

Αρ. 635

**Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ**

Πτυχιακή εργασία της σπουδάστριας
Παπαναστασάτου Βαρβάρας
με θέμα:

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΕΙ/Μ

**"ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ
ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΙΣ
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ"**

Εισηγητής: Ν.Γ.Βλάχος



Μεσολόγγι 1998

1957年10月23日

中国科学院植物研究所

北京植物园

中国科学院植物研究所

北京植物园

1957年

中国科学院

1957年

中国科学院植物研究所

北京植物园

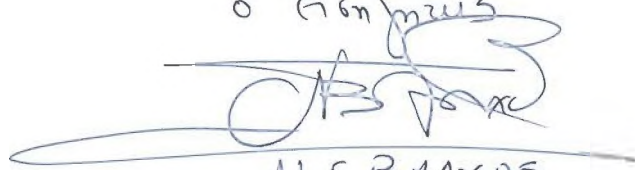
中国科学院

中国科学院

中国科学院

Εγινετα

ο Γενικός

A stylized handwritten signature in blue ink, featuring a large, sweeping initial 'N' and 'F' followed by 'BIAKOS'. The signature is written over a horizontal line.

N. F. BIAKOS

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	4
ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	4
1.1 ΓΕΝΙΚΑ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	6
ΜΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΑΙ ΡΟΗΣ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΜΕΡΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ	6
2.1.ΚΥΚΛΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ:	6
2.2.ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ RACE WAYS:	6
2.3 ΧΕΡΣΑΙΕΣ ΥΔΑΤΟΣΥΛΟΓΕΣ :	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	8
ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	22
ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ	22
4.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	22
4.2. ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ	24
4.2.1. ΚΛΕΙΣΤΑ ΚΑΝΑΛΙΑ	24
4.2.2. ΑΝΟΙΚΤΑ ΚΑΝΑΛΙΑ.	34
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	48



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία προσπαθεί να δώσει μια ιδέα για ορισμένα προβλήματα υδραυλικής που παρουσιάζονται στις υδατοκαλλιέργειες χωρίς να υπεισέρχεται σε εξαντλητικές λεπτομέρειες.

Μέσα από αυτή την εργασία θέλουμε να παρουσιάσουμε κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά τα οποία ανα πάσα στιγμή μπορεί να μας χρειαστούν.

Το θέμα με το οποίο ασχοληθήκαμε είναι τεράστιο, προσπαθήσαμε να προσεγγίσουμε και να προσδιορίσουμε το ευρύ αντικείμενο της στάθμης και της παροχής του νερού με περισσότερη κατανόηση.

Ως ιχθυολόγοι είναι καλό να γνωρίζουμε για ζητήματα τέτοιας μορφής , πόσο μάλλον όταν αυτά σχετίζονται άμεσα με το χώρο εργασίας αλλά και επηρεάζουν τομείς για τους οποίους είμαστε κατεξοχήν αρμόδιοι.

Μέσα από αυτήν την εργασία θά' θελα να ευχαριστήσω τον εισηγητή Κο Νικόλαο Βλάχο για την αμέριστη συμπαράσταση και βοήθεια που μου προσέφερε κατα την διάρκεια εκπόνησής της.

Επίσης θέλω να τονίσω ιδιαίτερα, ότι τα προβλήματα που συναντά κανείς στην συγγραφή μιας πτυχιακής εργασίας είναι μεγάλα και πολλά. Ζητώ την κατανόηση των αναγνωστών για λάθη που τυχόν υπάρχουν στο κείμενο.

Ευχαριστώ.

Παπαναστασάτου Βαρβάρα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μια από τις σημαντικότερες προϋποθέσεις για την επιτυχή απόδοση των υδατοκαλλιεργητικών σχημάτων είναι η εξασφάλιση της αναγκαίας παροχής νερού. Το νερό χρειάζεται όχι μόνο για να γεμίζει τις δεξαμενές αλλά και να αναπληρώνει το νερό που χάνεται από την εξάτμιση και τις διαποτίσεις του εδάφους.

Η ποσότητα του νερού που είναι αναγκαία για τις υδατοκαλλιέργειες, εξαρτάται από τα είδη των ψαριών που θέλουμε να εκτρέψουμε καθώς επίσης και από την ποσότητα των ψαριών που θα συγκεντρώσουμε σε ένα ορισμένο όγκο νερού.

Μερικά είδη έχουν πολύ μεγάλες απαιτήσεις και θέλουν νερό φρέσκο και καλά οξυγονωμένο. Άλλα είδη είναι λιγότερα απαιτητικά και αντέχουν στην έλλειψη οξυγόνου, αρκούμενα σε μικρές ποσότητες.

Για τον υπολογισμό της ποσότητας του αναγκαίου νερού για μια ιχθυοτροφική εγκατάσταση αν θέλουμε να εφαρμόσουμε την εντατική εκτροφή χρειάζεται να βασισθούμε στις αναπνευστικές απαιτήσεις των ψαριών.

Στην περίπτωση τις εκτατικής εκτροφής, επειδή η εκτροφή βασίζεται αποκλειστικά στη φυσική διατροφή, οφείλουμε να λάβουμε βασικά υπόψη τις αναγκαίες ποσότητες για την αντιστάθμιση των απωλειών που οφείλονται στην εξάτμιση και τις διηθήσεις.

Η στάθμη του νερού πρέπει να διατηρείται σταθερή. Οι απώλειες από εξάτμιση ποικίλουν κατά

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

τη διάρκεια του έτους, ανάλογα με τις τοπικές και κλιματολογικές συνθήκες. Ιδιαίτερη σημασία παίζει η κατασκευή των δεξαμενών και ο προσδιορισμός της παροχής ο οποίος έχει άμεση σχέση με την κατανάλωση οξυγόνου στις δεξαμενές.

Μέσα από την εργασία αυτή προσπαθούμε να τονίσουμε και να προσδιορίσουμε τα σημεία εκείνα που θα μας επιτρέψουν να κατανοήσουμε ζητήματα με μεγάλη σημασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η στάθμη και η ροή του νερού είναι δύο θεμελιώδη ζητήματα στις υδατοκαλλιέργειες.

Οι χώροι στους οποίους αντιμετωπίζονται αυτά τα δύο προβλήματα ποικίλουν και μπορεί να είναι από μια απλή δεξαμενή σ'έναν ιχθυογεννητικό σταθμό ή και σε χωμάτινες δεξαμενές στην ξηρά .

Ένα βασικό ερώτημα που τίθεται είναι το εξής : Ποιοι είναι οι λόγοι που μας επιβάλλουν τον έλεγχο της στάθμης ;

Οι αυτοί κατανέμονται ως εξής:

- ⊗ **Αποφυγή υπερχειίλησης:** Μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές και οικονομικές απώλειες . Αυτό μπορεί να οφείλεται αφενός μεν στη σπάταλη του νερού (ιδιαίτερα όταν αυτό αντλείται) , αφετέρου δε στη διαφυγή των οργανισμών με το υπερχειλίζον νερό .
- ⊗ **Κατάλληλη διαχείριση των ζωντανών οργανισμών και των δεξαμενών.:** α) Καθαρισμός β) Διαλογή γ) Εξαγωγή δ) Θεραπείες

- ⊗ **Βιολογικές ανάγκες και συνδιασμός αυτών με τη μείωση του κόστους, π.χ.** Τα χέλια αντέχουν τις υψηλές ιχθυοφορτήσεις. Αυτό το αξιοποιούμε στα κλειστά κυκλώματα και εκμεταλλευόμαστε όλο τον όγκο του νερού. Αυτό απαιτεί μια συνεχή διατήρηση της στάθμης στα επιθυμητά επίπεδα .

Επίσης είναι δεδομένο ότι στις υδατοκαλλιέργειες προσπαθούμε να δημιουργήσουμε συνθήκες για τους οργανισμούς όσο το δυνατόν προσομοιάζουσες στο φυσικό τους περιβάλλον . Η στάθμη είναι από τους παράγοντες που συμβάλουν στην εξασφάλιση αυτών των συνθηκών .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο
ΜΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΑΙ ΡΟΗΣ ΣΤΙΣ ΥΔΑΤΟΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ
ΜΕΡΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ .

2.1.ΚΥΚΛΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ:

Η ρύθμιση της στάθμης γίνεται με ένα σωλήνα που ξεκινά από το κέντρο της δεξαμενής στον πυθμένα και εκτείνεται εξωτερικά αυτής στο επιθυμητό ύψος.

Η μεταβολή της θέσης του σωλήνα καθορίζει τη στάθμη. Ο συγκεκριμένος τρόπος χρησιμεύει στη σωστή κυκλοφορία του νερού και την αποφυγή νεκρών ζωνών.

2.2.ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ RACE WAYS:

Εδώ ο έλεγχος της στάθμης μπορεί να γίνει μέσω ενός σωλήνα τοποθετημένο στη μια άκρη της δεξαμενής . Το νερό εκρέει από το επάνω μέρος του σωλήνα αυτού και οδηγείται στην αποχέτευση.

Ο σωλήνας αυτός εξωτερικά καλύπτεται με σωλήνα μεγαλύτερης διαμέτρου σωλήνα .Ο ρόλος του εξωτερικού σωλήνα είναι διπλός :

Πρώτον εμποδίζει την έξοδο των ψαριών από τον εσωτερικό σωλήνα και δεύτερον με ποικίλες μετατροπές (π.χ οπές στην επιφάνεια του) συντελεί στην δημιουργία ρευμάτων .

Επίσης ο καλόγερος είναι μια ακόμα λύση για μεγαλύτερων διαστάσεων δεξαμενών αυτού του τύπου (π.χ. περίπτωση ιχθυογενετικού στο Μενίδι).

2.3 ΧΕΡΣΑΙΕΣ ΥΔΑΤΟΣΥΛΟΓΕΣ :

Εδώ ο ποιο διαδεδομένος τρόπος έλεγχου της στάθμης είναι ο καλόγερος αυτός , βρίσκετε στην μια μικρή πλευρά, απέναντι από την παροχή . Επιτρέπει δε τον έλεγχο της στάθμης με την προσθαφαίρεση αρθρωτών μεταλλικών ή ξύλινων τμημάτων που ορθώνονται μπροστά από την αποχέτευση .

Ένας άλλος τρόπος έλεγχου της στάθμης (σε μικρότερου μεγέθους δεξαμενές π.χ.15x5) συμβάλει στην αποφυγή δημιουργίας νεκρών ζωνών στα κατώτερα στρωματά της δεξαμενής.

Αυτό επιτυγχάνετε με την καταβύθιση ενός σωλήνα σχεδόν σιγμοειδούς σχήματος απέναντι της παροχής. Το κάτω άκρο του σωλήνα φτάνει μέχρι τον πυθμένα και όντας ανοιχτό, το νερό εισέρχεται για να βρει την έξοδο στο επάνω τμήμα ανάλογα με την επιθυμητή στάθμη .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

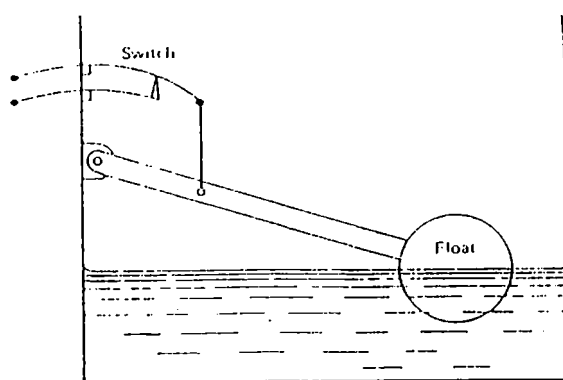
Τέτοιες κατασκευές μπορούν να μας προειδοποιήσουν για μια ενδεχόμενη βλάβη ή να δώσουν ένδειξη για υπερεπάρκεια νερού ώστε να έχουμε οικονομία σ' αυτό .

Για παράδειγμα αν υπάρχει απώλεια στη γραμμή παροχής νερού , αυτό μπορεί να σημαίνει είτε βλάβη στην αντλία είτε σε ανεπάρκεια του όλου δικτύου .

Έτσι λοιπόν αν ένας αισθητήρας τοποθετηθεί σε κατάλληλο σημείο και συνδεθεί με ένα συναγερμό θα προειδοποιήσει για τυχόν επιπλοκή.

Παρόμοια αν ένας πλωτήρας διακόπτης τοποθετηθεί σε μια δεξαμενή καλλιέργειας αυτόματα θα διατηρήσει το ίδιο επιθυμητό επίπεδο στάθμης .

Τέτοιες κατασκευές δείχνονται και ερμηνεύονται στις παρακάτω εικόνες .



