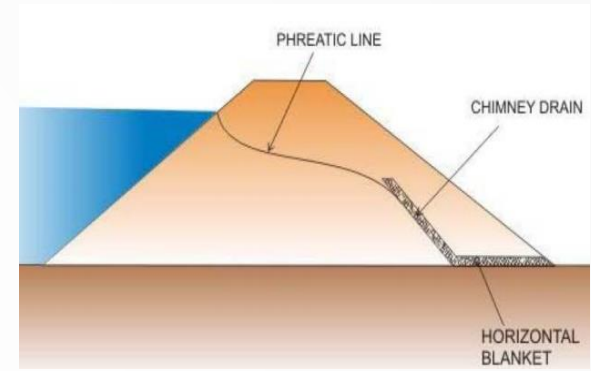
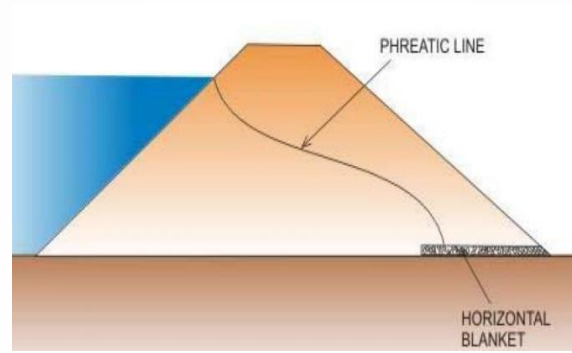
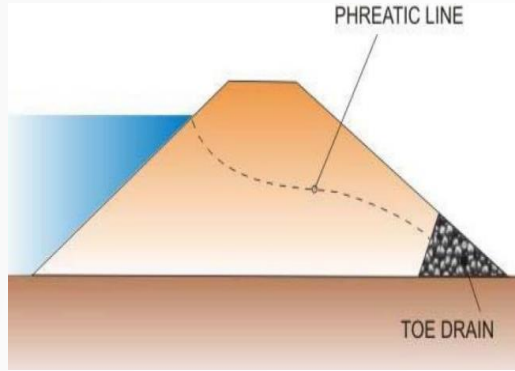
## Τμήματα χωμάτινων φραγμάτων

- ▶ Στέψη φράγματος
- ▶ Πυρήνας φράγματος
- ▶ Διάφραγμα
- ▶ Φίλτρα στραγγιστηρίου
- ▶ Φρεάτιο αποστράγγισης
- ▶ Ανάντη πρόφραγμα
- ▶ Κατόντη πρόφραγμα





# Τύποι γεωφραγμάτων



# Φράγμα Ιλαριώνα (Κοζάνη)





# Γεωφράγματα ανά τον κόσμο



**Nurek dam  
(Tajikistan)**



**Tarbela dam (Pakistan)**



**Mica dam  
(Canada)**



# Λιθόρριπτα φράγματα ανά τον κόσμο



**San Roque Dam (Philippines)**

**Gathright Dam  
(U.S.A.)**



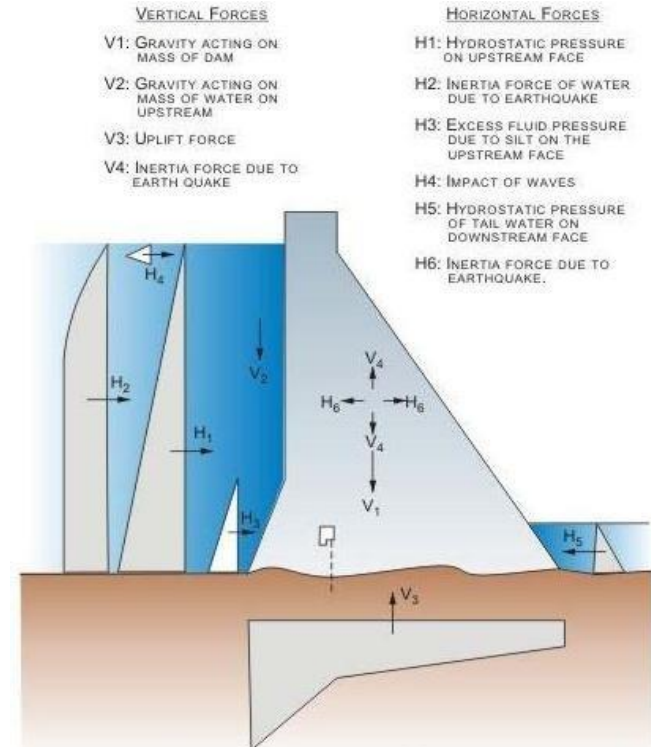
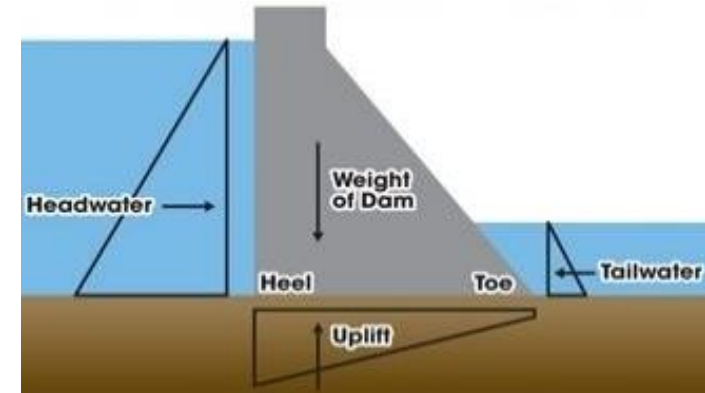
**Ataturk dam  
(Turkey)**

# Φράγματα βαρύτητας

- ▶ Αντιμετωπίζουν τις φορτίσεις που δέχονται λόγω ιδίου βάρους (αντίσταση σε ολίσθηση & ανατροπή)
- ▶ Αναπτύσσουν τριβές στο σώμα και τη θεμελίωση
- ▶ Αναπτύσσουν ροπές σταθεροποίησης
- ▶ Θεμελιώνονται πάντα σε βραχώδες πέτρωμα
- ▶ Ελάχιστο πλάτος στέψης 4,00 μ για τη διαμόρφωση οδού προσπέλασης μεταξύ των αντερεισμάτων

## ▶ Ασκούμενες δυνάμεις

- Ίδιο βάρος
- Άνωση (λόγω της πίεσης του νερού των πόρων)
- V & Hz υδροστατικές πιέσεις ανάντη & κατόντη
- V & Hz ωθήσεις από επιχώσεις & των φερτά υλικά ανάντη & κατόντη
- Σεισμικές φορτίσεις, Κυματισμοί
- Φορτίσεις από θερμοκρασιακές μεταβολές, παραμορφώσεις εδάφους κλπ



