

Εξέταση στην Πειραματική Υδραυλική

Διμήτρης Κουτσογιάννης

9<sup>ο</sup> Εξ. Πολ. Μηχ.

90

Αθήνα 23.2.1978

Η εκφώνηση είναι στην τελευταία σελίδα

α) Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος επηρεάζει βέβαια άμεσα τη θερμική στρωμάτωση, καθώς επίσης και η επιφάνεια της λίμνης και το βάθος  $h$ .

Επειδή δεν ενδιαφερόμαστε για τη λειτουργία του φαινομένου της θερμικής στρωμάτωσης, θεωρούμε εδώ ότι παράμετροι στο πρόβλημα δεν είναι η θερμοκρασία  $T$  αλλά τα αποτελέσματα αυτής της στρωμάτωσης, δηλαδή τα

$\rho, \Delta\rho, h_1, h_2$ . Είναι προφανές ότι παύσει ο υδραυλικός ρόλος στο πρόβλημα το κατώτερο άνοιγμα του θυροφράγματος  $b$ . Το πλάτος του ανοίγματος του θυροφράγματος  $L$  θεωρείται ότι είναι πολύ μεγάλο ώστε σε ένα κεντρικό τμήμα να μη επηρεάζεται η ροή από τις κατακόρυφες παρειές.

Τέλος μια που έχουμε ροή με ελεύθερη επιφάνεια, θεωρούμε και το  $g$  σαν μια επιπλέον παράμετρο

Έτσι μπορούμε να πούμε ότι η <sup>μέγιστη</sup> παροχή ανά μονάδα πλάτους  $q$  συνδέεται με τα παραπάνω μεγέθη με μια σχέση της μορφής  $f(q, h, h_1, b, \rho, \Delta\rho, g) = 0$  (όπου  $h_2 = h - h_1$ ).

Αδιαστατοποιώντας τα παραπάνω έχουμε

$$f' \left( \frac{q}{h\sqrt{gh}}, \frac{h_1}{h}, \frac{b}{h}, \frac{\Delta p}{\rho} \right) \quad \text{η}$$

$$\frac{q}{h\sqrt{gh}} = f' \left( \frac{h_1}{h}, \frac{b}{h}, \frac{\Delta p}{\rho} \right) \quad \checkmark$$

Συμείωση: θεωρήθηκε ότι ο όγκος του διαθέσιμου νερού του δεύτερου στρώματος είναι αρκετά μεγάλος ώστε να μην αποτελεί ουσιαστική παράμετρο στο πρόβλημα, και για το λόγο αυτό δεν μπήκε σαν παράμετρο ή επιφάνεια της λίμνης.

β) Θα χρισιμοποιήσουμε ομοιότητα κατά Froude. γιατί παίζουν ρόλο οι δυνάμεις βαρύτητας.

Για να υπάρχει εύεργεια στις μετρήσεις θα χρισιμοποιήσουμε γεωμετρική κλίμακα της τάξης του  $\frac{1}{20}$ , ώστε το βάθος νερού στο όμοιομα να είναι  $\frac{12}{20} = 0,60$  m

Βέβαια τότε η απαιτούμενη επιφάνεια του όμοιώματός θα είναι  $1 \times (1000)^2 \times \frac{1}{20^2} = 2500$  m<sup>2</sup>

οπότε προκύπτει αντιοικονομικό ή μη πραγματοποιήσιμο όμοιομα. (50 x 50 m) Σύμφωνα όμως με την παραδοχή που έγινε παραπάνω, ότι δηλαδή η επιφάνεια της λίμνης δεν παίζει ρόλο στην παροχή,

μπορούμε να μη τηρήσουμε την ίδια κλίμακα στις οριζόντιες διαστάσεις. Η παραδοχή αυτή μπορεί να ελεγχθεί με των υστέρων πειραματικά μελέτησης την επίδραση του λόγου  $\frac{E}{h^2}$ . Αυτό...

μπορεί να γίνει με κατάλληλη μεταβολή του  $h$  διατηρώντας τις άλλες δίδαστες παράμετρος σταθερές. Το μόνο που μπορούμε να πούμε εδώ για την επιφάνεια είναι ότι πρέπει και στο όριο να είναι αρκετά μεγάλη, ώστε να υπάρχει επαρκής όγκος διαθέσιμου νερού. ✓

Το ρευστό που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι νερό οπότε το  $\rho_r$  θα είναι της τάξης του 1

$$\text{Είναι } q_r = \lambda^{3/2} \left(\frac{\gamma}{\rho}\right)^{1/2} = \lambda^{3/2} q_r^{1/2} = \lambda^{3/2} = \frac{1}{89}$$

δ) Το ρευστό είναι νερό και η  $\Delta\rho$  μπορεί να επιτευχθεί διαλύοντας αλάτι στο από κάτω στρώμα. Τότε την μεταβολή του  $\Delta\rho$  μπορούμε να μεταβάλουμε την περιεκτικότητα σε αλάτι. Οι άλλες παράμετρος  $h, b, h,$  μπορούν να μεταβληθούν σχετικά εύκολα, ενώ το  $\rho$  δεν μπορεί να μεταβληθεί ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ). Για τη διατήρηση του  $h_2$  σταθερού μπορούμε να τροφοδοτούμε τη δεξαμενή με νερό αυξημένης πυκνότητας (αλατισμένο) ώστε η είσοδος παρακή να είναι ίση με την εξερχόμενη. ✓

Η τροφοδοσία πρέπει να γίνεται καφιά ώστε να μη προκαλείται ανάμιξη των δύο στρωμάτων.