Εικόνα 1: Παρουσιάζει μια απλή και διαδεδομένη διάταξη , ενός αισθητήρα που εκμεταλλεύεται την

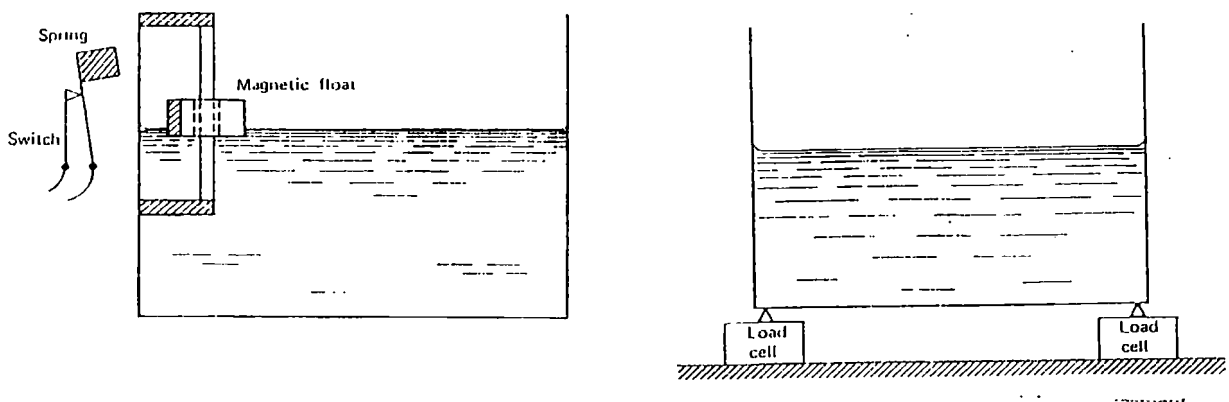
Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

αρχή της πλευστότητας . Καθώς το επίπεδο του νερού σηκώνετε,ο βραχίονας του πλωτήρα ακολουθεί και αυτός.

Σε κάποιο επίπεδο στάθμης ο διακόπτης που είναι συνδεδεμένος στον βραχίονα ανοίγει, διακόπτοντας έτσι την παροχή επιπλέον νερού. Όταν η στάθμη του νερού πέφτει (π.χ εξάτμιση , διαρροή) ο διακόπτης είναι κλειστός και ανοίγει η αντλία .

Αυτή η διάταξη έχει το κοινό όνομα *float - switch* (πλωτήρας διακοπής). Όταν ο διακόπτης αντικαθίσταται με μια βαλβίδα , τότε ονομάζεται *float - valve* . Η δύναμη του κλεισίματος ενός διακόπτη ή βαλβίδας εξαρτάται από:

- ⊗ Το μήκος του βραχίονα
- ⊗ Από το μέγεθος του πλωτήρα.



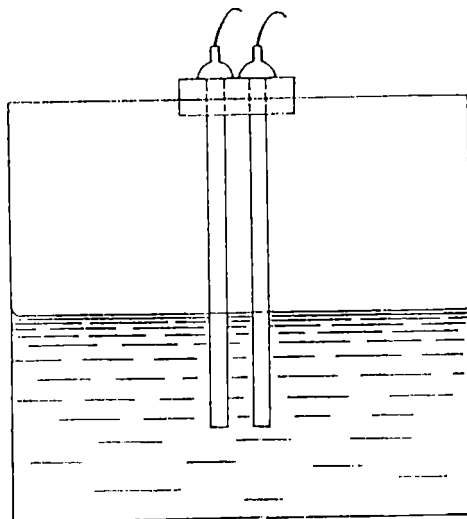
Εικόνα 2: Σ'αυτήν την εικόνα φαίνεται ένας πλωτήρας διακόπτης (*float switch*) που

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

χρησιμοποιείται σε δεξαμενές από υλικά μη μαγνητικών ιδιοτήτων. Όπου ο πλωτήρας γλιστρά πάνω - κάτω στο στήριγμα καθώς αλλάζει ανάλογα και η στάθμη.

Μέσα στον πλωτήρα υπάρχει ένας μαγνήτης που ανοίγει τον διακόπτη όταν φτάσει σε οριζόντιο επίπεδο με το μαγνητικό υλικό που υπάρχει πάνω στο τέλος του βραχίονα του διακόπτη.

Αντίθετα όταν η στάθμη κατεβαίνει , η μαγνητική έλξη πάνω στον βραχίονα μειώνεται επιτρέποντας τον να κλείσει , πράγμα που οδηγεί στην παροχή νερού .



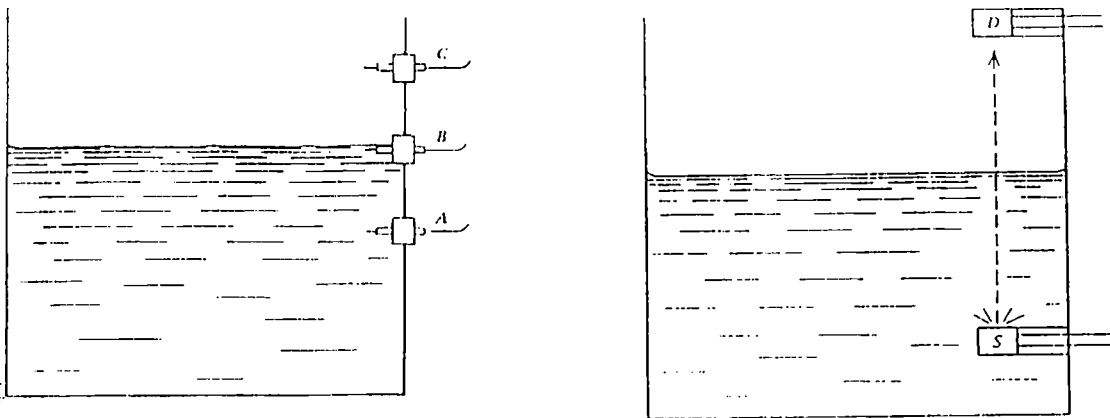
Εικόνα 3: Βλέπουμε έναν τύπο αισθητήριου συστήματος που βασίζεται στο βάρος.

Οι αισθητήρες που είναι κάτω απ'την δεξαμενή , μετρούν το βάρος της . Γνωρίζοντας το βάρος της δεξαμενής, τις φυσικές της διαστάσεις, την

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

πυκνότητα του νερού , τότε το ύψος της στάθμης μπορεί να υπολογιστεί . Διότι αυξανόμενου του όγκου αυξάνετε και το βάρος . Έτσι γίνεται εύκολα κατανοητό ό,τι κάθε σημείο στάθμης του νερού έχει συγκεκριμένο βάρος , ανάλογα με το οποίο ανοίγει ή κλείνει η παροχή .

Είναι άβολη , ακριβή και μη πρακτική μέθοδο για μεγάλες δεξαμενές. Όμως δεν απαιτεί επαφή με του γρό, ιδιαίτερα όταν αυτό είναι διαβρωτικό (θαλασσινό νερό). Είναι εμπορικά διαθέσιμη με λογικό κόστος .

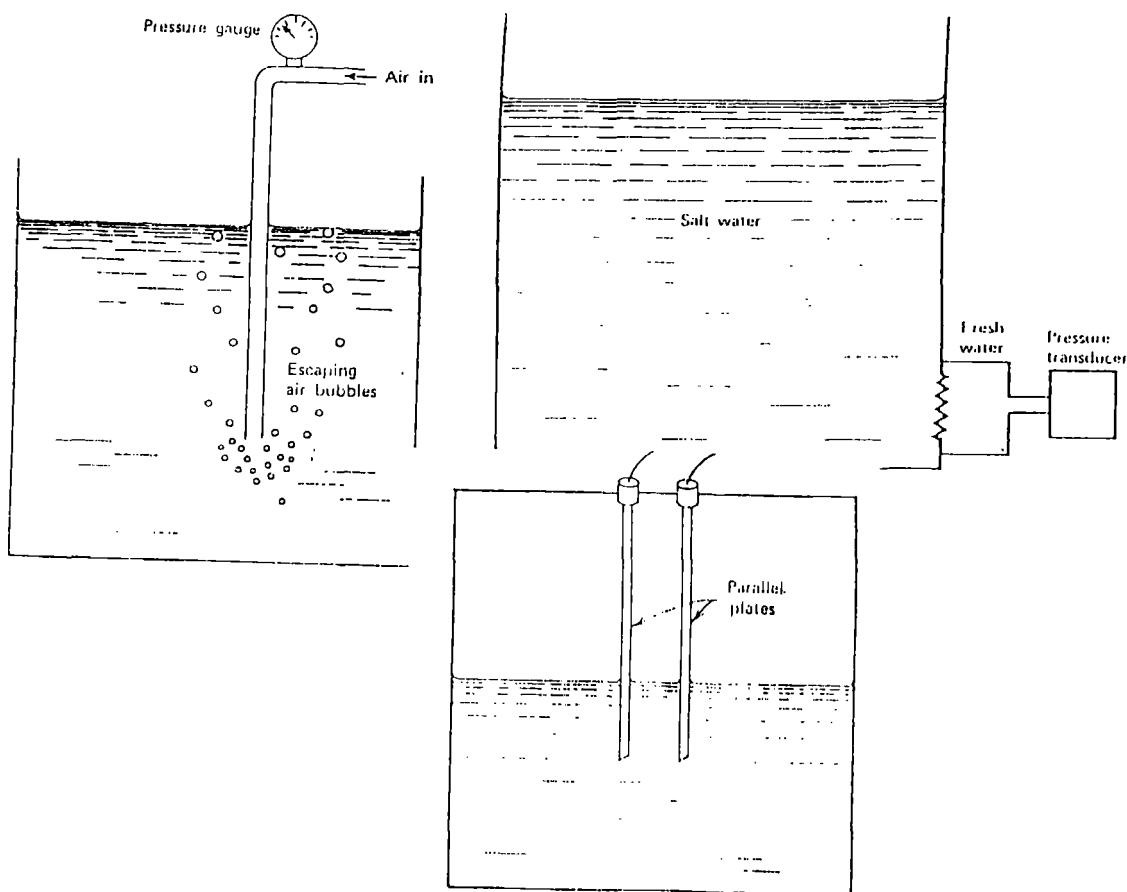


Εικόνα 4: αισθητήρες αγωγιμότητας . Εκτείνονται δυο ηλεκτρόδια κατά το μεγαλύτερο μέρος τους στην δεξαμενή. Το ποσό του ηλεκτρικού ρεύματος που

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

περνά από το ένα στο άλλο , είναι συναρτήσεσι του βάθους του νερού . Ένα εξωτερικό κύκλωμα με το οποίο συνδέονται τα ηλεκτρόδια , μεταφράζει τις πληροφορίες .

Όστε όταν χαμηλώνει η στάθμη και κατ' επέκταση και το ποσό του πέρα από ένα κατώτερο όριο ανοίγουν οι παροχές , ενώ κλείνουν όταν υπερβούν ένα ανώτατο όριο .



Εικόνα 5: Είναι ένα παρόμοιο σύστημα αγωγιμότητας . Αποτελείτε από 3 ηλεκτρόδια επί της πλευράς της δεξαμενής και σε διαφορετικά επίπεδα .

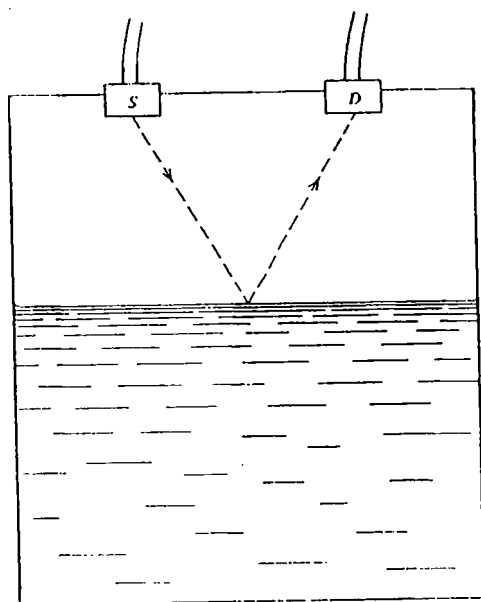
Το ρεύμα που ρέει από το Α στο Β και από το Β στο Γ μετριοούνται ξεχωριστά . Όταν η στάθμη του νερού πέσει κάτω από το Β η ροή ρεύματος ανάμεσα

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

στο A και B σταματάει . Αυτό δίνει την έναρξη της παροχής νερού. Η οποία συνεχίζετε μέχρι να διαρρεύσει ρεύμα μεταξύ του B και του Γ . Η αντλία δεν θα ανοίξει ξανά μέχρι η στάθμη να πέσει κάτω από το B . Όπου σταματάει και η ροή ανάμεσα στο A και το B . Έτσι η στάθμη κυμαίνεται μεταξύ B και Γ .