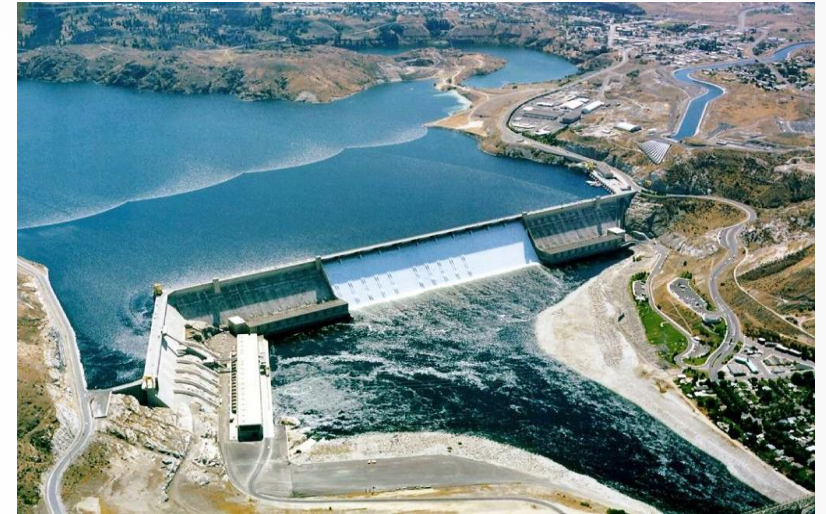


# Φράγματα βαρύτητας ανά τον κόσμο



**Three Gorges Dam (China)**

**Grand Coulee Dam  
(U.S.A.)**

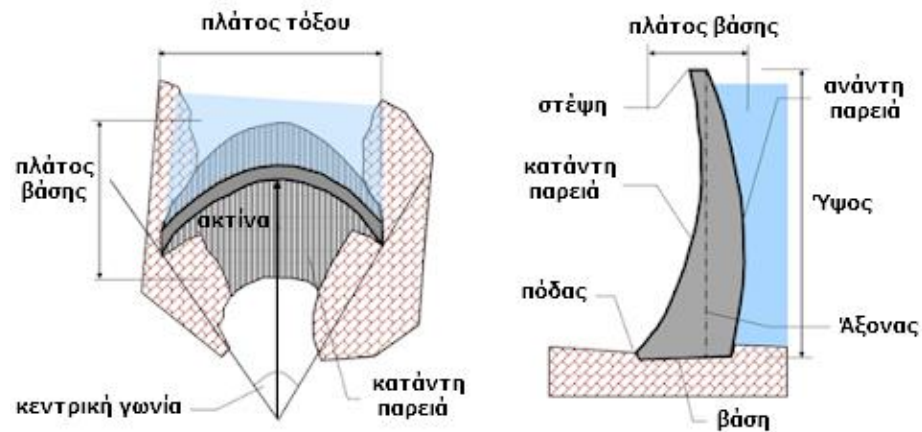
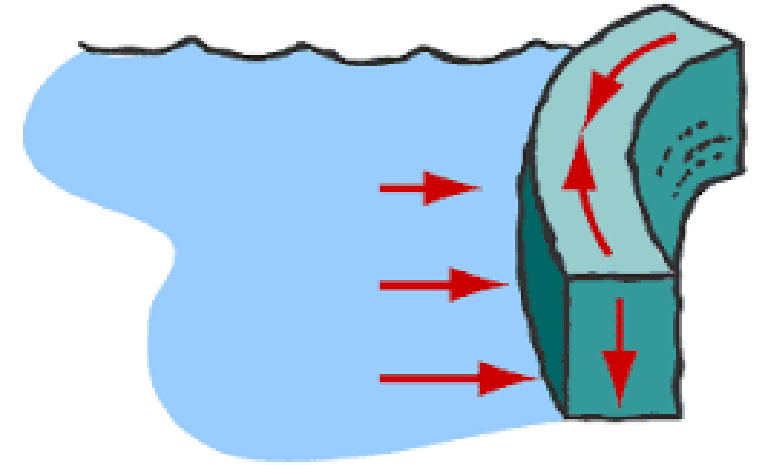


**Grande Dixence Dam  
(Switzerland)**



# Τοξωτά φράγματα

- ▶ Φράγμα τα με καμπύλο άξονα που μεταφέρουν τις φορτίσεις που δέχονται στα αντερείσματα και στη θεμελίωση ως τόξο και πρόβολος αντίστοιχα:
- ▶ Το ίδιο βάρος δεν συνεισφέρει ουσιαστικά στη ανάληψη φορτίων συνεπώς δε απαιτούνται μεγάλες διατομές (οικονομία υλικού)



- ▶ Ενδείκνυνται για κοιλάδες τύπου V με απότομα πρανή (μεγάλος λόγος ύψους προς πλάτος) και συμπαγή βραχώδη πετρώματα.

# Τοξωτά φράγματα ανά τον κόσμο



**Hoover Dam (U.S.A)**



**Contra Dam (Switzerland)**

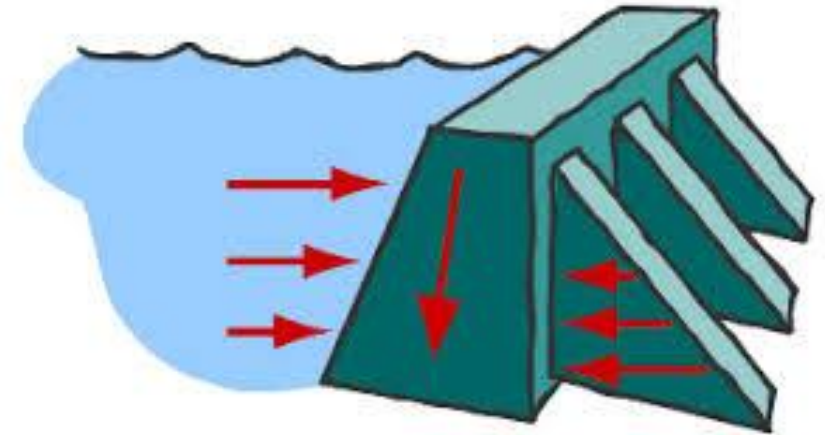


**Flaming Gorge Dam (U.S.A.)**



# Αντηριδωτά Φράγματα

- ▶ Παρόμοια συμπεριφορά με τα φράγματα βαρύτητας (αντίσταση σε ολίσθηση & ανατροπή).
- ▶ Τα φορτία μεταφέρονται μέσω των αντηρίδων η διατομή των οποίων μεταβάλλεται καθ' ύψος.
- ▶ Μεταξύ των αντηρίδων παρεμβάλλονται επίπεδες ή καμπύλες πλάκες
- ▶ Πλεονεκτούν έναντι των φραγμάτων βαρύτητας σε οικονομία υλικού & μειωμένη άνωση



