



UNIVERSITY OF
PATRAS
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Σημειώσεις διαλέξεων «Εφαρμοσμένη Υδραυλική»

Διάλεξη 10
10/01/2023

Λευθεριώτης Γεώργιος
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Πανεπιστήμιο Πατρών

Εκχειλιστές / Υπερχειλιστές Φραγμάτων

- Οι εκχειλιστές/υπερχειλιστές είναι υδραυλικές εγκαταστάσεις οι οποίες μπορεί να είναι πολύ απλές (εκχειλιστές λεπτής στέψης) ή πολύπλοκες (υπερχειλιστές φραγμάτων).
- Οι όροι εκχειλιστής και υπερχειλιστής συχνά θεωρούνται συνώνυμοι. Για την καλύτερη κατανόηση:
 - ✓ Ο όρος **εκχειλιστής** θα χρησιμοποιείται για τις ελαφριές κατασκευές που έχουν ως σκοπό τη μέτρηση της παροχής.
 - ✓ Ο όρος **υπερχειλιστής** θα χρησιμοποιείται όταν αναφερόμαστε σε κάποιο στοιχείο φράγματος το οποίο έχει ως σκοπό την ασφαλή διοχέτευση της πλημμυρικής παροχής.
- Οι εκχειλιστές βασίζονται στην κατασκευή ενός εμποδίου και τη δημιουργία συνθηκών κρίσιμης ροής σε μία διατομή.

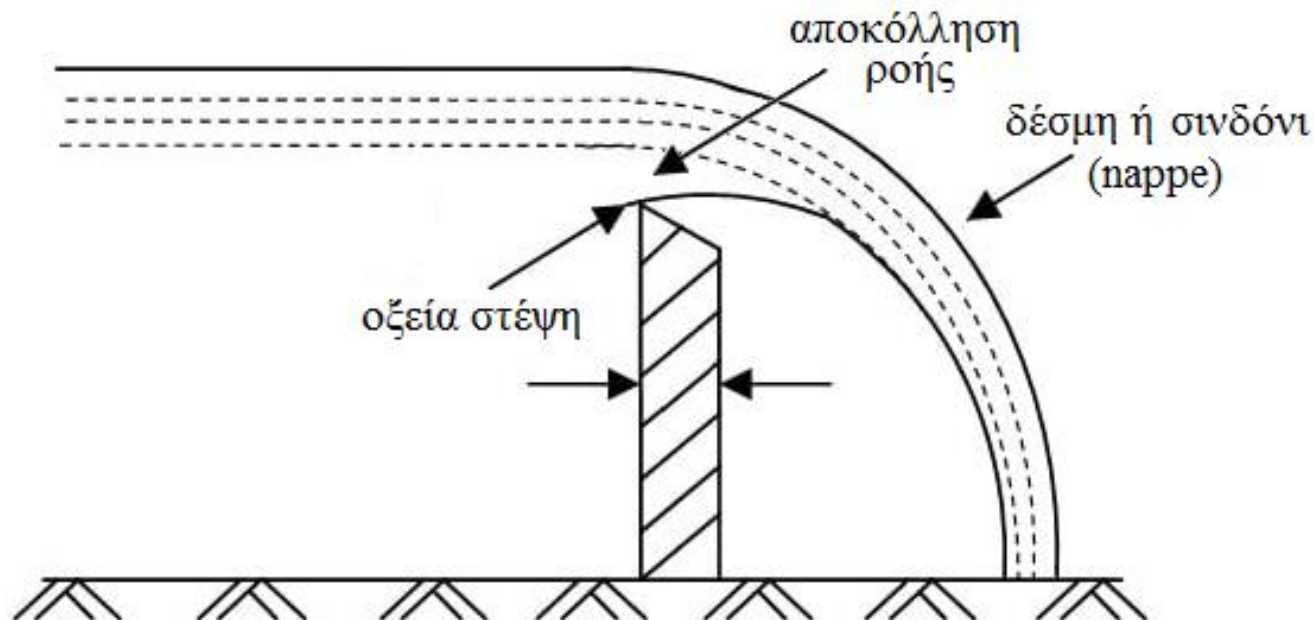
Εκχειλιστές / Υπερχειλιστές Φραγμάτων

- Οι εκχειλιστές ταξινομούνται σε:
 - ✓ Εκχειλιστές **λεπτής** στέψης
 - ✓ Εκχειλιστές **ευρείας ή πλατειάς** στέψης