Τα στοιχεία αγωγιμότητας είναι εμπορικά διαθέσιμα και πιο ακριβά από τα *float switch* .

Απαιτούν επαφή με το υγρό , συνεπώς στο θαλασσινό νερό δημιουργείται πρόβλημα , εκτός αν χρησιμοποιείται πλατίνα ή άλλα αδιάβρωτα ηλεκτρόδια , αυξάνοντας όμως το κόστος .



Εικόνα 6: Οπτικές τεχνικές . Το σύστημα αποτελείτε από μια πηγή φωτός S κάτω από τη χαμηλότερη επιθυμητή στάθμη νερού κι ένα φωτοανιχνευτή D τοποθετημένο πάνω από το

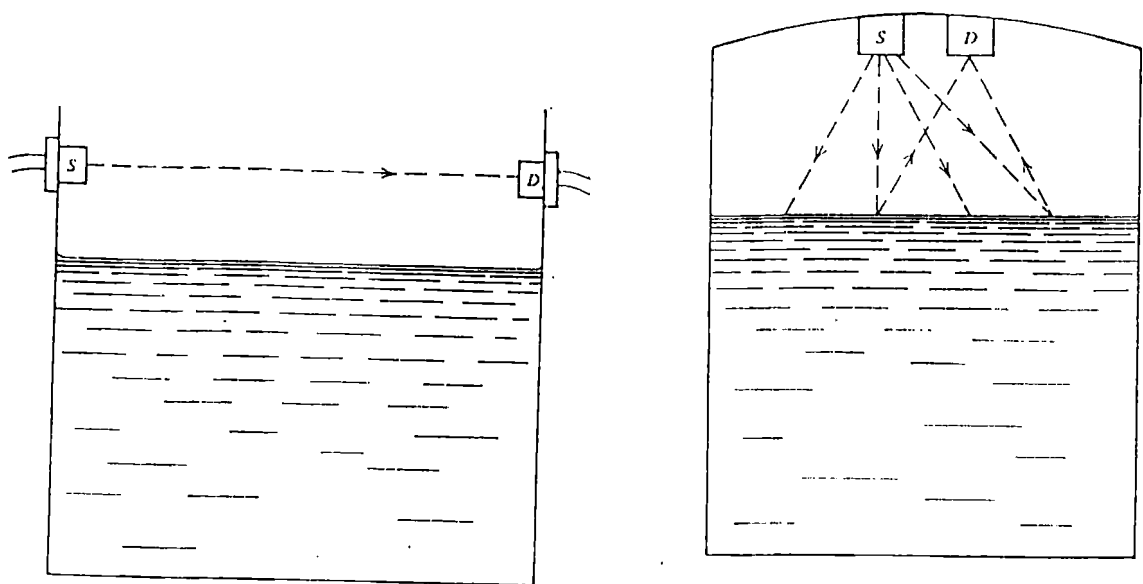
επίπεδο ροής. Το D λαμβάνει το φως , του οποίου η ένταση είναι ανάλογη με το βάθος του νερού πάνω από την πηγή του φωτός.

Ο ανιχνευτής δίνει ένα βολταϊκό φορτίο και στην συνέχεια αυτό τροφοδοτείται σε ένα κατάλληλο κύκλωμα το οποίο προκαλεί άνοιγμα ή κλείσιμο της αντλίας συναρτήσει της στάθμης .

Αν ο ανιχνευτής τοποθετηθεί οριζόντια με την πηγή φωτός, **εικόνα 7**, τότε όταν η στάθμη του νερού είναι κάτω από τον πομπό και τον δέκτη η ένταση του φωτός είναι μεγάλη . Έτσι δίνετε εντολή μέσω των ειδικά προσαρμοσμένων κυκλωμάτων για την εκκίνηση της αντλίας .

Δουλεύουν για αδιαφανή και διαφανή νερά (υγρά) με την προϋπόθεση ό,τι στα αδιαφανή υγρά **εικόνα 8** δεν θα υπάρχουν ουσίες ή αιωρήματα που θα επικολληθούν στον πομπό ή τον δέκτη .

Πλεονεκτήματα των οπτικών αισθητήρων, η εύκολη επιδιόρθωση και η μη διάβρωση .



Εικόνα 9: Αισθητήρες πίεσης.

Η πίεση μεταφέρεται από ένα διάφραγμα σε ένα μετρητή . Καθώς η πίεση στο διάφραγμα αυξάνεται , αναπαράγεται , κάνοντας τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του ενσωματωμένου μετρητή να αλλάζουν.

Εξωτερικό κύκλωμα σημειώνει τις αλλαγές και παράγει βολταϊκό σήμα ανάλογα με το επίπεδο του νερού .

Είναι εμπορικός διαθέσιμα , σε ποικιλία σχεδίων ανάλογα με τις δεξαμενές. Το κόστος τους είναι ανάλογο του σχεδίου , της ακρίβειας , και της πίεσης που ασκείται από διαφορετικούς όγκους νερού. Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η διάβρωση. Υπάρχουν όμως τεχνικές για να την αποφύγουμε.

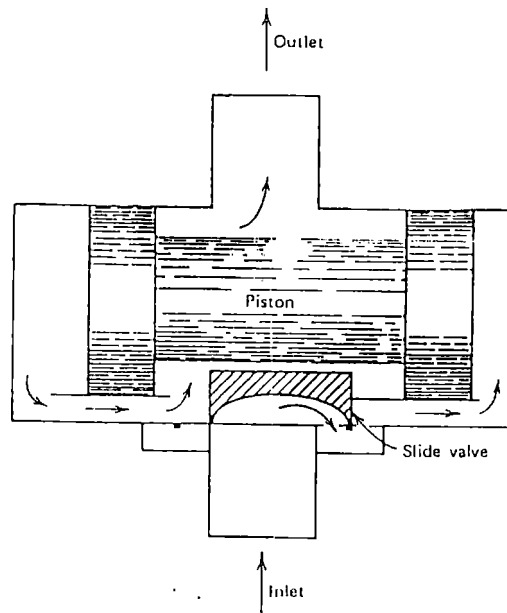
Μια τέτοια παρουσιάζετε στην **Εικόνα 10**, όπου για να λειτουργήσει το σύστημα πρέπει να μεσολαβήσει μια κοιλότητα δεξαμενής με γλυκό νερό.

Μέσο μιας μεμβράνης μεταδίδεται η πίεση που ασκεί το υγρό στο κύκλωμα αποτρέποντας έτσι την

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός
παροχής

επαφή με το διαβρωτικό και αναστέλλοντας την
διάβρωση .

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

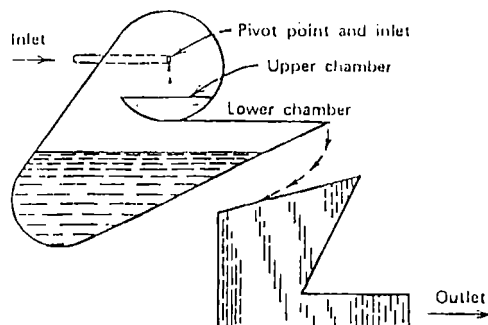


Εικόνα 11: Σύστημα προσδιορισμού της στάθμης με την παροχή αέρα. Ο αέρας αντλείται μέσα από τον σωλήνα ο οποίος εκτείνεται σε γνωστή απόσταση πάνω από τον πυθμένα της δεξαμενής.

Η πίεση του αέρα στον σωλήνα μετριέται με μανόμετρο και σχετίζεται με το επίπεδο του νερού (υγρού) πάνω από το κάτω μέρος του σωλήνα.

Εάν θέλουμε να υπολογίσουμε το συνολικό ύψος (βάθος) του νερού , προσθέτουμε (στο ύψος του βυθίσματος του σωλήνα) το ύψος που απέχει ο πυθμένας από το χείλος του σωλήνα .

Εικόνα 12:



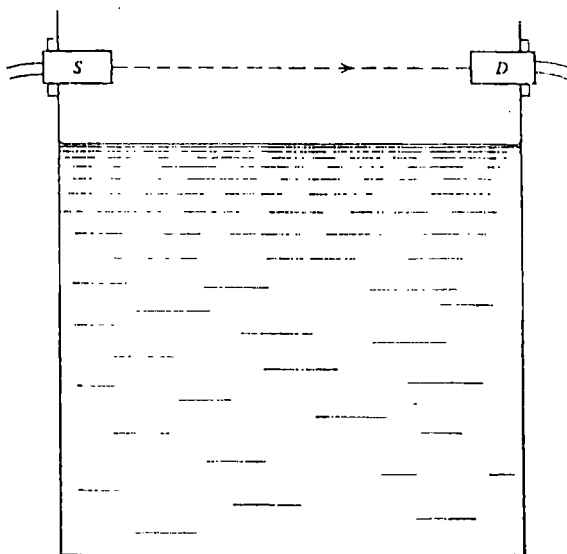
Στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιούμε (εκμεταλλευόμαστε) την υψηλή διηλεκτρική σταθερά του νερού για να υπολογίσουμε το επίπεδο του υγρού.

Η ηλεκτρική σταθερά των πλακών αυτών εξαρτάται από την διηλεκτρική σταθερά και την θερμοκρασία του υλικού που βρίσκετε ανάμεσα τους.

Εφόσον το υλικό αυτό είναι το νερό έχει 80% - 85% περισσότερη χωρητικότητα από ό,τι ο αέρας. Άρα η χωρητικότητα αυξάνει σημαντικά με την αύξηση του επιπέδου του νερού.

Ένα εξωτερικό κύκλωμα αισθάνεται την αλλαγή στην χωρητικότητα (ανάλογη με την αλλαγή στη στάθμη του νερού) και προκαλεί ένα βολταϊκό σήμα για να αντικατοπτρίσει αυτή την αλλαγή .

Εμπορικά διαθέσιμα συστήματα που δίνουν πολύ αξιόπιστες μέτρησης.

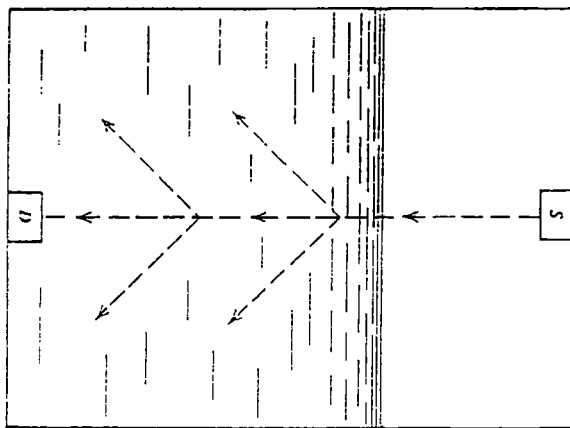


Εικόνα 13:Χρησιμοποιούνται ηχητικά κύματα 20 - 100 ΚΗz . Διακρίνετε ο αισθητήρας με τον πομπό και

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

τον δέκτη που είναι τοποθετημένος σε μια κλειστή δεξαμενή π.χ σε έναν υδατόπυργο.

Τα ηχητικά κύματα εκπέμπονται από την πηγή , ανακλώνται από στην επιφάνεια του υγρού και φτάνουν στον δέκτη. Ο χρόνος που χρειάζεται το σήμα να ταξιδέψει από τον πομπό - στην επιφάνεια του υγρού - και τελικά στον δέκτη , είναι το μέτρο προσδιορισμού της στάθμης. Υπάρχει δε η δυνατότητα χρήσεις πομποδέκτη .

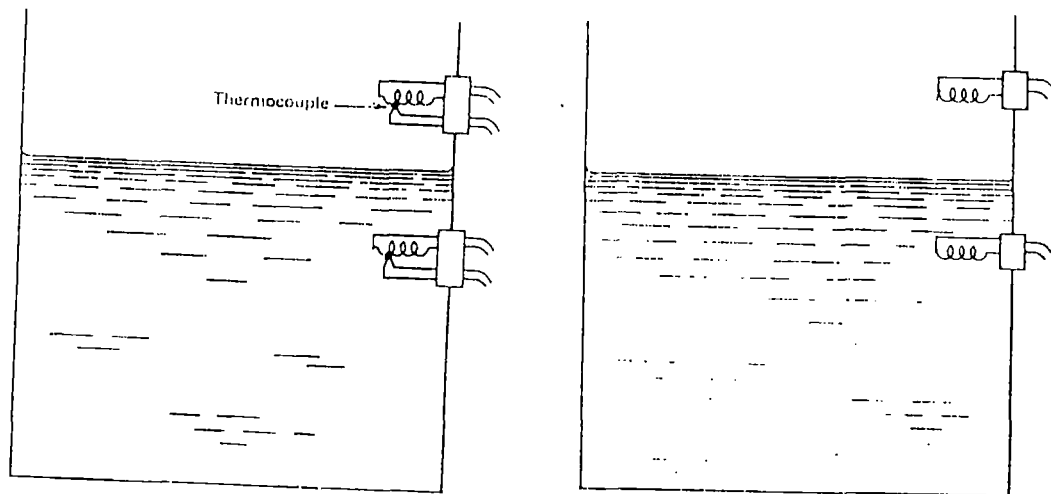


Εικόνα 14: Ο ήχος ταξιδεύει οριζόντια από τον πομπό στον δέκτη ο οποίος βρίσκεται στην απέναντι πλευρά της δεξαμενής. Η ταχύτητα διάδοσης του πρώτου είναι μεγαλύτερη στο νερό από ό,τι στον αέρα. Και αυτή η διαφορά προσδιορίζει ό,τι η στάθμη έχει φτάσει στο σημείο όπου βρίσκετε η ηχητική δέσμη .