# Αντηριδωτά φράγματα ανά τον κόσμο



**Roselend Dam (France)**

**Daniel-Johnson Dam  
(Canada)**



**Sefid Rud Dam (Iran)**





# Τα φράγματα στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα λειτουργούν 135 μεγάλα φράγματα (με ύψος μεγαλύτερο από 15m)

Περισσότερες πληροφορίες στο λεύκωμα που εξέδωσε η Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων

[http://www.eeft.gr/Fragmata\\_Elladas\\_201311.pdf](http://www.eeft.gr/Fragmata_Elladas_201311.pdf)

Περιλαμβάνει αναλυτικό κατάλογο των φραγμάτων, τη θέση τους στο χάρτη καθώς και εκτενή παρουσίαση των σημαντικότερων εξ αυτών



# Συνοδὰ έργα φραγμάτων

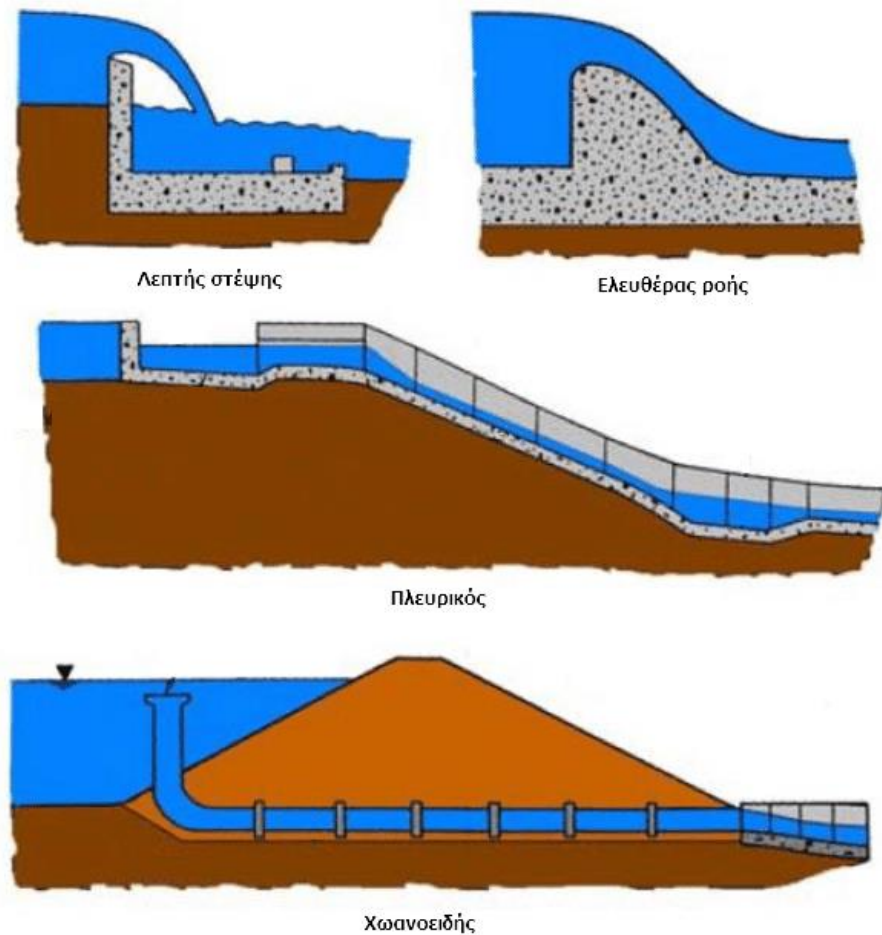
- ▶ Ανάντη Πρόφραγμα
- ▶ Κατάντη Πρόφραγμα
- ▶ Σήραγγα Εκτροπής
- ▶ Υπερχειλιστής
- ▶ Λεκάνη Ηρεμίας
- ▶ Εκκενωτής πυθμένα
- ▶ Σήραγγα Αποστράγγισης
- ▶ Αγωγός προσαγωγής (Υδροηλεκτρικά έργα)
- ▶ Σήραγγα φυγής (Υδροηλεκτρικά έργα)

# Υπερχειλιστής

Κατασκευή για την ελεγχόμενη απελευθέρωση ροών από τα φράγματα διασφαλίζοντας ότι το νερό δεν θα υπερχειλίσει και δεν θα προκαλέσει ζημιά ή δεν θα καταστρέψει το φράγμα.

Τύποι υπερχειριστών:

- ▶ Ελευθέρως πτώσεως
- ▶ Πλευρικός
- ▶ Χωανοειδής
- ▶ Σιφωνοειδής κλπ



# ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΕΣ





# Έργα εκτροπής

- ▶ Αποσκοπούν στη δημιουργία ασφαλών συνθηκών εργασίας καθ' όλη τη διάρκεια κατασκευής ενός φράγματος
- ▶ Τα συνήθη φράγματα περιλαμβάνουν πρόφραγμα και αγωγό εκτροπής (σήραγγα ή οχετός ή τάφρος ή διώρυγα κλπ)
- ▶ Συχνά τα έργα εκτροπής συνδυάζονται με μόνιμα λειτουργικά στοιχεία του φράγματος (εκκενωτή ή υδροληψία)



