

Σχεδιασμός υπό ομοιόμορφη ροή

Σχεδιαστικές οδηγίες

Ομοιόμορφη ροή

- Ασκήσεις:
 - Απλή επίλυση (επενδυμένες διώρυγες κλίση πρανών με βάση το υλικό εκσκαφής, έλεγχος για υποκρίσιμη ροή). *Εξ. Manning, δοκιμές...*
 - Υδραυλικά βέλτιστη διατομή ... *πίνακες από βελτιστοποίηση βρεχόμενης περιμέτρου για δεδομένη επιφάνεια*
 - Τάφροι, ανεπένδυτες διώρυγες, έλεγχος μέγιστης ταχύτητας ή μέγιστης συριτικής τάσης, *Από μέγιστη ταχύτητα προσδιορισμός επιφάνειας, Εξ. Manning, προσδιορισμός βρεχόμενης περιμέτρου, επίλυση...*

Κλίση πρανών: ποιότητα εδάφους εκσκαφής

Εφαρμοσμένη Υδραυλική – Αγωγοί με ελεύθερη επιφάνεια
© Π.Ν. Παπανικολάου

2-64

Η κλίση των πρανών. Εξαρτάται άμεσα από την ποιότητα του εδάφους στο οποίο θα γίνει η εκσκαφή. Επίσης εξαρτάται από το μέγεθος της διώρυγας και τη μέθοδο κατασκευής. Τυπικές τιμές της κλίσης των πρανών 1:Z, όπου Z είναι το οριζόντιο μήκος δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

ΥΛΙΚΟ	ΚΛΙΣΗ Z
Βράχος	1/5 έως 1/10
Σκληρή άργιλος, γαιώδη εδάφη	1/2 έως 1
Σκληρά εδάφη	1/4
Γαιώδη εδάφη με επένδυση λίθων	1
Συνεκτική άργιλος	3/2
Χαλαρά αμμώδη εδάφη	2
Αμμώδη εδάφη - πορώδης άργιλος	3

Υδραυλικά βέλτιστη διατομή

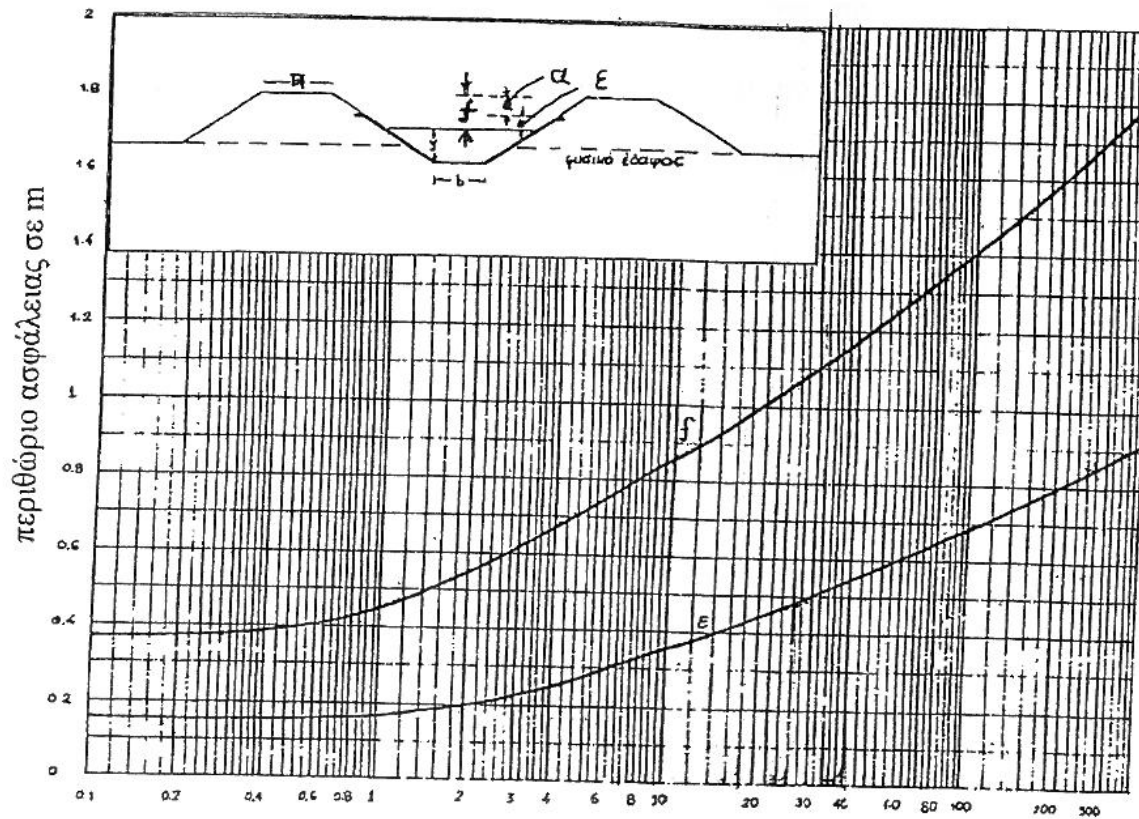
- Αν το επιτρέπουν οι κλίσεις
- Για διώρυγες με επένδυση
- Ελάχιστη βρεχόμενη περίμετρος για δεδομένη διατομή παροχή και υλικό
- Προτιμάται η ονομασία βέλτιστη υδραυλικά διατομή από οικονομική διατομή