Εικόνα 15: Μπορεί τέλος να χρησιμοποιηθεί και πυρηνική ακτινοβολία για τον προσδιορισμό της στάθμης. Συνήθως χρησιμοποιείται ακτινοβολία από

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

τα στοιχεία όπως Καίσιο (Cs) , Ράδιο (Ra) και Κοβάλτιο (Co). Οι ακτινοβολίες A και B δεν διαπερνούν επαρκώς τα περισσότερα υγρά με πιθανή εξαίρεση το σύστημα που αναλύετε στην εικόνα αυτή .



Το συγκεκριμένο σύστημα αποτελείτε από μια πηγή από την μια πλευρά και έναν δέκτη από την άλλη. Ο αέρας προβάλλει μια σχετική αντίσταση στην ακτινοβολία.

Όταν η πηγή και ο δέκτης καλυφθούν με το υγρό η ακτινοβολία διαπερνά εύκολα (σε σχέση με τον αέρα) το υγρό. Όσο πυκνότερο είναι το υγρό τόσο πιο πολύ επιτρέπει την ακτινοβολία να περάσει.

Αυτή η διαφορά διαπερατότητας της ακτινοβολίας στον αέρα και στο υγρό , μπορεί να μετρηθεί από ένα εξωτερικό ηλεκτρικό κύκλωμα για να καθορίσει τη στάθμη .

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός
παροχής

Είναι εμπορικά διαθέσιμα και εργάζονται καλά.
Όμως όπως κάθε σύστημα που χρησιμοποιεί
ακτινοβολία , απαιτούνται μέτρα ασφάλειας τόσο για
το προσωπικό όσο και για τα καλλιεργούμενα ψάρια .
Συχνά κοστίζουν περισσότερο από όλα τα υπόλοιπα .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ

4.1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις υδατοκαλλιέργειες, είναι αναγκαίο να μπορούμε να ελέγχουμε τη ροή του νερού. Ο λόγος που επιβάλλει κάτι τέτοιο προκύπτει από την ανάγκη αφενός μεν να διατηρείται σταθερή μια ιδανική ροή, αφετέρου δε να ελέγχονται ανά πάσα στιγμή οι ποσότητες του νερού που μετακινούνται συνολικά ή τμηματικά.

Είναι γνωστό ότι στα ανοιχτά κυκλώματα οι όγκοι του νερού που μετακινούνται είναι συνήθως τεράστιοι. Η ποσότητα που χρειάζονται για μια συγκεκριμένη παραγωγή εξαρτάται από τις βιολογικές ανάγκες των εκτρεφόμενων ειδών για ανανέωση του νερού.

Η χρήση νερού πέρα απ' αυτού που χρειαζόμαστε σημαίνει σπατάλη ενέργειας και πολλές φορές σπατάλη ύδατος (αν π.χ αντλείται νερό από πηγάδι). Ένας άλλος λόγος για τον οποίο η γνώση της ροής είναι απαραίτητη , είναι η χρήση υλικών (σωλήνες , υδατόπυργοι κ.α) με κατάλληλα τεχνικά χαρακτηριστικά (διατομές, σχήμα, υλικό κατασκευής).

Η ποσότητα του νερού που μετακινείται είναι συνάρτηση του χρόνου που διαρκεί η μετακίνηση. Το φυσικό μέγεθος που την προσδιορίζει λέγεται παροχή : $Q = dv / dt$ και ορίζεται ως ο όγκος V του

νερού που περνά μια διατομή, εμβαδού A στη μονάδα του χρόνου ή $Q = A U$ όπου:

Q: η παροχή ,

A: το εμβαδό της διατομής και

U: η ταχύτητα ροής του υγρού.

Η παροχή δηλαδή , είναι το μέγεθος που πρέπει να ξέρουμε να μετράμε για να επιτύχουμε όσα προαναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι ένας ιχθυολόγος δεν αρκεί να γνωρίζει βασικά στοιχεία σχετικά με το νερό, όπως π.χ η αναγκαία ανανέωση του, αλλά μέσα στη δουλειά του θα χρειαστεί να κάνει εφαρμογή των γνώσεών του.

Ίσως για παράδειγμα , χρειαστεί να ελέγξει αν το σύστημα με το οποίο δουλεύει δίνει τις κατάλληλες παροχές , κι απο΄κει να εντοπίσει τυχόν βλάβες.

Επίσης θα μπορούσε να είναι ενημερωμένος ώστε να ελέγξει απ΄τη δική του σκοπιά τη μελέτη μιας υδραυλικής εγκατάστασης και να κάνει της δικές του παρατηρήσεις.

Παρακάτω αναφέρονται διάφοροι τρόποι μέτρησης της ροής σε κλειστά και ανοικτά κανάλια. Η περιγραφή τους γίνεται απλά με την βοήθεια σχημάτων που ακολουθούν στη συνέχεια.

4.2. ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

4.2.1. ΚΛΕΙΣΤΑ ΚΑΝΑΛΙΑ

1. Μια κατηγορία ροόμετρων βασίζεται στην απευθείας μέτρηση του όγκου του νερού στη μονάδα του χρόνου . Ενδεικτικά αναφέρουμε :

⊗ Μέθοδος του δοχείου.

Ένας πολύ απλός τρόπος για να μετρήσει κανείς την παροχή ενός σωλήνα , είναι να γεμίσει δοχείο γνωστού όγκου , απ'την εκροή του σωλήνα αυτού και μ'ένα χρονόμετρο να μετρήσει τον αντίστοιχο χρόνο.

Η ακρίβεια της μεθόδου εξαρτάται απ'το μέγεθος του δοχείου και το μέγεθος της παροχής. Για παράδειγμα θα ήταν τελείως άσκοπο να μετρηθεί μια παροχή 200 lt / min με ένα δοχείο όγκου 10 lt . Το σφάλμα του παρατηρητή σ'αυτή την περίπτωση θα ήταν πολύ μεγάλο .

⊗ Παροχόμετρο με πιστόνι (piston meter)

Αυτό φαίνεται στο σχήμα 16. Στο κάτω μέρος είναι η είσοδος του νερού (*inlet*) ενώ στο πάνω , η έξοδος (*outlet*). Καθώς το νερό εισέρχεται, λόγω της θέσης και του σχήματος της συρόμενης βαλβίδας (*slide valve*) πηγαίνει δεξιά.

Η βαλβίδα ταυτόχρονα , σ'αυτή τη θέση κλείνει και την έξοδο του νερού απ'τη δεξιά μεριά . Καθώς όμως η ροή συνεχίζεται , η πίεση θ'αναγκάσει το πιστόνι να μετακινηθεί προς τ'αριστερά

παρασύροντας μαζί του τη βαλβίδα. Έτσι θ'ανοίξει και η δίοδος εξόδου του δεξιού μέρους και συγκεκριμένος όγκος νερού θα φύγει προς την έξοδο.

Πλέον το νερό κατευθύνεται προς τ'αριστερά για να γίνει το ίδιο πράγμα και ουτο κάθ' εξής.

Ένας μετρητής μετρά τον αριθμό των κύκλων που κάνει το πιστόνι στη μονάδα του χρόνου. Κάθε κύκλος αντιστοιχεί σε ορισμένο όγκο νερού κι έτσι βρίσκεται η παροχή:

$$V_{ολ} = n v \text{ όπου:}$$

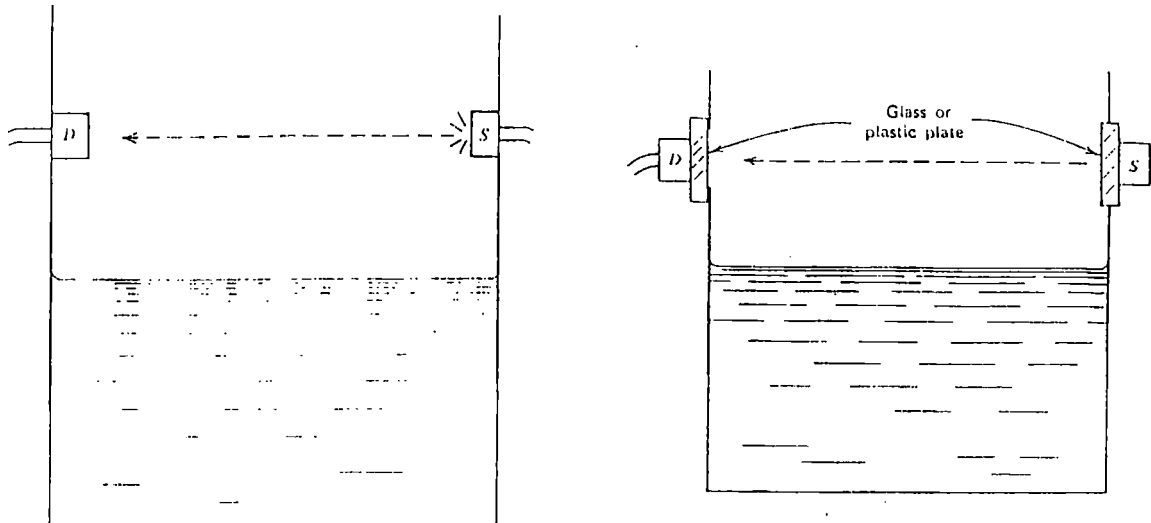
$V_{ολ}$: Ο συνολικός όγκος για ένα χρονικό διάστημα (t) και ισούται με τον αριθμό των κύκλων του πιστονιού στο χρόνο αυτό (n) επί τον όγκο του νερού για κάθε κύκλο.

Συνεπώς $Q = V_{ολ} / t$ και είναι η μέση παροχή για το χρονικό διάστημα (t). Ο μετρητής αυτός κάνει μόνο για μη διαβρωτικά και χαμηλής πυκνότητας υγρά . Αλλιώς , καταστρέφεται και μειώνεται η ακρίβειά του, αντίστοιχα. Επομένως δεν ενδείκνυται για συστήματα θαλασσινού νερού. Το εύρος μετρήσεώς είναι 37 έως 3785 lt / min

⊗ Μετρητής με περιστρεφόμενο δίσκο (disk meter).

Η αρχή λειτουργίας του είναι όμοια με του προηγούμενου. Ένας δίσκος περιστρέφεται λόγω της ροής , εκτοπίζοντας κάθε φορά συγκεκριμένο όγκο νερού προς την έξοδο. Ένας μετρητής (**countershaf**) καταγράφει τον αριθμό των περιστροφών. Κάτι ανάλογο είναι και το ρολόι του νερού στις κατοικίες .

Τέλος χρησιμοποιείται ευρέως , για γλυκό και αλμυρό νερό. Φαίνεται στην σχήμα 17 .



2. Άλλη μια κατηγορία μετρητών παροχής είναι οι μετρητές που βασίζονται στη καταγραφή διαφοράς πιέσεων . Εδώ ανήκουν οι παρακάτω τύποι :

α) Venturi meters (σχήμα 18)

β) Nozzle meters (σχήμα 19)

γ) Orifice meters (σχήματα 20)

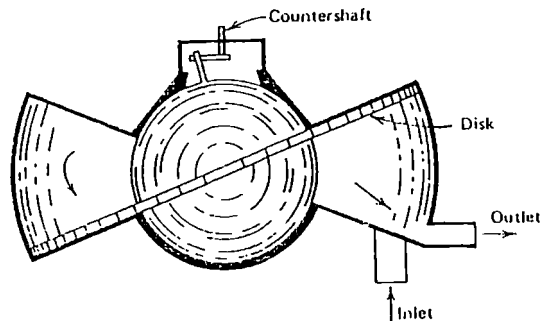
δ) Centrifugal meters :

1. Elbow meters (σχήμα 21)

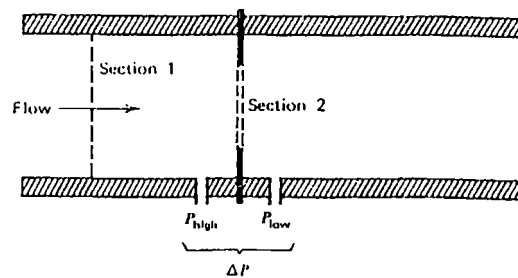
2. Loop meters (σχήμα 22)

ε) Pilot tube meters (σχήμα 23).