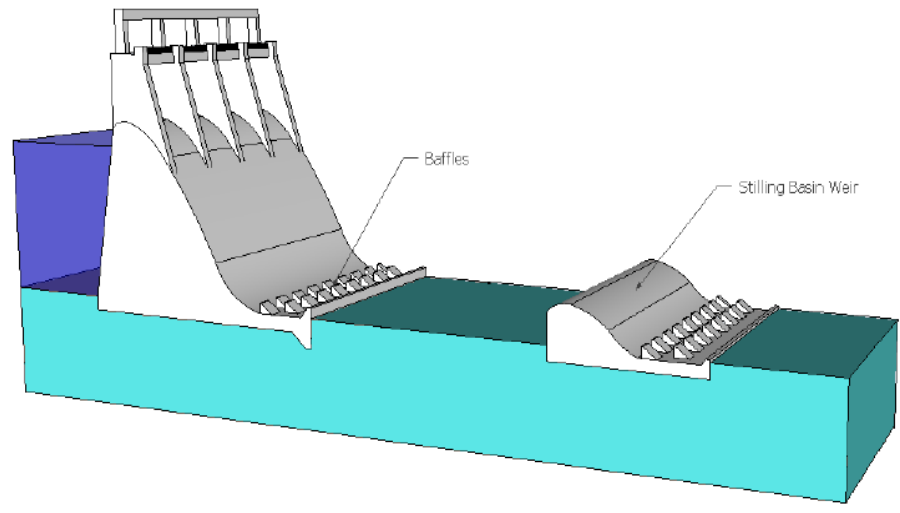
Σήραγγα εκτροπής



Εκκενωτής πυθμένα

# Λεκάνη ηρεμίας

Αποσκοπεί στην ανάσχεση  
της ορμής του νερού



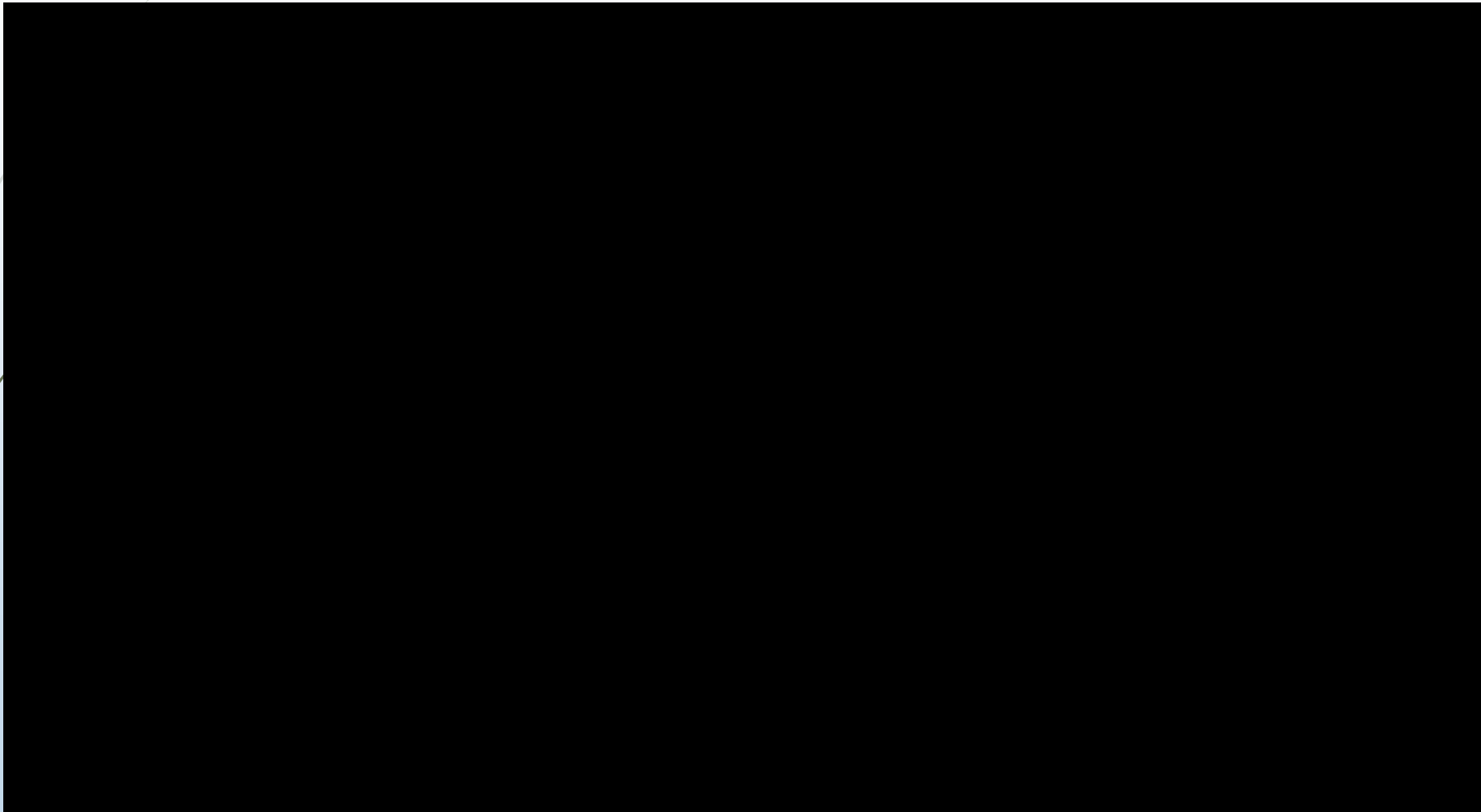