Υδραυλικά βέλτιστες διατομές

- Βλ αρχείο pdf
- Αγωγοί με επένδυση
- Ωστόσο θα πρέπει να ελεγχθεί αν η το υλικό εκσκαφής επιτρέπει την κλίση των βέλτιστων διατομών

Πάχος επένδυσεως και πλάτος στέψης αναχωμάτων σε αρδευτικές διώρυγες

ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΔΙΩΡΥΓΑΣ				ΑΝΑΧΩΜΑΤΑ ΔΙΩΡΥΓΑΣ	
Απλό σκυρόδεμα		Οπλισμένο σκυρόδεμα			
Παροχή [m ³ /s]	πάχος επένδυσης [cm]	Παροχή [m ³ /s]	πάχος επένδυσης [cm]	Παροχή [m ³ /s]	πλάτος στέψης αναχώματος [cm]
<5	5	<50	10	<200	50
5 - 15	7	50 - 120	12	200-650	70
15 - 40	8			650 - 1150	80
40 - 100	9			1150-1650	90
				1650-2150	100
				2150-2800	120
				>2800	180-240



Σχ. 3.3 Ενδεικτικές τιμές περιθωρίων ασφαλείας επένδυσης κατά τις συστάσεις του Bureau of Reclamation

Επενδεδυμένοι αγωγοί

- Αν δεν μπορεί να επιτευχθεί η βέλτιστη οικονομική διατομή, από τη βιβλιογραφία αναζητάτε μία σχέση της b και του βάθους ροής

Τα οικονομοτεχνικά κριτήρια είναι η μέγιστη αγωγιμότητα για ένα συγκεκριμένο εμβαδόν διατομής. Η οικονομικότερη θεωρητικά διατομή προκύπτει ότι είναι η διατομή σχήματος κανονικού ημιεξαγώνου, ωστόσο για λόγους τεχνικούς στην πράξη προτιμούνται διατομές με μεγαλύτερες τιμές του λόγου b/y_n .

Για μικρούς αγωγούς $b/y_n \sim 1$

Για αγωγού μεσαίου μεγέθους $b/y_n \sim 1-3$

Για μεγάλους αγωγούς $b/y_n > 3$

Μπέλλος, 2008

Αγωγοί χωρίς επένδυση (π.χ. τάφροι)

Έλεγχος συριτικής τάσης:

- $\tau = \rho g R S_0$ (πυθμένας)
- Προσαρμογή στα τοιχώματα με το συντελεστή K

Έλεγχος μέγιστης ταχύτητας (εναλλακτικά):

- Π.χ. Από μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα και εξ. Manning προσδιορισμός πλάτους και ύψους και γενικότερα των γεωμετρικών στοιχείων της διατομής

Πίνακας 3.3

Επιτρεπόμενα όρια μεγίστων και ελαχίστων ταχυτήτων και κλίσεις πρανών
σε διάφορες περιπτώσεις ανοιχτών αγωγών

ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ			
α/α	Σύσταση αρχικού υλικού κοίτης	Καθαρό νερό [m/s]	Νερό που μεταφέρει άμμο ή χαλίκια [m/s]
1	Λεπτή άμμος	0.45	0.45
2	Ιλυώδες έδαφος	0.60	0.60
3	Συμπαγής άργιλλος	0.75	0.70
4	Πολύ σκληρή άργιλλος	1.80	1.50
5	Λεπτά χαλίκια	0.75	1.15
6	Λίθοι	1.50	2.00
ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ			
α/α	Σύσταση νερού	Ταχύτητα ροής [m/s]	
1	Νερά βορβορώδη	0.35-0.40	
2	Νερά που μεταφέρουν λεπτή άμμο	0.60-0.65	
3	Νερά πόσιμα	0.50-0.65	
4	Νερά στάσιμα που αποχετεύονται	0.65-0.80	