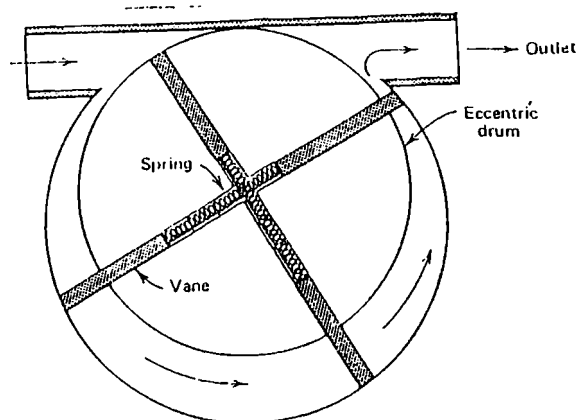
Εικόνα 19:



Εικόνα 20:

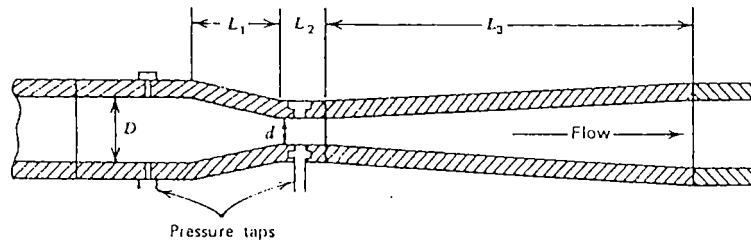


Εικόνα 21:

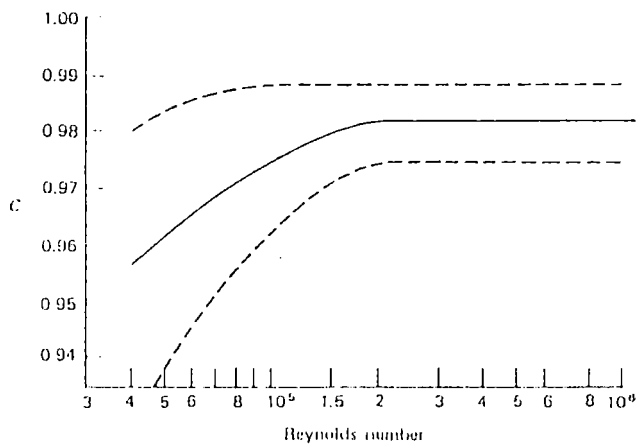


Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

Εικόνα 22:



Εικόνα 23:



Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στη δημιουργία διαφορετικών πιέσεων σε δυο διαφορετικά σημεία του σωλήνα. Οι πιέσεις αυτές μετρώνται με ενσωματωμένα μανόμετρα.

Οι διαφορετικές πιέσεις επιτυγχάνονται είτε με στένωμα του σωλήνα (α,β,γ) είτε με ειδικό σχήμα αυτού (δ) είτε με εσωτερική κατασκευή (ε).

Στη πράξη η παροχή υπολογίζεται ως εξής: Για γνωστές παροχές καταγράφονται οι αντίστοιχες πιέσεις (**Phigh και Plow**). Έτσι γίνεται ένα διάγραμμα της παροχής συναρτήσε με την διαφορά των πιέσεων. Επομένως για να βρεθεί μια άγνωστη παροχή αρκεί να πάρει κανείς τις ενδείξεις των μανομέτρων , να υπολογίσει τη διαφορά τους , και να ανατρέξει στο αντίστοιχο διάγραμμα (back calculation). Φυσικά κάθε όργανο έχει καλιμπραριστεί πριν χρησιμοποιηθεί.

Η ακρίβεια αυτών των μετρητών μειώνεται όσο αυξάνεται η απώλεια των πιέσεων. Όσο Δε, μεγαλώνει η διάμετρος του σωλήνα τόσο μειώνεται η σχετική απώλεια πιέσεων και άρα αυξάνεται η ακρίβεια της μέτρησης. Στο διάγραμμα του σχήματος 19 φαίνεται η απώλεια πίεσης για διάφορες διαμέτρους.

Απ' αυτό φαίνεται πως το Venturi meter (D) έχει τη μεγαλύτερη ακρίβεια. Αυτό οφείλεται στην κατασκευή του (προηγείται μια κλίση των τοιχωμάτων πριν το στένωμα) , που μειώνει τις απώλειες πίεσης.

Μειονέκτημά του είναι η δύσκολή του εγκατάσταση (απαιτεί πολύ χώρο) και η ακριβή τιμή του. Τα Orifices και Nozzles meters απαιτούν λίγο χώρο και έχουν εύκολη εγκατάσταση. Όμως θέλουν συχνό καλιμπράρισμα διότι απορυθμίζονται γρήγορα.

Επίσης η χαμηλή τους αντοχή τα κάνει ευάλωτα στις πιέσεις , πράγμα που εξηγεί τη χαμηλή τιμή τους. Τέλος τα **Elbows meters** χρησιμοποιούνται πιο συχνά απ'τα **Loops meters** διότι καλιμπράρονται λιγότερο συχνά και 'κολλάνε' σπανιότερα.

Στα σχήματα φαίνεται που ακριβώς αναπτύσσονται οι διαφορετικές πιέσεις , με τις ενδείξεις P_1 και P_2 ή P_{high} και P_{low} .

3. Rotameter

Πρόκειται για μια ανομοιόμορφα κυλινδρική διάταξη , από γυαλί ή πλαστικό , εφαρμοσμένη σαν συνέχεια του σωλήνα ροής και προστατευμένη από μια διάφανη κάσα.

Κατά μήκος αυτής , υπάρχει μια διαβαθμισμένη κλίμακα σε m^3 / min ή σε μονάδες 0-100. Το νερό εισέρχεται απ'τη στενή δίοδο του κάτω μέρους και εξέρχεται απ'την πιο πλατιά στη πάνω μεριά , αναγκάζοντας έναν κωνικό σχηματισμό να ισορροπήσει στην υδάτινη στήλη της διάταξης.

Η κορυφή του κώνου δείχνει στη κλίμακα τη παροχή. Αν η κλίμακα είναι σε μονάδες από 0 έως 100 , αυτές αντιστοιχούν σε πραγματικές παροχές , μέσα από κάποιο διάγραμμα που έγινε όταν το

όργανο στανταρίστηκε. Η όλη διάταξη φαίνεται στο σχήμα 20.

4. Εδώ θα αναφερθούμε σε τρεις πιο εξειδικευμένους τύπους μετρητών παροχής .

α) Η πρώτη διάταξη αποτελείται από μια πηγή συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος εκτός του σωλήνα ροής , συνδεδεμένη με μια αντίσταση R , που βρίσκεται εντός του σωλήνα.

Επίσης περιλαμβάνει μικροκύκλωμα που αντιλαμβάνεται μεταβολές στην ένταση του ρεύματος. Η αντίσταση R είναι ένα σύρμα (βλέπε σχ 21).

Σ' αυτό, όταν διαρρέετε από ρεύμα εντάσεως I , αναπτύσσεται μια θερμοκρασία T °C. Είναι φανερό ότι αν η ροή (και μέσω αυτής η παροχή) αυξηθεί , τότε θα μειωθεί και η θερμοκρασία T °C. Τότε όμως, η αντίσταση R θα αυξηθεί γιατί η ειδική αντίσταση (ρ) του υλικού (σύρμα) θα γίνει μεγαλύτερη και ως γνωστόν:

$$R = \rho l / s.$$

Αυτό με τη σειρά του θα προκαλέσει μείωση της έντασης (I) διότι:

$$I = U / R.$$

Η μεταβολή αυτή καταγράφεται και αντιστοιχεί αυτόματα στη συγκεκριμένη τιμή της νέας παροχής.

Η μέθοδος αυτή είναι πολύ ευαίσθητη και απαιτεί χαμηλής πυκνότητας υγρά. Χρησιμοποιείται όμως ευρέως , σε μετρήσεις ροής αέρα. Αυτό θα ήταν χρήσιμο για τον έλεγχο των συστημάτων αερισμού στις υδατοκαλλιέργειες.

β) Turbine meters

Η αρχή λειτουργίας τους είναι ουσιαστικά ίδια μ'αυτή των ρευματογράφων. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 22, μια τουρμπίνα (ή προπέλα) περιστρέφεται λόγω της ροής του νερού, αναπτύσσοντας μια γωνιακή ταχύτητα ω .

Ένας ηλεκτρομαγνητικός αισθητήρας αυτή την ταχύτητα, που είναι προφανώς ανάλογη με τη ροή.

Στο σχήμα 23, φαίνεται το εσωτερικό ενός τύπου όπως μπορεί να τον συναντήσει κανείς στο εμπόριο. Οι παράλληλα διατεταγμένοι σωληνίσκοι, αποτρέπουν τη δημιουργία τυρβώδους ροής , που αν υπήρχε θα μείωνε την ακρίβεια της μέτρησης.

Τα turbines meters , χρησιμοποιούνται για μετρήσεις ροής σε σωλήνες με μεγάλη διάμετρο πχ $>0.5m$, ανοιχτά κανάλια, χείμαρρους, καθώς και για μετρήσεις της ταχύτητας των ρευμάτων στους ωκεανούς και στις λίμνες.

γ) Magnetic flowmeter - Μαγνητικό ροόμετρο.

Το σχήμα 24 , δείχνει τα βασικά μέρη ενός μαγνητικού ροόμετρου. Ο σωλήνας που μεταφέρει το υγρό τοποθετείται έτσι ώστε να περιβάλλεται πλήρως από το μαγνητικό πεδίο του μαγνήτη και να είναι κάθετος σ'αυτό.

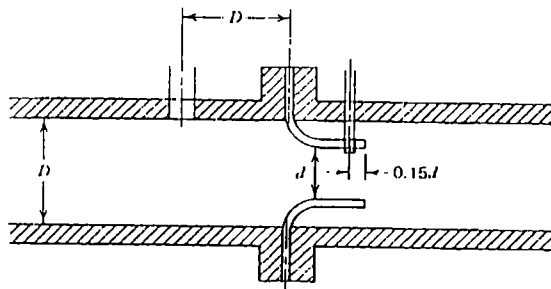
Το υγρό επίσης θα πρέπει να έχει μια ελάχιστη ηλεκτρική αγωγιμότητα . Αυτό που συμβαίνει είναι το κινούμενο υγρό να δρα όπως ένα κινούμενο σύρμα.

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

Λόγω της κίνησης του υγρού , αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη μέσα στο υγρό , κάθετα στο μαγνητικό πεδίο και στη διεύθυνση ροής του αγωγού.

Δύο ηλεκτρόδια εκατέρωθεν του σωλήνα, "μεταφέρουν" αυτή τη διαφορά δυναμικού σε εξωτερικό ηλεκτρικό κύκλωμα.

Εικόνα 24:



Η τάση που αναπτύσσεται βασίζεται στο νόμο του Faraday και ισούται με

$$E = B L u \chi 10$$

όπου:

$$E = \text{η παραγόμενη τάση (V)}$$

$$B = \text{η ένταση του μαγνητικού πεδίου (T)}$$

$L = \text{το μήκος του αγωγού (cm) - εννοείται το τμήμα που είναι μέσα στο πεδίο -}$

$u = \text{η ταχύτητα ροής του υγρού (cm/sec) - που δρα σαν κινούμενο σύρμα-}$

Είναι φανερό λοιπόν πως η μετρούμενη E είναι ανάλογη της ταχύτητας της ροής. Άρα με την γνωστή μέθοδο - **back calculation** - εύκολα (αυτόματα ή με διάγραμμα μπορεί να υπολογιστεί για

κάθε δεδομένη τιμή της - E - η εκάστοτε ροή και μέσω αυτής η παροχή .

Για τη χρήση αυτού του οργάνου στις υδατοκαλλιέργειες (κλειστά κυκλώματα-ιχθυογεννητικοί σταθμοί) πρέπει να έχουμε τα εξής υπ'όψην μας.

Περισσότερο για τα γλυκά και λιγότερο για τα αλμυρά (λόγω μεγαλύτερης αγωγιμότητας των τελευταίων) η - E - που λαμβάνει το εξωτερικό ηλεκτρικό κύκλωμα, είναι αρκετά ασθενής.