Εκχειλιστές λεπτής στέψης

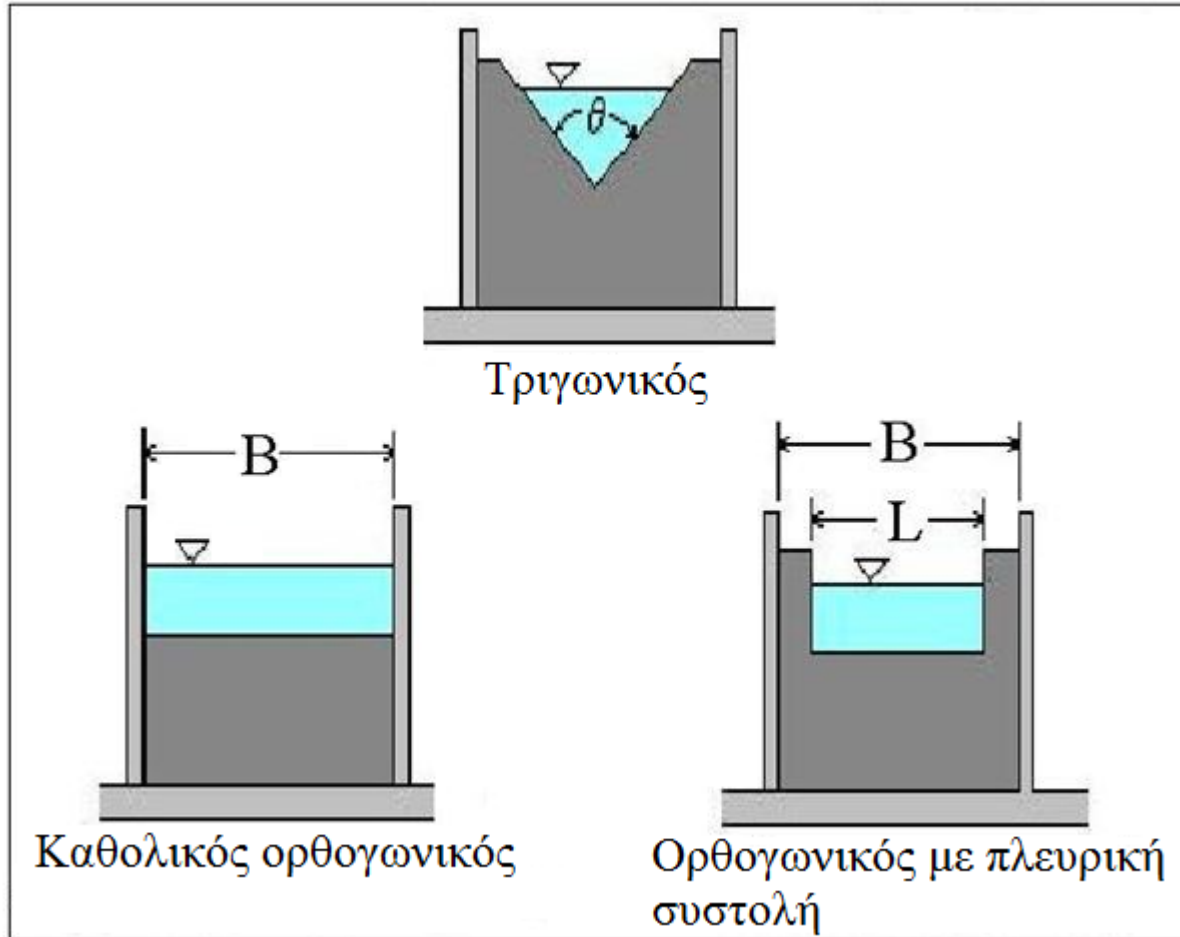
- Οι εκχειλιστές λεπτής στέψης αποτελούνται από μία πλάκα τοποθετημένη κάθετα στη ροή και τη δημιουργία συνθηκών κρίσιμης ροής σε μία διατομή.
- Στο άνω άκρο της πλάκας κατασκευάζεται μία οξεία γωνία και έτσι προκαλείται αποκόλληση ροής.