Υδραυλικά βέλτιστη διατομή

Υδραυλικά βέλτιστη διατομή

- Απόδειξη b1p pdf
- **Βήμα 1:** Προσδιορισμός του κρίσιμου βάθους χωρίς δοκιμές! (μόνο για υδραυλικά βέλτιστες διατομές)

Επειδή πλέον τα γεωμετρικά στοιχεία συσχετίζονται με το ομοιόμορφο βάθος, y_0 , ο υπολογισμός του y_0 είναι πλέον απλός, και έτσι προκύπτουν:

(α) για συμμετρική βέλτιστη τραπεζοειδή διατομή:

$$y_0 = \left(\left(\frac{2^{2/3}}{3^{1/2}} \right) \left(\frac{nQ}{S_0^{1/2}} \right) \right)^{3/8} \quad (3.14)$$

(β) για βέλτιστη ορθογωνική διατομή:

$$y_0 = \left(\left(\frac{1}{2^{1/3}} \right) \left(\frac{nQ}{S_0^{1/2}} \right) \right)^{3/8} \quad (3.15)$$

(γ) για συμμετρική βέλτιστη τριγωνική διατομή:

$$y_0 = \left(2 \left(\frac{nQ}{S_0^{1/2}} \right) \right)^{3/8} \quad (3.16)$$

(δ) για βέλτιστη ημικυκλική διατομή:

$$y_0 = \left(\left(\frac{2^{5/3}}{\pi} \right) \left(\frac{nQ}{S_0^{1/2}} \right) \right)^{3/8} \quad (3.17)$$

(ε) για βέλτιστη παραβολική διατομή:

$$y_0 = \left(\left(\frac{3}{2^{11/6}} \right) \left(\frac{nQ}{S_0^{1/2}} \right) \right)^{3/8} \quad (3.18)$$

Υδραυλικά βέλτιστη διατομή

- **Βήμα 2:** Προσδιορισμός των γεωμετρικών στοιχείων από τον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 4-1: Γεωμετρικά στοιχεία βέλτιστων διατομών

Διατομή	b/y_0	z	E_0	Π_0	R_0	B_0	y_m	Fr_0
Τραπεζοειδής	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\sqrt{3}y_0^2$	$2\sqrt{3}y_0$	$\frac{1}{2}y_0$	$\frac{4}{\sqrt{3}}y_0$	$\frac{3}{4}y_0$	$\sqrt{\frac{12Q^2}{27gy_0^5}}$
Ορθογωνική	2	0	$2y_0^2$	$4y_0$	$\frac{1}{2}y_0$	$2y_0$	y_0	$\sqrt{\frac{Q^2}{4gy_0^5}}$
Τριγωνική	--	1	y_0^2	$2\sqrt{2}y_0$	$\frac{\sqrt{2}}{4}y_0$	$2y_0$	$\frac{1}{2}y_0$	$\sqrt{\frac{2Q^2}{gy_0^5}}$
Ημικυκλική	--	--	$\frac{\pi}{2}y_0^2$	πy_0	$\frac{1}{2}y_0$	$2y_0$	$\frac{\pi}{4}y_0$	$\sqrt{\frac{512Q^2}{\pi^3gd^5}}$
Παραβολική	--	--	$\frac{4\sqrt{2}}{3}y_0^2$	$\frac{8\sqrt{2}}{3}y_0$	$\frac{1}{2}y_0$	$2\sqrt{2}y_0$	$\frac{2}{3}y_0$	

Εφαρμογή

Παράδειγμα 2

Αγωγός ($n = 0.015$) μεταφέρει παροχή $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$. Να διαστασιολογηθεί η διατομή τραπεζοειδούς αγωγού ως υδραυλικά βέλτιστη, όταν η κατά μήκος κλίση του είναι $S_0 = 0.0015$.

Από την εξίσωση (3.14) προκύπτει $y_0 = 2.09 \text{ m}$. Από τον Πίνακα 3.3 λαμβάνομε $b = 2 y_0 / 3^{1/2} = 2.41 \text{ m}$.

Οικονομικά βέλτιστη ή υδραυλικά βέλτιστη διατομή?

- Η βέλτιστη διατομή αναφέρεται σε σταθερό κόστος και εξασφαλίζει τη μέγιστη διοχετευτικότητα. Δεν εξασφαλίζει όμως και την πιο οικονομική διατομή γιατί δεν λαμβάνονται υπόψη οι εκσκαφές ενώ προκύπτουν κλίσεις πρανών που οδηγούν σε πιο δαπανηρά υλικά (Δημητρίου, 1995)