Κριτήριο για το ότι δει βγαίνει από το θυρόφραγμα νερό από το πάνω στρώμα είναι να μένει σταθερή η περιεκτικότητα του εξερχόμενου νερού σε αλάτι. Η περιεκτικότητα αυτή

μπορεί να μετρηθεί εύκολα (μέτρηση της ύψους  
της αντίστασης κ.λ.π.) Άρα  $q_{max}$  θα θεωρείται  
έκείνη για την οποία παρατηρήθηκε απόκλιση  
στο όργανο μέτρησης της συκέντρωσης.

Με βάση αυτά το πειραματικό πρόγραμμα μπορεί  
να είναι το εξής:

Καθορίζουμε το  $\Delta r$  και τη συκέντρωση άλατος  
στο νερό της τροφοδοσίας. Το πεδίο ~~πλάτους~~ διακύ-  
μανσης του  $\Delta r$  θα είναι περιορισμένο.

Καθορίζουμε τα  $h$  (μέγιστη διακύμανση  $\Delta r$   
στά, 60 cm) και  $h_1$  (μέγιστη διακύμανση).

Εκτιμάμε με βάση την έμπειρία από προκαταρη-  
κά πειράματα την παροχή  $q_{max}$  και καθορίζουμε  
την παροχή τροφοδοσίας  $q$  με αυτή.

Μεταβάλλουμε το άνοιγμα  $b$  του θυροφράγματος  
μέχρι το παρατηρήσουμε απόκλιση στο όργανο μέτρησης  
της συκέντρωσης.

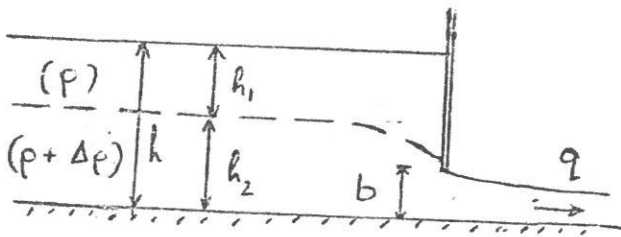
Τη στιγμή αυτή μετράμε με ακρίβεια τα  
 $h, b, q, h_1$ . Το  $q$  μπορεί να μετρηθεί με  
π.χ. με ξεχειλιστή, ενώ το  $h_1$  μπορεί να εκτιμη-  
θῆ με μέτρησεις της πυκνότητας στη δεξαμενή  
και ύψος και με τη βοήθεια κάποιας σύμβασης  
που έχουμε κάνει από το πριν για τη διαχωριστι-  
κή επιφάνεια, γιατί δεν θα υπάρχει σαφής διαχωριστι-  
κή επιφάνεια.

Το νερό του πάνω στρώματος πρέπει να αναεριοποι-

ΕΔΡΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ

ΓΡΑΠΤΗ ΕΞΕΤΑΣΗ - ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 1978



Τό νερό υψους θερμοῦ  
ἐργαστοῦ γαβάνται ἀσὸ  
ωαραυτῆσιν γῆνν, βάρους  
 $h \approx 12$  m. καὶ ἐπιφανείας  $1 \text{ km}^2$ .

Ἡ εἴσοδος τῆς διώρυγας ὑδρογῆρας ἐγείρεται μὲ καταυτρογο θυρραγῆα.  
Κατὰ τὸ κατωκαίρι, ἡ εἰσρομία τῆς γῆννς θερκαίνεται καὶ  
δὲκιοσυρροῦνται (ωραυτῆα) δὲο σερῆματα ; Τὸ ἀνώτερο, μὲ εἶκος  
 $h_1$  καὶ πυκνότητα  $\rho$ , καὶ τὸ κατώτερο, μὲ εἶκος  $h_2$  καὶ πυκνότητα  
 $\rho + \Delta\rho$ . Ἐπειδὴ εἶναι ἐπιθυμητὸ νὰ γαβθάνεται νερὸ μόνον ἀσὸ  
τὸ γακρότερο κατῶ σερῆμα, ἡ εἰσρομὴ μῆγιστῆ ωαροκῆ ( $q$ )  
τοῦ θυρραγῆατος ωρβυεῖται νὰ μῆγιστῆ ἀπὸ αἰραφῆατῆα.

Ζητεῖται:

- α) Νὰ ἐκφρασοῦν μὲ μορφή ἀδιαστατῶν ὅρων οἱ οὐσιώδεις  
ωαράγοντες ἀσὸ εἰσρομῆα τὸ γαίνόμενο.
- β) Νὰ ωροταθῆ ἡ μῆγιστῆ κατασχευῆ τοῦ ὕδατος.
- γ) Νὰ ωριγραφή ἀνωσῆατῆα, γαὶ τὸ συγυμριθεμένο αὐτὸ ωρβῆμα,  
τὸ αἰραφῆατῆα ωρβῆμα ἀσὸ μωρεῖ νὰ ἀνωροῦνθῆ γαὶ  
τῆ ωυλλογῆ τῶν αἰραφῆατῆων στοικῆων καὶ τῆ ωαροσῆαση τῶν  
ἀσὸτερεσῆατῆων.