# Κατασκευή φραγμάτων





# Κατασκευή φράγματος Calaveras (USA)





# Κατασκευή φράγματος Cotter (Australia)

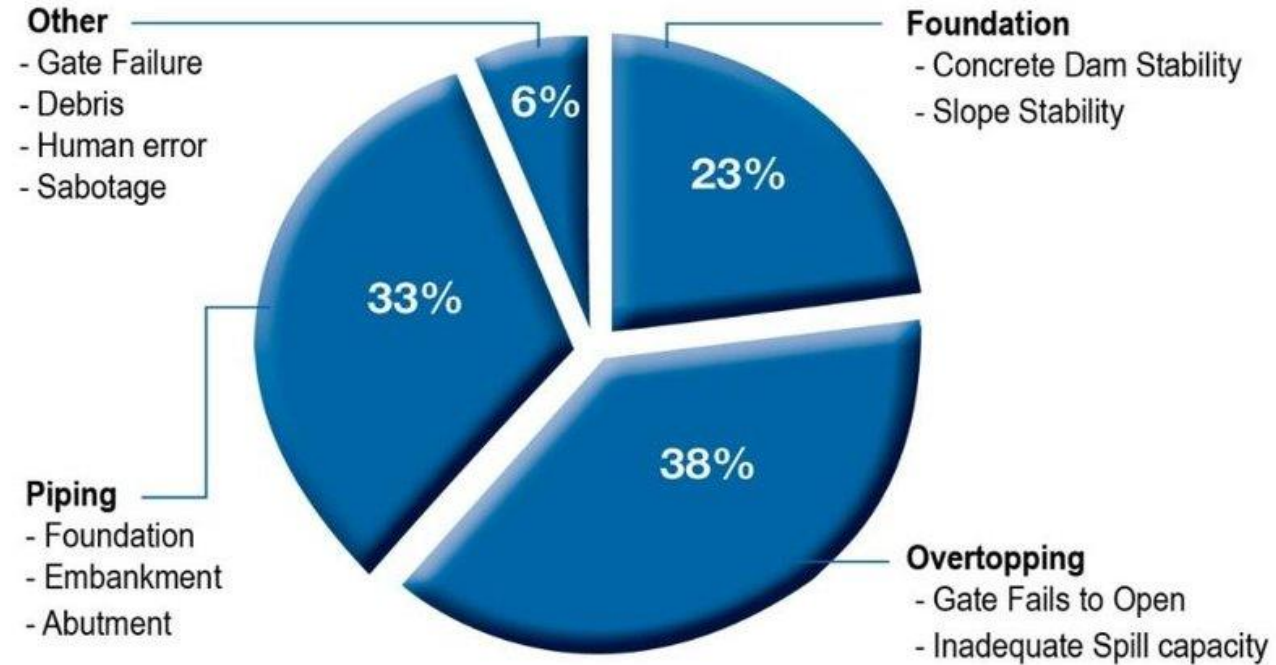