Γι' αυτό επιβάλλεται η ενίσχυσή της ή η μετατροπή της σε κάποιο άλλο σήμα για μεγαλύτερη ακρίβεια.

Ακόμη, οι σωλήνες πρέπει να είναι μονωτές κάτι που άλλωστε συμβαίνει στις υδατοκαλλιέργειες μια και χρησιμοποιούνται πλαστικοί σωλήνες . Το τελευταίο έχει επίσης να κάνει με την μεγαλύτερη απόδοση της παραγόμενης - E -.

Το κυριότερο μειονέκτημα του μαγνητικού ροόμετρου, είναι το υψηλό αρχικό του κόστος.

Ωστόσο, επειδή δεν έχει κινούμενα μέρη απαιτεί ελάχιστη συντήρηση - έλεγχο , ενώ παράλληλα δίνει αξιόπιστα υψηλή ακρίβεια. Γι'αυτούς τους λόγους , οι συγγραφείς πιστεύουν πως η περίπτωση του πρέπει να εξεταστεί ιδιαίτερα θετικά .

4.2.2. ΑΝΟΙΚΤΑ ΚΑΝΑΛΙΑ.

Στις υδατοκαλλιέργειες τα ανοιχτά κανάλια βρίσκουν εφαρμογή κυρίως στις χερσαίες υδατοσυλλογές. Τα φράγματα (*weirs*) , οι κατασκευές

flumes , και τα ροόμετρα με τουρμπίνα (**turbines meters**) , είναι οι πιο συνηθισμένοι τρόποι μέτρησης της ροής σε ανοικτά κανάλια.

Τα τελευταία εξετάστηκαν πιο πάνω . Εδώ αρκεί να προσθέσουμε τα ότι οι μετρήσεις τους πρέπει να παίρνονται από διάφορα σημεία, αντιπροσωπευτικά όλου του προφίλ της υδάτινης μάζας , και στη συνέχεια να υπολογίζεται μια μέση ταχύτητα ροής.

Η ακρίβεια μ'αυτή την τακτική βγαίνει μεγαλύτερη , εφόσον η ροή σ'ένα ανοικτό κανάλι δεν είναι παντού σταθερή (π.χ στα τοιχώματα αναπτύσσονται δυνάμεις συνάφειας, που μειώνουν την ταχύτητα κοντά σ'αυτά).

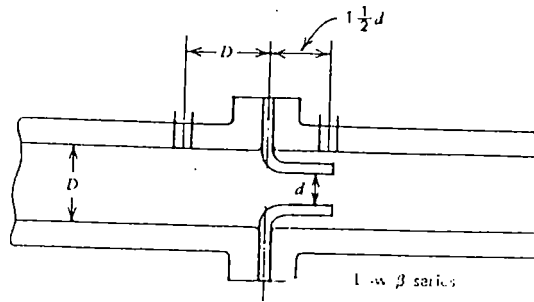
Η παροχή, θα εξαρτάται αφενός μεν από την ταχύτητα της ροής , αφετέρου δε από την επιφάνεια της διατομής του καναλιού .

⊗ Φράγματα

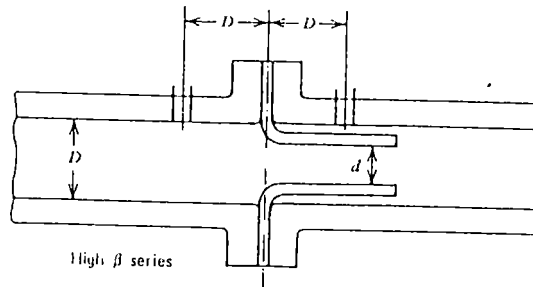
Εδώ το φράγμα νοείται ως μια κατασκευή , κάθετη στο κανάλι , που επιτρέπει στο νερό να περάσει μέσα από μια συγκεκριμένη δίοδο. Το σχήμα 25 δείχνει ένα τέτοιο φράγμα εγκατεστημένο σ'έναν χείμαρρο. Υπάρχουν πολλοί τύποι φραγμάτων ανάλογα με το σχήμα της διόδου που έχουν.

Διακρίνουμε λοιπόν τα ορθογώνια (το σχήμα 26 δίνει μερικές βασικές διαστάσεις για ένα ορθογώνιο φράγμα.) , τα τριγωνικά (ή σχήματος -V- βλέπε σχ 27) , τα κυκλικά ή ακόμη πιο ειδικού σχεδιασμού, όπως τα παραβολικά ή σχήματος τραπεζίου (βλέπε σχ. 28).

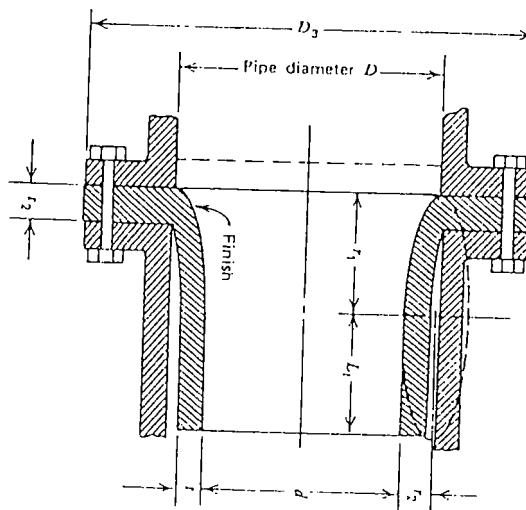
Εικόνα 25:



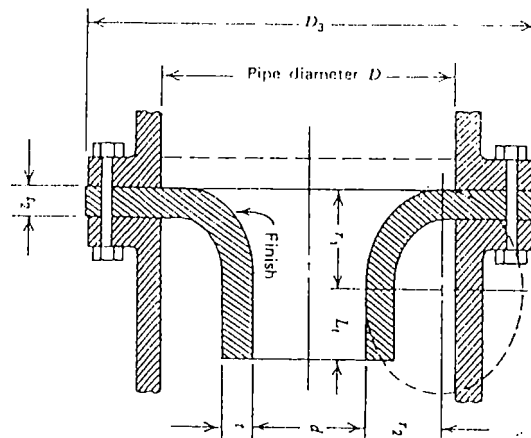
Εικόνα 26:



Εικόνα 27:



Εικόνα 28:



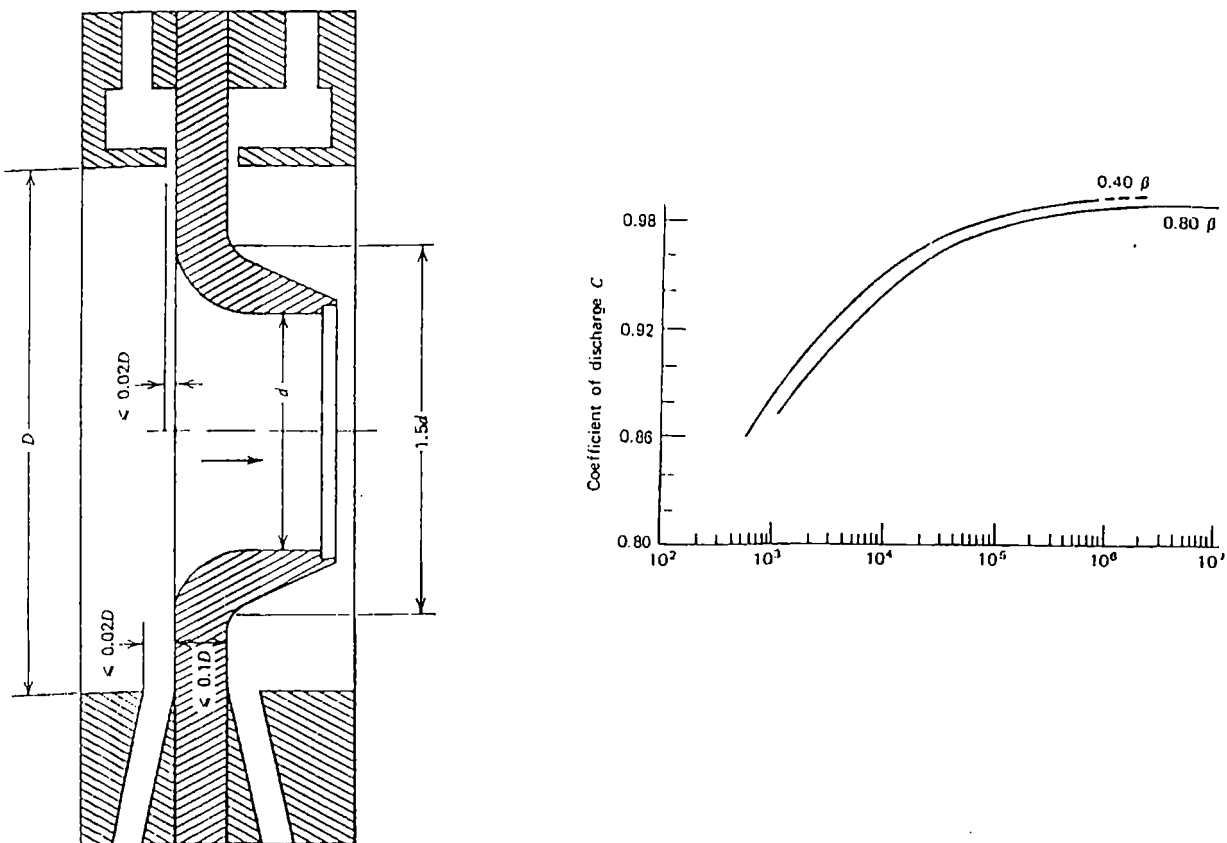
Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

Τα τελευταία μάλιστα , δίνουν έναν σταθερό συντελεστή εκφόρτισης ($C = Q_{act} / Q_{the}$) και έτσι δίνουν τη ροή κατ'ευθείαν , ανάλογα με το ύψος του νερού .

Εφόσον ληφθούν υπόψη, το είδος της ροής, το είδος του φράγματος , οι διαστάσεις αυτού και τέλος οι διάφορες απώλειες [τριβές με τα τοιχώματα που συνυπολογίζονται με τον συντελεστής εκφόρτισης

$C = Q_{πραγμ} / Q_{θεωριτ}$ ο οποίος για κάθε τύπο φράγματος εξαρτάται από το ύψος του μετώπου του νερού h (βλέπε σχ 29, για τον ορθογώνιο τύπο)] τότε με μαθηματικές εξισώσεις μπορεί να υπολογιστεί η αντίστοιχη παροχή. Έτσι , προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες .

Εικόνα 29:



Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός
παροχής

**Πίνακας 1: Τιμές παροχών για φράγματα
ορθογώνιου τύπου.**

Head (cm)	Weir Opening Width (cm)											
	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	60.0	90.0	120.0	180.0	240.0	300.0
2	.24	.50	.76	1.02	1.28	1.54	3.10	4.66	6.22	9.35	12.47	15.59
4	.62	1.35	2.09	2.83	3.56	4.30	8.71	13.13	17.55	26.38	35.21	44.04
6	1.03	2.38	3.73	5.08	6.44	7.79	15.90	24.01	32.13	48.35	64.58	80.80
8	1.42	3.50	5.58	7.66	9.74	11.82	24.31	36.80	49.30	74.28	99.26	124.24
10	1.75	4.65	7.56	10.47	13.38	16.29	33.75	51.20	68.66	103.57	138.48	173.39
12	1.99	5.81	9.64	13.46	17.29	21.11	44.06	67.00	89.95	135.84	181.73	227.63
14	2.12	6.94	11.76	16.58	21.40	26.22	55.13	84.05	112.96	170.79	228.63	286.46
16	2.12	8.01	13.90	19.78	25.67	31.56	66.89	102.22	137.54	208.20	278.86	349.51
18	1.97	8.99	16.02	23.04	30.07	37.10	79.25	121.41	163.56	247.87	332.18	418.49
20	1.65	9.87	18.10	26.33	34.56	42.79	92.16	141.53	190.91	289.65	388.40	487.14
22	1.14	10.63	20.13	29.62	39.11	48.61	105.57	162.53	219.49	333.41	447.33	561.25
24	.43	11.25	22.07	32.88	43.70	54.52	119.42	184.32	249.22	379.03	508.83	638.63
26		11.71	23.91	36.10	48.30	60.50	133.68	206.86	280.04	426.40	572.76	719.13
28		12.00	25.63	39.26	52.89	66.52	148.30	230.09	311.88	475.45	639.02	802.59
30		12.09	27.21	42.33	57.45	72.56	163.27	253.97	344.67	526.08	707.46	888.89
32		11.99	28.64	45.30	61.95	78.61	178.53	278.45	378.37	578.22	778.06	977.91
34		11.67	29.91	48.15	66.39	84.63	194.07	303.50	412.94	631.81	850.68	1069.55
36		11.13	31.00	50.87	70.74	90.62	209.85	329.08	448.31	686.78	925.24	1163.70
38		10.34	31.90	53.45	75.00	96.55	225.85	355.16	484.46	743.07	1001.68	1260.29
40		9.31	32.58	55.86	79.13	102.41	242.05	381.70	521.35	800.64	1079.93	1358.22
42		8.01	33.05	58.10	83.14	108.18	258.43	408.68	558.93	859.43	1159.93	1460.42
44		6.44	33.30	60.15	87.00	113.85	274.96	436.07	597.17	919.39	1241.61	1563.83
46		4.59	33.30	62.00	90.70	119.40	291.62	463.84	636.05	980.49	1324.92	1669.36
48		2.45	33.04	63.64	94.23	124.83	308.40	491.97	675.54	1042.68	1409.81	1776.95
50			32.53	65.05	97.58	130.11	325.27	520.43	715.59	1105.91	1496.24	1886.56
52			31.74	66.24	100.73	135.23	342.22	549.21	756.19	1170.17	1584.11	1998.12
54			30.67	67.17	103.68	140.19	359.23	578.27	797.32	1235.40	1673.49	2111.58
56			29.30	67.86	106.41	144.96	376.29	607.61	838.94	1301.58	1764.23	2226.68
58			27.63	68.27	108.91	149.55	393.37	637.20	881.03	1368.68	1856.33	2343.99
60			25.65	68.41	111.17	153.93	410.47	667.02	923.57	1436.66	1949.75	2462.85
62			23.35	68.27	113.18	158.09	427.57	697.06	966.54	1505.50	2044.46	2583.42
64			20.73	67.83	114.93	162.04	444.66	727.29	1009.91	1575.16	2140.41	2705.65
66			17.76	67.09	116.42	165.75	461.72	757.70	1053.67	1645.62	2237.57	2829.52
68			14.44	66.03	117.62	169.21	478.74	788.27	1097.80	1716.86	2335.92	2954.98
70			10.78	64.66	118.54	172.42	495.70	818.99	1142.28	1788.85	2435.42	3081.99
72			6.74	62.95	119.16	175.36	512.60	849.84	1187.08	1861.56	2536.04	3210.52
74			2.34	60.91	119.47	178.04	529.42	880.81	1232.20	1934.98	2637.75	3340.53
76				58.52	119.47	180.43	546.16	911.88	1277.61	2009.07	2740.53	3471.99
78				55.77	119.15	182.52	562.79	943.05	1323.31	2083.83	2844.35	3604.87
80				52.66	118.45	184.32	579.30	974.28	1369.25	2159.22	2949.18	3739.13
82				49.19	117.50	185.81	595.70	1005.58	1415.46	2235.23	3054.99	3874.76
84				45.33	116.16	186.99	611.96	1036.93	1461.90	2311.84	3161.77	4011.71
86				41.09	114.46	187.83	628.07	1068.31	1508.55	2389.02	3265.49	4149.97
88				36.45	112.40	188.35	644.03	1099.72	1555.40	2466.77	3378.12	4299.50
90				31.42	109.97	188.52	659.83	1131.13	1602.44	2545.05	3487.66	4430.27
92				25.98	107.16	188.35	675.45	1162.55	1649.66	2623.95	3593.07	4572.27
94				20.12	103.97	187.81	690.89	1193.96	1697.03	2703.18	3709.32	4715.47
96				13.85	100.38	186.92	706.13	1225.34	1744.56	2782.98	3821.41	4859.84
98				7.14	96.39	185.65	721.17	1256.69	1792.22	2863.26	3934.31	5005.36
100					92.00	184.00	736.00	1288.00	1840.00	2944.00	4048.00	5152.00

Ο πίνακας 1 αφορά τα φράγματα ορθογωνίου τύπου. Οι παροχές δίνονται σε σχέση με τις τιμές του ύψους του νερού και για διαφορετικά πλάτη του φράγματος (πλάτος=L , βλ εικ 26).

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός
παροχής

**Πίνακας 2: Παροχές για φράγματα τύπου
Cipolletti.**

Head (cm)	Weir Opening Width (cm)											
	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	60.0	90.0	120.0	180.0	240.0	300.0
2	.19	.39	.58	.77	.97	1.16	2.32	3.49	4.65	6.97	9.30	11.62
4	.55	1.10	1.64	2.19	2.74	3.29	6.58	9.86	13.15	19.73	26.30	32.88
6	1.01	2.01	3.02	4.03	5.03	6.04	12.08	18.12	24.16	36.24	48.32	60.40
8	1.55	3.10	4.65	6.20	7.75	9.30	18.60	27.90	37.20	55.80	74.40	93.00
10	2.17	4.33	6.50	8.66	10.83	13.00	25.99	38.99	51.99	77.98	103.98	129.97
12	2.85	5.69	8.54	11.39	14.24	17.08	34.17	51.25	68.34	102.51	136.68	170.85
14	3.59	7.18	10.76	14.35	17.94	21.53	43.06	64.59	86.12	129.18	172.24	215.29
16	4.38	8.77	13.15	17.54	21.92	26.30	52.61	78.91	105.22	157.82	210.43	263.04
18	5.23	10.46	15.69	20.92	26.16	31.39	62.77	94.16	125.55	188.32	251.10	313.87
20	6.13	12.25	18.38	24.51	30.63	36.76	73.52	110.28	147.04	220.57	294.09	367.61
22	7.07	14.14	21.21	28.27	35.34	42.41	84.82	127.23	169.64	254.46	339.29	424.11
24	8.05	16.11	24.16	32.22	40.27	48.32	96.65	144.97	193.29	289.94	386.59	483.24
26	9.08	18.16	27.24	36.33	45.41	54.49	108.98	163.46	217.95	326.93	435.90	544.88
28	10.15	20.30	30.45	40.60	50.75	60.89	121.79	182.68	243.58	365.37	487.16	608.95
30	11.26	22.51	33.77	45.02	56.28	67.53	135.07	202.60	270.14	405.21	540.27	675.34
32	12.40	24.80	37.20	49.60	62.00	74.40	148.80	223.20	297.60	446.39	595.19	743.99
34	13.58	27.16	40.74	54.32	67.90	81.48	162.96	244.45	325.93	488.89	651.85	814.82
36	14.80	29.59	44.39	59.18	73.98	88.78	177.55	266.33	355.10	532.66	710.21	887.76
38	16.05	32.09	48.14	64.18	80.23	96.28	192.55	288.83	385.10	577.65	770.21	962.76
40	17.33	34.66	51.99	69.32	86.65	103.98	207.95	311.93	415.90	623.85	831.81	1039.76
42	18.65	37.29	55.94	74.58	93.23	111.87	223.74	335.61	447.48	671.22	894.96	1118.71
44	19.99	39.99	59.98	79.97	99.96	119.96	239.91	359.87	479.82	719.73	959.65	1199.56
46	21.37	42.74	64.11	85.48	106.86	128.23	256.45	384.68	512.91	769.36	1025.81	1282.27
48	22.78	45.56	68.34	91.12	113.90	136.68	273.36	410.04	546.72	820.08	1093.44	1366.80
50	24.22	48.44	72.66	96.87	121.09	145.31	290.62	435.93	581.24	871.86	1162.48	1453.10
52	25.69	51.37	77.06	102.74	128.43	154.12	308.23	462.35	616.46	924.69	1232.93	1541.16
54	27.18	54.36	81.55	108.73	135.91	163.09	326.18	489.28	652.37	978.55	1304.74	1630.92
56	28.71	57.41	86.12	114.82	143.53	172.24	344.47	516.71	688.94	1033.42	1377.89	1722.36
58	30.26	60.51	90.77	121.03	151.29	181.54	363.09	544.63	726.18	1089.27	1452.36	1815.45
60	31.84	63.67	95.51	127.34	159.18	191.02	382.03	573.05	764.06	1146.09	1528.12	1910.16
62	33.44	66.88	100.32	133.76	167.20	200.65	401.29	601.94	802.58	1203.87	1605.16	2006.45
64	35.07	70.14	105.22	140.29	175.36	210.43	420.86	631.30	841.73	1262.59	1683.46	2104.32
66	36.73	73.46	110.19	146.92	183.64	220.37	440.75	661.12	881.49	1322.24	1762.98	2203.73
68	38.41	76.82	115.23	153.74	192.35	230.47	460.93	691.40	921.86	1382.79	1843.72	2304.65
70	40.12	80.24	120.35	160.47	200.59	240.71	481.41	722.12	962.83	1444.24	1925.66	2407.07
72	41.85	83.70	125.55	167.40	209.25	251.10	502.19	753.29	1004.39	1506.58	2008.77	2510.96
74	43.61	87.21	130.82	174.42	218.03	261.63	523.26	784.89	1046.52	1569.79	2093.05	2616.31
76	45.38	90.77	136.15	181.54	226.92	272.31	544.62	816.93	1089.24	1633.85	2178.47	2723.09
78	47.19	94.38	141.56	188.75	235.94	283.13	566.26	849.39	1132.51	1698.77	2265.03	2831.29
80	49.01	98.03	147.04	196.06	245.07	294.09	588.18	882.26	1176.35	1764.53	2352.70	2940.88
82	50.86	101.73	152.59	203.46	254.32	305.18	610.37	915.55	1220.74	1831.11	2441.48	3051.85
84	52.74	105.47	158.21	210.95	263.68	316.42	632.84	949.25	1265.67	1898.51	2531.34	3164.18
86	54.63	109.26	163.89	218.52	273.15	327.79	655.57	983.36	1311.14	1966.71	2622.28	3277.85
88	56.55	113.10	169.64	226.19	282.74	339.29	678.57	1017.86	1357.14	2035.72	2714.29	3392.86
90	58.49	116.97	175.46	233.95	292.43	350.92	701.84	1052.75	1403.67	2105.51	2807.34	3509.18
92	60.45	120.89	181.34	241.79	302.23	362.68	725.36	1088.04	1450.72	2176.08	2901.44	3626.80
94	62.43	124.86	187.29	249.71	312.14	374.57	749.14	1123.71	1498.28	2247.42	2996.56	3745.70
96	64.43	128.86	193.29	257.73	322.16	386.59	773.18	1159.76	1546.35	2319.53	3092.71	3865.88
98	66.46	132.91	199.37	265.82	332.28	398.73	797.46	1196.20	1594.93	2392.39	3189.85	3987.32
100	68.50	137.00	205.50	274.00	342.50	411.00	822.00	1233.00	1644.00	2466.00	3288.00	4110.00

Ο πίνακας 2 αφορά φράγματα τύπου **Cipolletti** (εμπνευστής του τύπου Τραπεζίου με αναλογία οριζόντιας προς κάθετη πλευρά 1:4 βλ σχ 28).

**Πίνακας 3: Παροχές για ένα φράγμα σχήματος
ορθογωνίου τριγώνου.**

Head (cm)	Discharge	Head (cm)	Discharge	Head (cm)	Discharge	Head (cm)	Discharge
.5	.00	15.0	14.03	31.5	76.30	47.0	207.47
1.0	.01	16.5	15.15	32.0	79.36	47.5	213.04
1.5	.04	17.0	16.32	32.5	82.50	48.0	218.69
2.0	.08	17.5	17.55	33.0	85.70	48.5	224.43
2.5	.14	18.0	18.83	33.5	88.99	49.0	230.26
3.0	.21	18.5	20.17	34.0	92.35	49.5	236.17
3.5	.31	19.0	21.56	34.5	95.78	50.0	242.18
4.0	.44	19.5	23.00	35.0	99.29	50.5	248.28
4.5	.59	20.0	24.51	35.5	102.87	51.0	254.48
5.0	.77	20.5	26.07	36.0	106.53	51.5	260.76
5.5	.97	21.0	27.69	36.5	110.27	52.0	267.13
6.0	1.21	21.5	29.36	37.0	114.08	52.5	273.60
6.5	1.48	22.0	31.10	37.5	117.98	53.0	280.16
7.0	1.78	22.5	32.90	38.0	121.95	53.5	286.82
7.5	2.11	23.0	34.76	38.5	126.00	54.0	293.57
8.0	2.48	23.5	36.68	39.0	130.13	54.5	300.41
8.5	2.89	24.0	38.66	39.5	134.34	55.0	307.35
9.0	3.33	24.5	40.70	40.0	138.63	55.5	314.38
9.5	3.81	25.0	42.81	40.5	143.01	56.0	321.51
10.0	4.33	25.5	44.99	41.0	147.46	56.5	328.73
10.5	4.89	26.0	47.22	41.5	152.00	57.0	336.05
11.0	5.50	26.5	49.53	42.0	156.62	57.5	343.47
11.5	6.14	27.0	51.90	42.5	161.32	58.0	350.99

Τέλος, στον πίνακα 3 βλέπει κανείς τις παροχές για ένα φράγμα σχήματος ορθογωνίου τριγώνου. Εδώ ας παρατηρηθεί , ότι μόνο μια παράμετρος , το ύψος του νερού h , δίνει την αντίστοιχη παροχή.