Ροή σε ανοικτούς αγωγούς

5/21

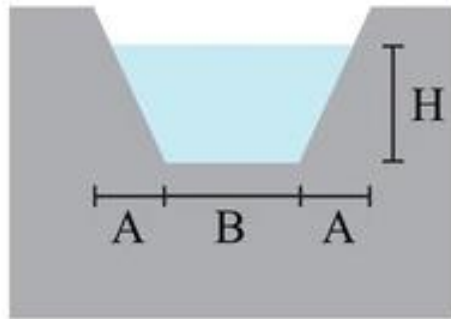
Εκχειλιστές λεπτής στέψης



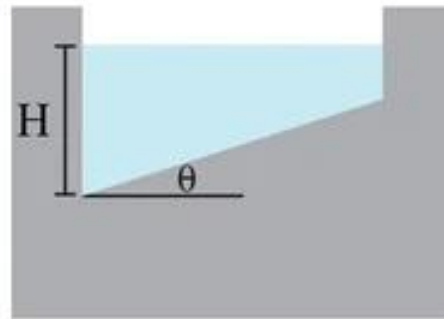
Ροή σε ανοικτούς αγωγούς

6/21

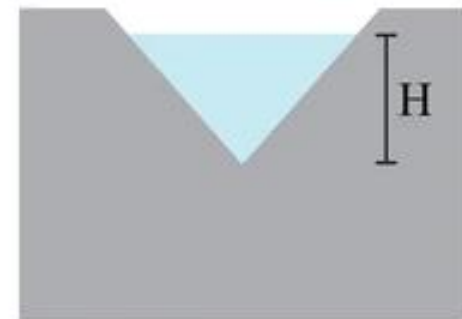
Εκχειλιστές λεπτής στέψης



Trapezoidal



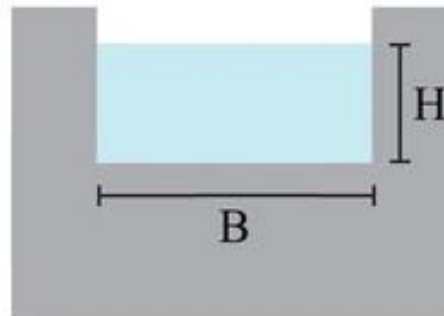
Inclined Crest



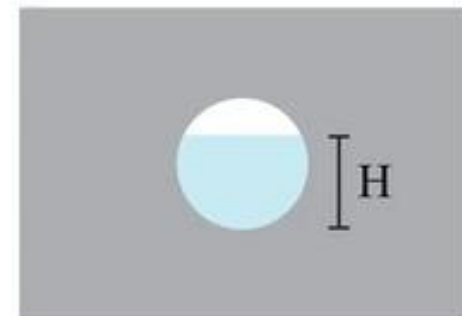
Triangular



Parabolic



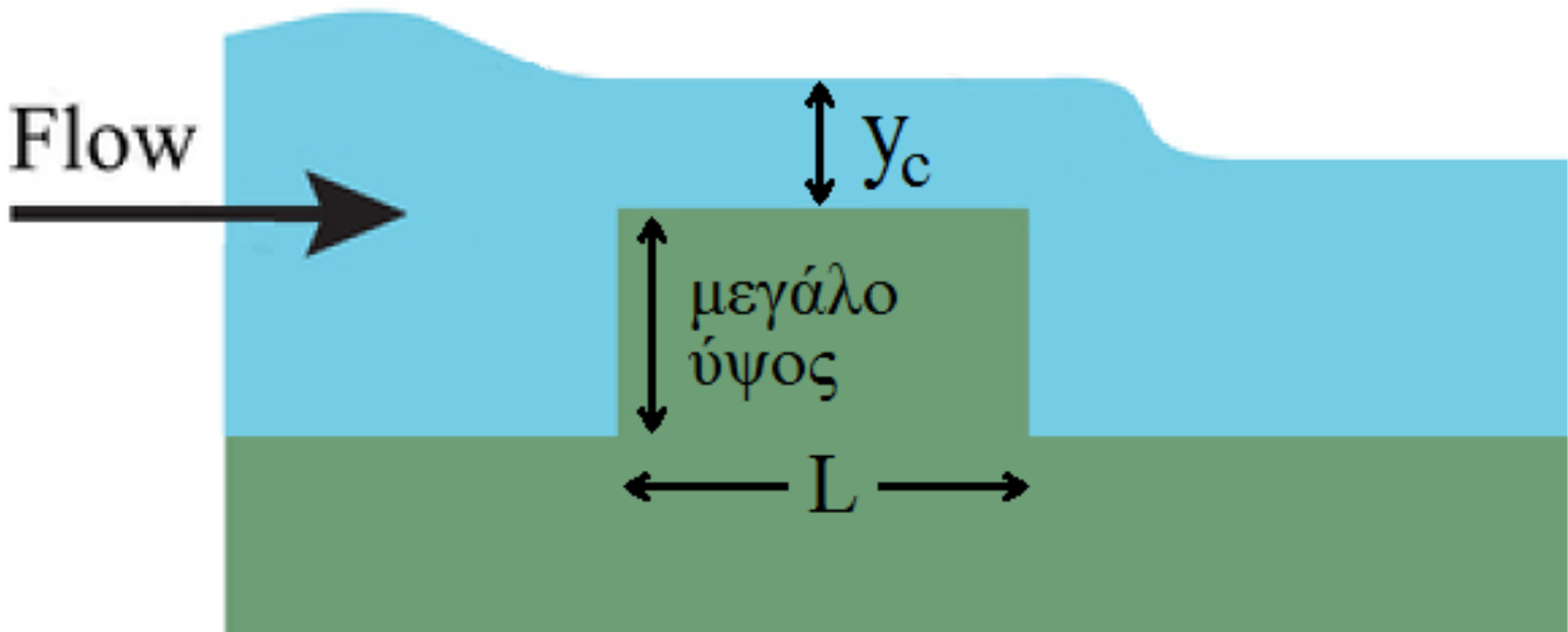
Rectangular



Circular

Εκχειλιστές ευρείας στέψης

- Οι εκχειλιστές ευρείας στέψης είναι εμπόδια στη ροή με αρκετά μεγάλο ύψος, έτσι ώστε η ροή στη στέψη τους να είναι κρίσιμη.
- Όταν ο εκχειλιστής έχει επαρκές μήκος L , τότε οι γραμμές ροής στη στέψη είναι παράλληλες και το βάθος ροής στη διατομή είναι κρίσιμο (y_c).



Υπερχειλιστές Φραγμάτων

- Κατά το σχεδιασμό ενός φράγματος προβλέπονται υδραυλικές κατασκευές για την ασφαλή διοχέτευση του νερού, όταν η στάθμη ανυψώνεται επικίνδυνα πάνω από κάποιο αποδεκτό όριο.
- Οι κατασκευές αυτές ονομάζονται **υπερχειλιστές** και αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά τμήματα ενός φράγματος.