# Αστοχία φραγμάτων



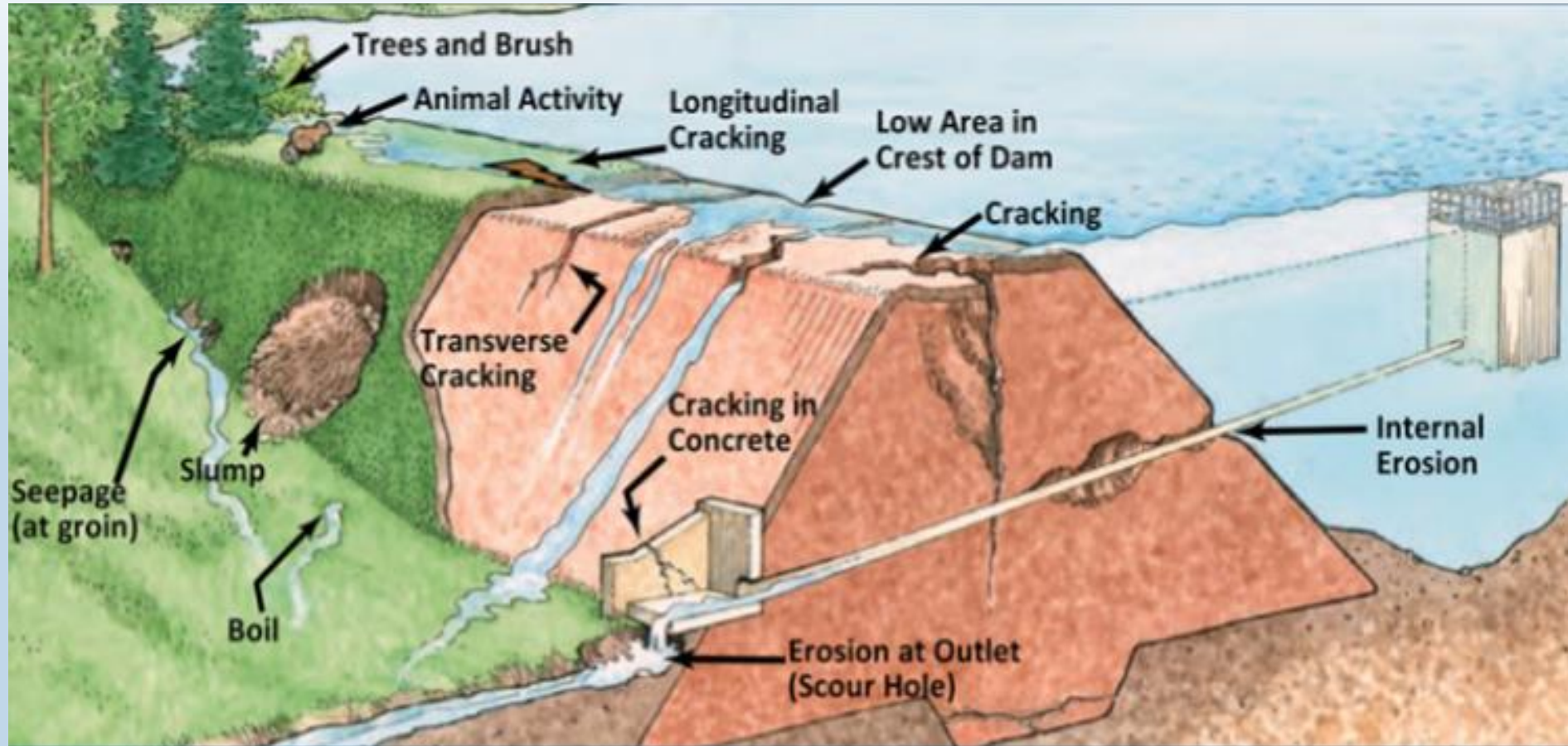


# Λόγοι αστοχίας φραγμάτων



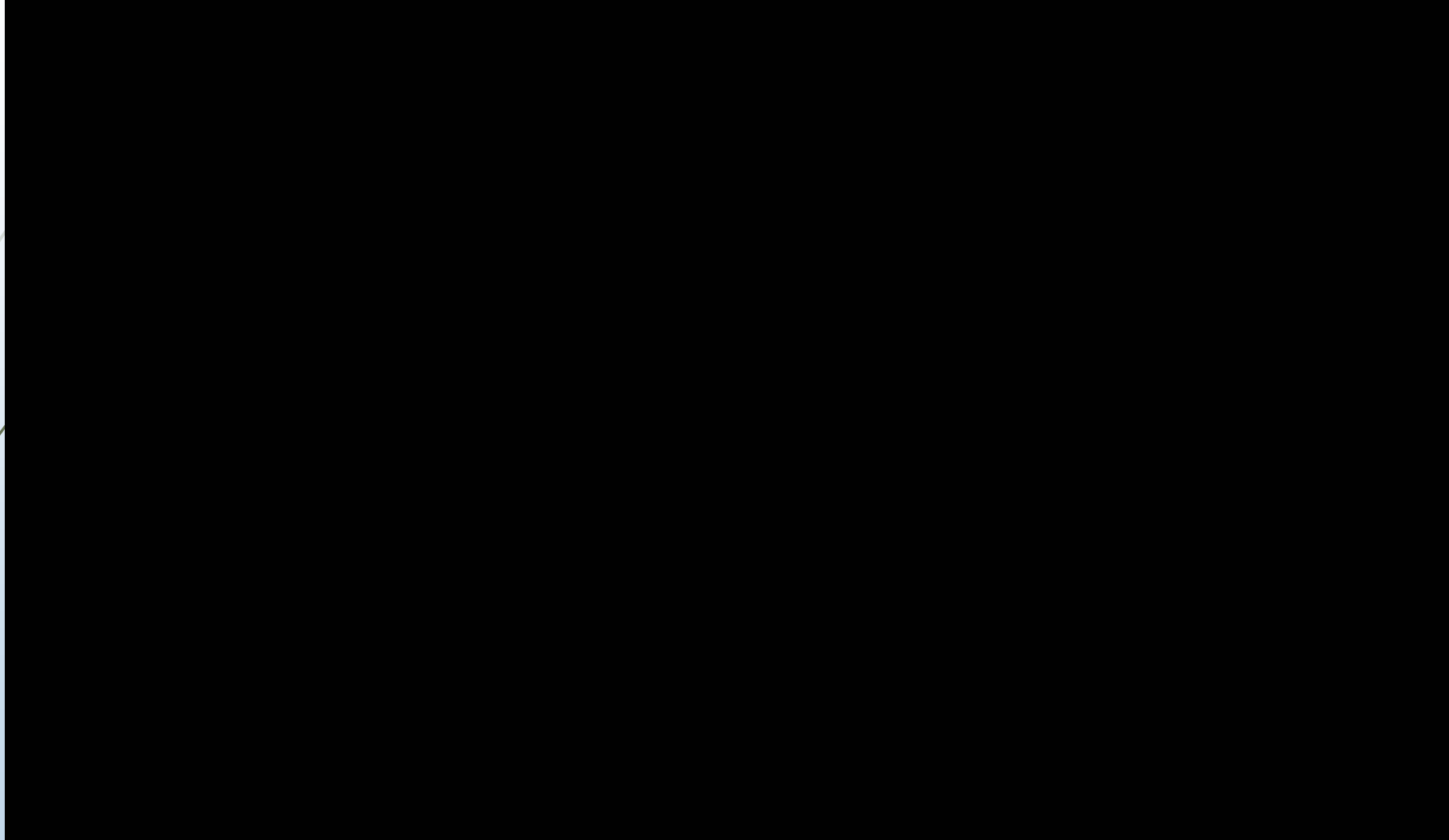


# Λόγοι αστοχίας φραγμάτων



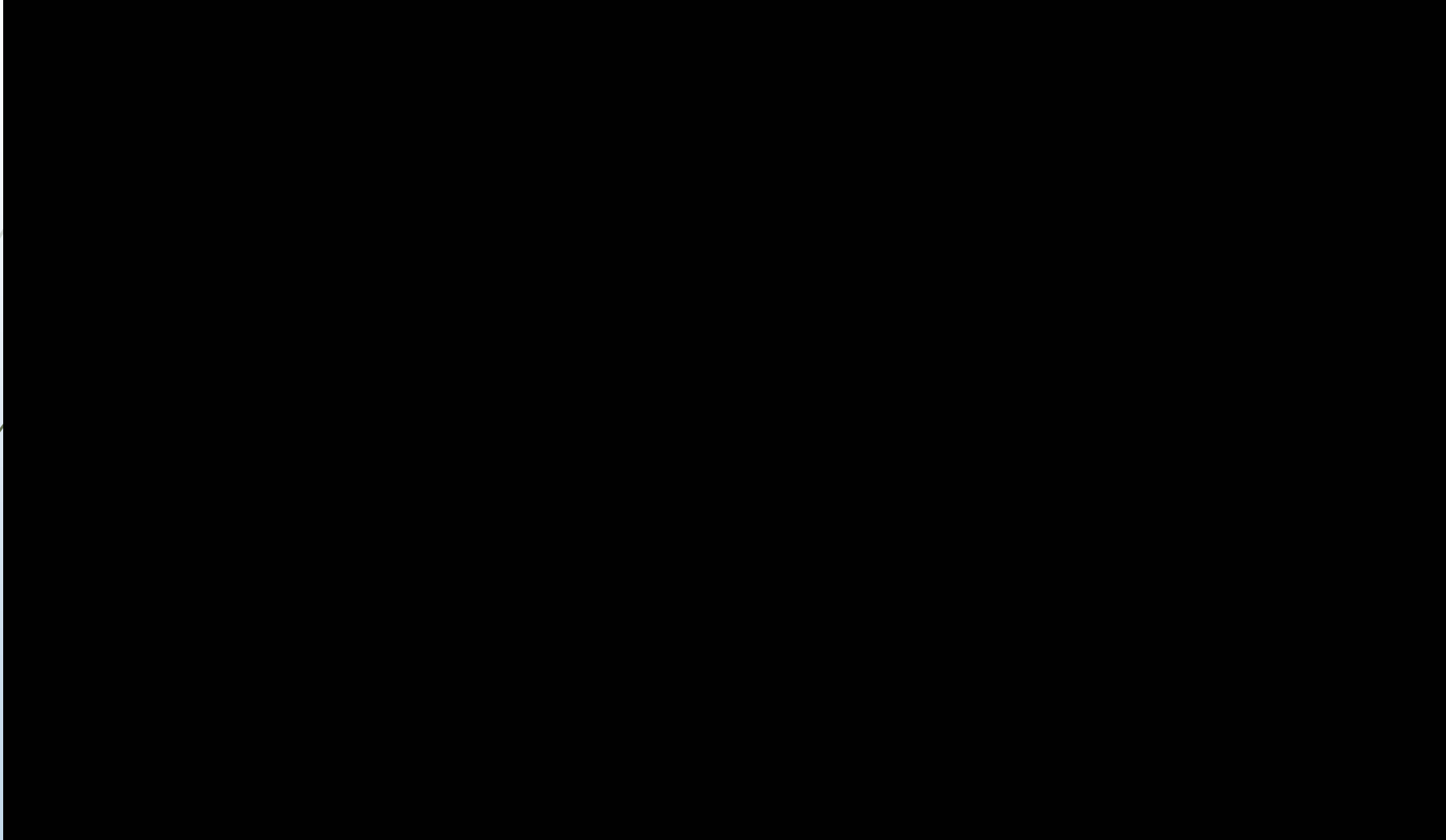