Φράγμα Τεχνητής Λίμνης Κούρη

<https://el.wikipedia.org/>



Υπερχειλιστές Φραγμάτων

- Στόχος των υπερχειλιστών των φραγμάτων είναι η ακίνδυνη διοχέτευση του νερού σε περίπτωση πλημμυρικών φαινομένων ή γενικότερα όταν υπάρχει πλεονάζον νερό στον ταμιευτήρα.
- Επίσης η ύπαρξη των υπερχειλιστών εξασφαλίζει μία μέγιστη επιτρεπτή στάθμη στον ταμιευτήρα έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ύδρευση των οικισμών και η και άρδευση των καλλιεργειών.
- Οι υπερχειλιστές φραγμάτων χαρακτηρίζονται ως
 - ✓ **Ελεύθεροι**
 - ✓ **Ελεγχόμενοι.**
- Στους **ελεύθερους** υπερχειλιστές φραγμάτων, η εκροή του πλεονάζοντος νερού επιτυγχάνεται με απλή υπέρβαση της στέψης του υπερχειλιστή (**Υπερχείλιση**).
- Στους **ελεγχόμενους** υπερχειλιστές φραγμάτων, η παροχή που απορρέει από τον ταμιευτήρα ρυθμίζεται με θυροφράγματα.

Ροή σε ανοικτούς αγωγούς

10/21

Υπερχειλιστές Φραγμάτων

Ελεύθερος υπερχειλιστής



<https://www.aboutcivil.org/causes-of-failure-of-weir.html>

Ελεγχόμενος υπερχειλιστής



<https://www.aboutcivil.org/spillway-definition-types-classification.html>

Υπερχειλιστές Φραγμάτων

Τύποι Υπερχειλιστών

- Τύπου *S* (Ogee Spillway)
- Πλευρικής υπερχείλισης (Side Channel Spillway)
- Ελεύθερης πτώσης (Drop Spillway)
- Χοανοειδής (Shaft Spillway or Morning glory)
- Σιφωνοειδής (Siphon Spillway)
- Βαθμιδωτός (Stepped Spillway)
- Λαβυρινθοειδής (Labyrinth Spillway)

Ροή σε ανοικτούς αγωγούς

12/21

Υπερχειλιστές Φραγμάτων

Υπερχειλιστής Τύπου S (Ogee Spillway)



<https://inwrdam.net/types-of-spillways-and-classification/>

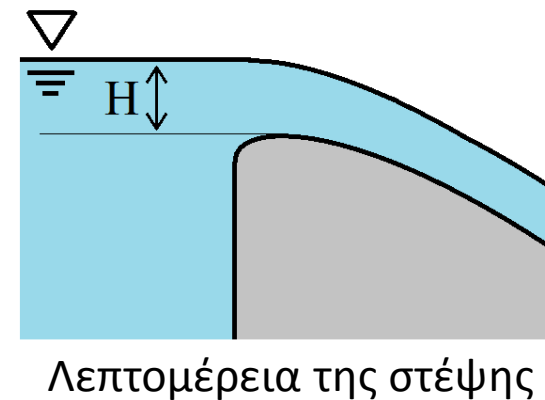
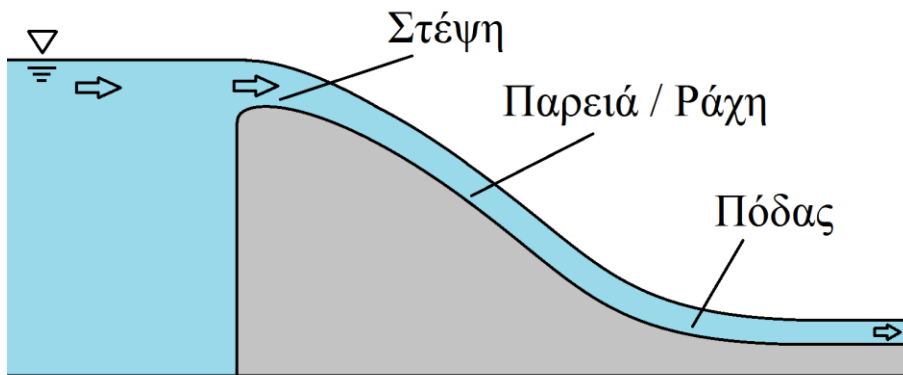
Υπερχειλιστές Φραγμάτων