# Slide Failure at Dam





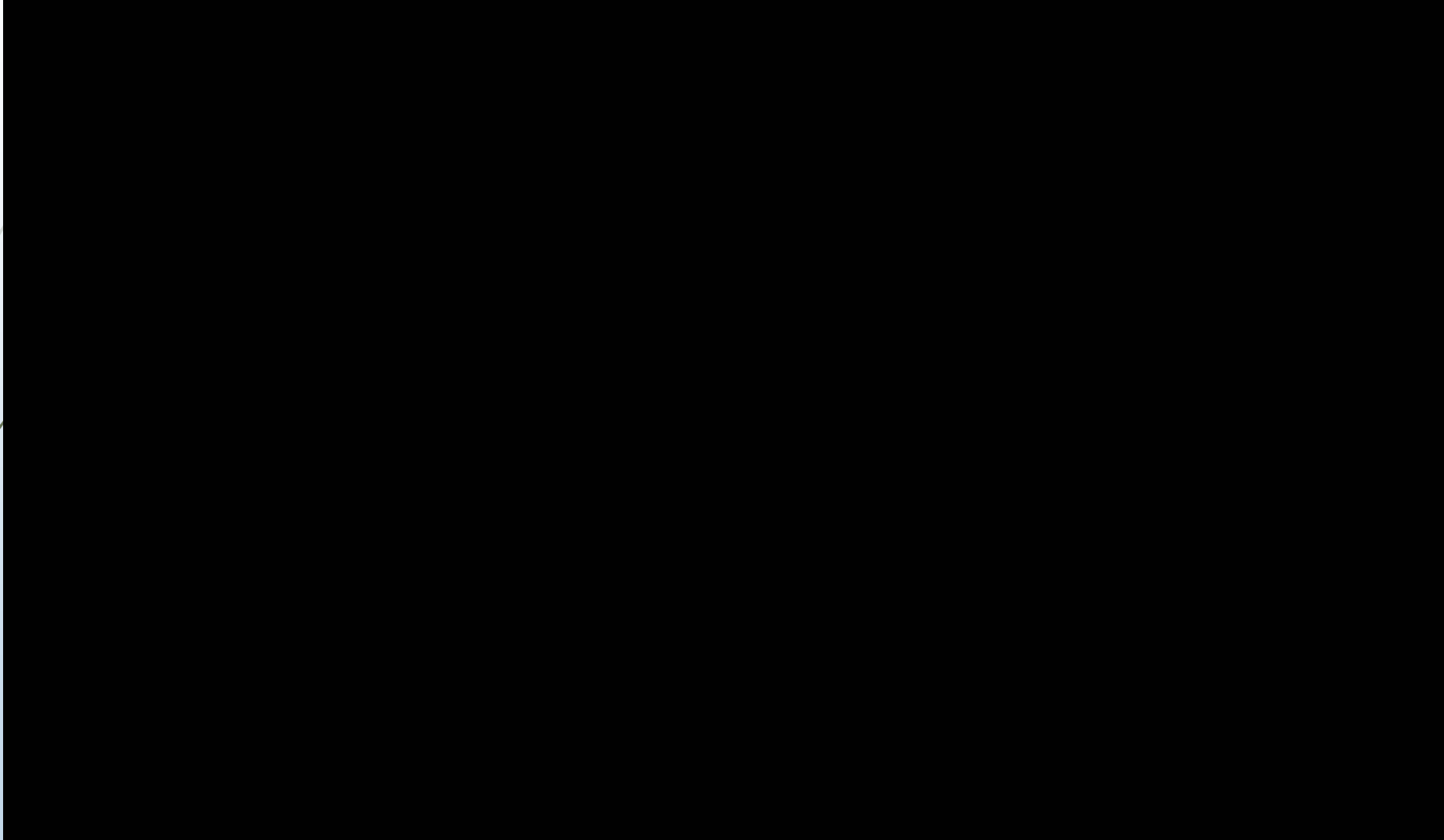
# Overtopping at Dam

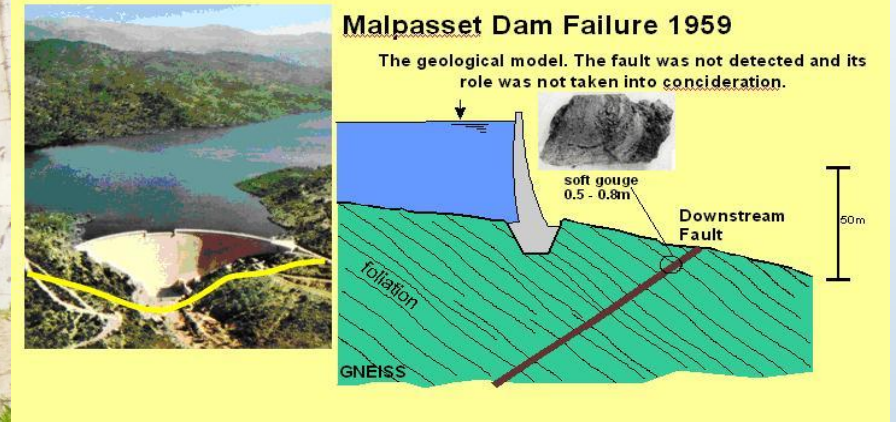
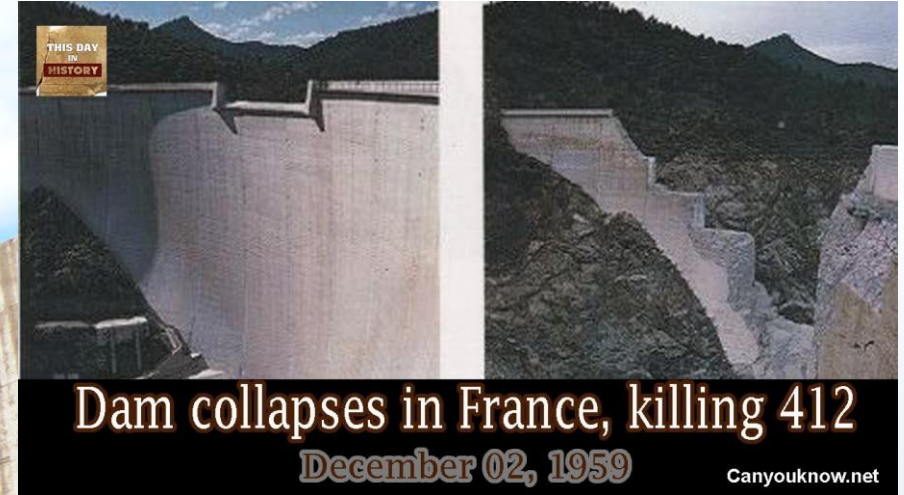