Υπερχειλιστής Τύπου S (Ogee Spillway)

- Είναι ο συνηθέστερος τύπος υπερχειλιστή φράγματος.
- Η στέψη είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε να μην υπάρχει αποκόλληση της ροής.
- Η ράχη έχει απότομη κλίση ($\approx 1:1$) προς διευκόλυνση διοχέτευσης της παροχής.
- Η παροχή πάνω από τον υπερχειλιστή υπολογίζεται από:

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} C_d L H^{3/2}$$

όπου C_d : αδιάστατος συντελεστής παροχής (0.38-0.50)
 L : μήκος της στέψης κάθετα στη ροή
 H : ύψος υπερχείλισης



Ροή σε ανοικτούς αγωγούς

14/21

Υπερχειλιστές Φραγμάτων

Χοανοειδής (Shaft Spillway or Morning glory)



<https://inwrdam.net/types-of-spillways-and-classification/>

Υπερχειλιστές Φραγμάτων

Χοανοειδής (Shaft Spillway or Morning glory)

- Αποτελείται από έναν κατακόρυφο αγωγό ο οποίος συνδέεται με έναν οριζόντιο αγωγό, ο οποίος καταλήγει στο τμήμα κατάντη του φράγματος.
- Η είσοδος του υπερχειλιστή έχει μορφή χοάνης.
- Συνιστάται όταν δεν υπάρχει χώρος για άλλου τύπου υπερχειλιστή
- Αποφεύγεται όταν η παροχή είναι μεγαλύτερη από $80 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Η διοχετευόμενη παροχή υπολογίζεται από:

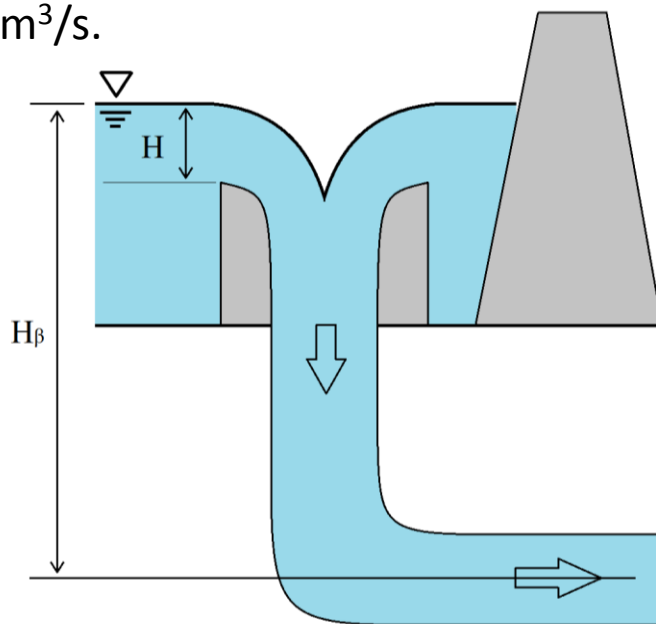
$$Q = C_d (2\pi R) \sqrt{2g} H^{3/2}$$

όπου R η ακτίνα εισόδου
και $C_d \approx 0.4$

- Όταν η στάθμη του νερού είναι πολύ πιο πάνω από τη στέψη, η κατασκευή λειτουργεί υπό πίεση.
- Η παροχή υπολογίζεται από:

$$Q = C_d (2\pi R) \sqrt{2gH_\beta}$$

όπου $C_d \approx 0.62-1.0$



Ροή σε ανοικτούς αγωγούς

16/21

Υπερχειλιστές Φραγμάτων

Βαθμιδωτός (Stepped Spillway)

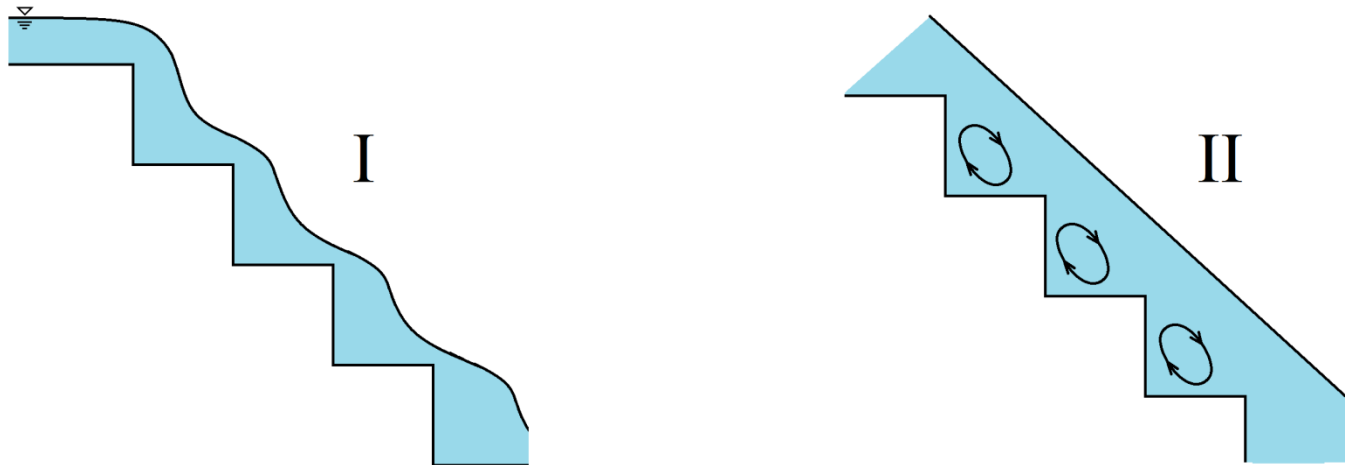


<https://www.geograph.org.uk/photo/4907864>

Υπερχειλιστές Φραγμάτων

Βαθμιδωτός (Stepped Spillway)

- Οι βαθμιδωτοί υπερχειλιστές έχουν γίνει δημοφιλείς τα τελευταία χρόνια λόγω του χαμηλού κόστους κατασκευής τους.
- Επίσης, προσφέρουν μερική απόσβεση της κινητικής ενέργειας και απαιτούν λιγότερο κοστοβόρα έργα στον πόδα του εκχειλιστή.
- Κατά τη λειτουργία τους παρατηρούνται **δύο** χαρακτηριστικά είδη ροής.
 - ✓ Μικρή ειδική παροχή και μεγάλο ύψος βαθμίδων (Περίπτωση I).
 - ✓ Μεγάλη ειδική παροχή και μικρό ύψος βαθμίδων (Περίπτωση II).



Ροή σε ανοικτούς αγωγούς

18/21

Υπερχειλιστές Φραγμάτων

Πλευρικής υπερχείλισης (Side Channel Spillway)



<https://inwrdam.net/types-of-spillways-and-classification/>

Ροή σε ανοικτούς αγωγούς

19/21

Υπερχειλιστές Φραγμάτων

Ελεύθερης πτώσης (Drop Spillway)



<https://inwrdam.net/types-of-spillways-and-classification/>

Ροή σε ανοικτούς αγωγούς

20/21

Υπερχειλιστές Φραγμάτων

Σιφωνοειδής (Siphon Spillway)



<https://inwrdam.net/types-of-spillways-and-classification/>

Ροή σε ανοικτούς αγωγούς

21/21

Υπερχειλιστές Φραγμάτων

Λαβυρινθοειδής (Labyrinth Spillway)



<https://www.geograph.org.uk/photo/4907864>

Ροή σε ανοικτούς αγωγούς

Βιβλιογραφία

- Δημητρακόπουλος Α. **Στοιχεία υδραυλικής κλειστών και ανοικτών αγωγών**, Εκδόσεις Gotsis, 2018.
- Λιακόπουλος Α. **Υδραυλική**, 3^η έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2020,
- Στάμου Α. **Εφαρμοσμένη Υδραυλική**, 3^η έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2016.