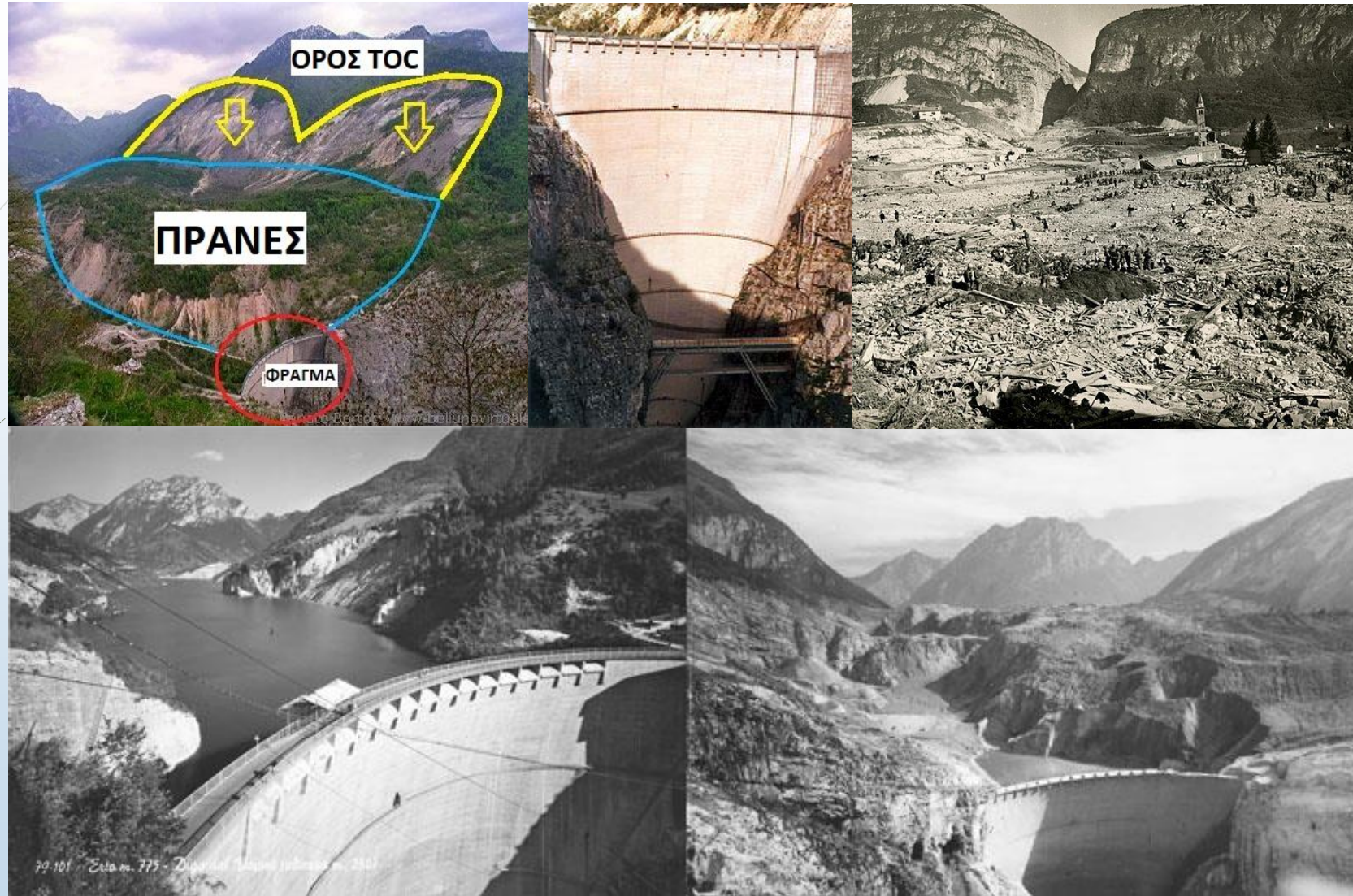
# Piping at Dam





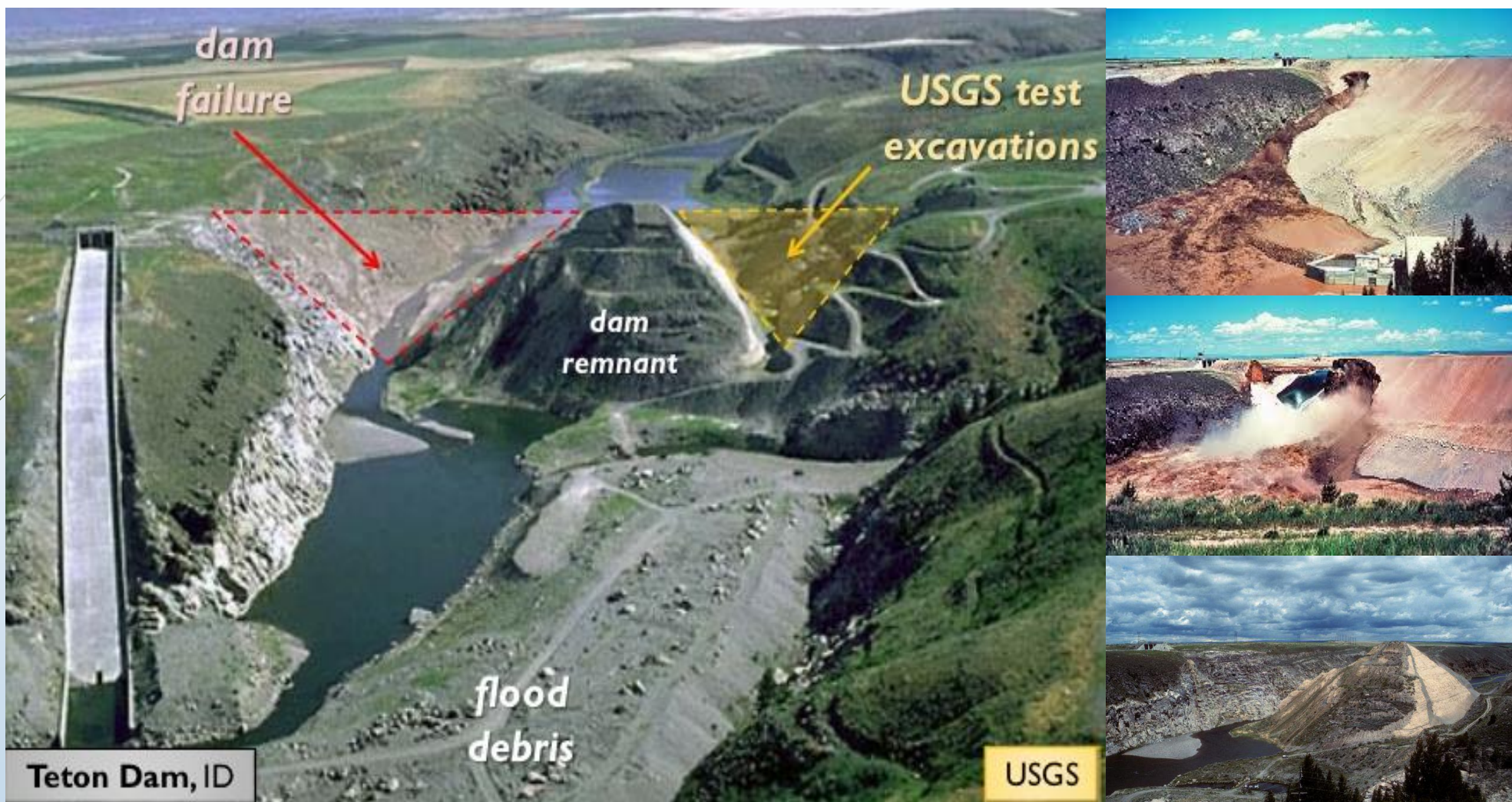
## Αστοχία φράγματος Malpasset - France (1959)





Αστοχία φράγματος Vajont – Italy (1963)





Αστοχία φράγματος Teton – USA (1976)



Τύποι φραγμάτων & η λειτουργία τους:

<https://www.youtube.com/watch?v=mfAbfjDp8rA>

Τα 10 μεγαλύτερα φράγματα στον κόσμο:

<https://www.youtube.com/watch?v=pzof8Xd3Ygw>

Κατασκευή Hoover dam:

<https://www.youtube.com/watch?v=EHEEhSQ-5Vw>

Οι μεγαλύτερες αστοχίες φραγμάτων:

<https://www.youtube.com/watch?v=6yfn1DcXvKI>

& <https://www.youtube.com/watch?v=k53Q147Y3x0>

Αστοχία φράγματος Vajont:

<https://www.youtube.com/watch?v=lkGnnc8Ezlk>



Τέλος παρουσίασης