Όλοι οι πίνακες προϋποθέτουν συνθήκες ελεύθερης ροής (ύψος νερού πάνω απ'το φράγμα, τουλάχιστον 3 -5 cm). Τέλος , οι μετρήσεις αυτές, βασίστηκαν στη διατήρηση του ύψους του νερού πάνω στο φράγμα στο $1/3$ του συνολικού βάθους που έχει το νερό που πριν φτάσει στο φράγμα .

Αυτή η αναγκαιότητα της μείωσης του ύψους του νερού στο φράγμα , για τη σωστή λειτουργία του ,είναι ένα σοβαρό μειονέκτημα διότι μειώνει την ακρίβειά του. Ακόμη , για τα ορθογώνια και σχήματος τραπεζίου φράγματα το ύψος του νερού δεν πρέπει να εκτείνεται πέρα του $1/3$ του πλάτους της βάσης τους L.

Γενικότερα στα φράγματα πρέπει να εξασφαλίζεται μια ταχύτητα ροής όχι πέρα των 15 cm /sec. Τέλος πρέπει να είναι κάθετα στη διεύθυνση της ροής .

Αξίζει να σημειώσουμε ότι τα ορθογώνια και **Cipolletti** φράγματα γίνονται ανακριβή, όταν η ροή πέσει τόσο πολύ που να αποχαρακτηριστεί απο ελεύθερη (**free flow**).

Γι' αυτές τις περιπτώσεις τα τριγωνικά φράγματα είναι τα κατάλληλα. Σ'αυτά , οι συνθήκες ελεύθερης ροής διατηρούνται ακόμη κι αν η ροή πέσει , γιατί τότε η κορυφή (επιφάνια επαφής με το νερό) πλησιάζει το μηδέν.

Επίσης μπορεί να υπολογίσει με μεγαλύτερη ακρίβεια την παροχή , στην περίπτωση που η ροή δεν είναι σταθερή αλλά κυμαίνεται. Τέλος χρειάζεται πρόβλεψη , ώστε το νερό να μην υπερχειλίζει .

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

Εγκατάσταση φράγματος. Η σωστή εγκατάσταση ενός φράγματος παίζει μεγάλο ρόλο στη ακρίβειά του. Ένα φράγμα φτιάχνεται κάθετα σ'ένα κανάλι ή ξεχωριστά σ'ένα πλαίσιο με κανάλια και απ'τις δυο μεριές.

Στο σχήμα 20 φαίνεται το τεχνικοδομικό πλαίσιο ενός φράγματος. Οι διαστάσεις της κατασκευής για διάφορες διακυμάνσεις ροής και τύπους φραγμάτων φαίνονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4: Παρουσιάζονται οι διαστάσεις της κατασκευής για διάφορες διακυμάνσεις ροής και τύπους φραγμάτων

Rectangular and Trapezoidal Weirs with End Contractions										
Flow (Cubic meters/hr)	H Maximum Head	L Length of Weir Crest	A Length of Box above Weir Notch	K Length of Box below Weir Notch	B Total Width of Box	E Total Depth of Box	C End of Crest to Side	D Crest to Bottom	H Look Gage Distance Upstream	G Look Gage Distance Across Stream
50 to 300	0.30	0.30	1.83	0.61	1.68	1.07	0.69	0.61	1.22	0.61
200 to 500	0.34	0.46	2.13	0.91	2.13	1.22	0.84	0.76	1.37	0.61
400 to 800	0.36	0.61	2.44	1.22	2.59	1.37	0.99	0.84	1.52	0.76
600 to 1400	0.40	0.91	2.74	1.52	3.66	1.52	1.37	0.99	1.68	0.91
1000 to 2200	0.46	1.22	3.05	1.83	4.27	1.68	1.52	1.07	1.83	0.91

90° Triangular Notch Weir										
Flow (Cubic meters/hr)	H Maximum Head	L Length of Weir Crest	A Length of Box above Weir Notch	K Length of Box below Weir Notch	B Total Width of Box	E Total Depth of Box	C End of Crest to Side	D Crest to Bottom	H Look Gage Distance Upstream	G Look Gage Distance Across Stream
50 to 250	0.30	..	1.83	0.61	1.52	0.91	0.76	0.46	1.22	0.61
200 to 450	0.38	..	1.98	2.59	1.98	0.99	0.99	0.46	1.52	0.76

⊗ **Συντήρηση φράγματος:** Τα φράγματα, επιτυγχάνουν ακρίβεια $\pm 5\%$ στα πεδία εφαρμογής. Οι διαστάσεις τους πρέπει να διατηρούνται σωστές γι' αυτό απαιτείται περιοδικός καθαρισμός από τις φερτές ύλες.

Πλεονεκτήματα: Τα φράγματα έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα.

⊗ Εξασφαλίζουν ακριβείς μετρήσεις.

Είναι εύκολα στη κατασκευή και απαιτούν περιορισμένη συντήρηση .

Διάφορα επιπλέοντα αντικείμενα θα περάσουν από τη δίοδο χωρίς καμία μόνιμη επίδραση στην εκφόρτιση. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής .

Μειονεκτήματα: Τα κυριότερα μειονεκτηματά τους είναι τα εξής:

⊗ Απαιτούν αρκετή απώλεια ύψους .

Μεγάλα κομμάτια υλικών μπορεί να επηρεάσουν την εκφόρτιση. Συνήθως απαιτείται χειρονακτικός καθαρισμός .

Το καλιμπράρισμά τους , αλλάζει , αν αλλάξει πιο πάνω το σχήμα του καναλιού ή συμβεί συσσώρευση υλικού.

Μέτρηση του βάθους του νερού. Η ακριβής μέτρηση του βάθους είναι απαραίτητη όταν τα φράγματα ή οι κατασκευές **flumes** χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ροής.

Για το σκοπό αυτό εκμεταλεύεται η αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων: Σε μια απόσταση τουλάχιστον 4h πριν το φράγμα ανοίγεται ένα πηγάδι

που επικοινωνεί με το φράγμα μέσω ενός υπόγειου σωλήνα.

Η επιφάνεια του πηγαδιού πρέπει να είναι 100 φορές μεγαλύτερη απ'αυτή του σωλήνα σύνδεσης. Έτσι στο ήρεμο νερό του πηγαδιού αυτού , μετριέται ουσιαστικά το βάθος του νερού του καναλιού και απ' αυτό , του φράγματος.

Κατασκευές flumes

Αυτά , μετράνε τη ροή στενεύοντας ένα ανοικτό κανάλι τόσο ώστε στη περιοχή του στενώματος (**throat**) το ύψος και η ταχύτητα του νερού να γίνουν σταθερές.

Το στένωμα αυτό γίνεται σε οριζόντια κατεύθυνση και με κατηφορική κλίση του δαπέδου . Στο σχήμα 21 φαίνεται η γενική τους διάταξη.

Τα διαφορετικά ύψη του νερού μετριοούνται από τα πηγάδια A και B. Στη περίπτωση όμως της ελεύθερης ροής (όταν το ύψος του B είναι το 60 % ή λιγότερο, του ύψους του A) αρκεί η μέτρηση στο A.

Πρόβλεψη επίσης χρειάζεται ώστε το νερό να μην υπερχειλίζει από τις πλευρές . Ο πίνακας 5, δίνει τις παροχές για διάφορες τιμές του ύψους στο A σε συνθήκες ελεύθερης ροής .

Σε σχέση με τα φράγματα τώρα , περιορίζονται αρκετά προβλήματα:

Λόγω της μεγαλύτερης ταχύτητας που αναπτύσσεται, περιορίζεται η συσσώρευση φερτών υλών. Οι συνθήκες ροής πριν το στένωμα , επίσης δεν επηρεάζουν τις μετρήσεις του ύψους και της παροχής.

Τέλος απαιτείται λιγότερη απώλεια ύψους , παρόλες τις προστατευτικές κατασκευές που υπάρχουν πριν το στένωμα. Ωστόσο , το κόστος και η δυσκολία τους είναι μεγαλύτερα .

Η ακρίβειά τους εξαρτάται από τη σωστή επιλογή και εγκάτάστασή τους , τη καλή συντήρηση και την ακρίβεια μέτρησης του ύψους . κυμαίνεται δε στο + - 5% από την πραγματική τιμή.

Ανάλογα με το εύρος της ροής που πρέπει να υπολογιστεί , επιλέγονται οι μεταβλητές παράμετροι του ύψους Β σύμφωνα πάντα με τις αρχές σωστής λειτουργίας του συστήματος.

Ο πίνακας 6 σε συνδυασμό με τα σχήματα 22 & 23 δίνει τις σταθερές (ανεξάρτητες από τι εύρος ροής χρειάζεται να μετρηθεί) διαστάσεις. Το υλικό κατασκευής μπορεί να είναι τσιμέντο, ξύλο, τούβλο ή μέταλλο.

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός
παροχής

Πίνακας 5: Δίνει τις παροχές για διάφορες τιμές του ύψους στο Α σε συνθήκες ελεύθερης ροής .

Head (cm)	Flume Opening Width (cm)											
	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	60.0	90.0	120.0	180.0	240.0	300.0
2	.36	.66	.95	1.23	1.50	1.77	3.28	4.70	6.07	8.71	11.23	14.06
4	.97	1.55	2.68	3.49	4.29	5.07	9.60	13.92	18.12	26.28	34.20	42.63
6	1.75	3.36	4.91	6.43	7.93	9.40	17.98	26.26	34.35	50.15	65.58	81.55
8	2.66	5.14	7.55	9.92	12.26	14.57	28.08	41.20	54.08	79.33	104.09	129.22
10	3.68	7.25	10.54	13.88	17.18	20.46	39.67	58.43	76.89	113.21	148.95	184.67
12	4.80	9.27	13.84	18.27	22.65	27.00	52.62	77.73	102.51	151.39	199.61	247.22
14	6.00	11.76	17.43	23.04	28.60	34.13	66.81	98.94	130.72	193.55	255.68	316.37
16	7.29	14.53	21.28	28.17	35.01	41.82	82.16	121.95	161.37	239.46	316.83	391.72
18	8.65	17.26	25.37	33.63	41.85	50.03	98.61	146.64	194.31	288.91	382.79	472.95
20	10.08	19.93	29.70	39.41	49.09	58.72	116.09	172.93	229.44	341.74	453.36	559.81
22	11.57	22.95	34.25	45.50	56.71	67.89	134.56	200.76	266.66	397.81	528.35	652.03
24	13.13	26.10	39.00	51.86	64.69	77.50	153.97	230.06	305.88	456.99	607.58	749.42
26	14.75	29.38	43.96	58.50	73.03	87.53	174.30	250.77	347.04	519.18	690.92	851.82
28	16.43	32.78	49.10	65.41	81.70	97.98	195.50	282.84	390.07	564.27	778.24	959.05
30	18.16	36.30	54.44	72.57	90.70	108.82	217.55	326.24	434.91	652.19	869.42	1070.96
32	19.94	39.93	59.95	79.97	100.01	120.05	240.43	360.93	481.51	722.85	964.37	1187.49
34	21.78	43.66	65.63	87.61	109.62	131.65	264.10	396.86	529.82	796.19	1062.98	1308.44
36	23.66	47.53	71.48	95.49	119.33	143.61	288.53	434.01	579.81	872.13	1165.16	1433.73
38	25.59	51.49	77.50	103.58	129.73	155.92	313.75	472.34	631.42	950.63	1270.85	1563.30
40	27.57	55.54	83.67	111.90	140.21	168.58	339.70	511.83	684.63	1031.61	1379.97	1697.01
42	29.60	59.70	90.00	120.43	150.96	181.57	366.37	552.46	739.39	1115.04	1492.44	1834.80
44	31.67	63.95	96.47	129.16	161.97	194.88	393.75	594.19	795.68	1200.86	1608.20	1976.57
46	33.78	68.29	103.10	138.10	173.25	208.52	421.81	637.01	853.47	1289.04	1727.20	2122.27
48	35.93	72.73	109.87	147.24	184.78	222.47	450.56	680.90	912.72	1379.51	1849.37	2271.82
50	38.12	77.25	116.78	156.57	196.57	236.72	479.97	725.83	973.42	1472.26	1974.67	2425.16
52	40.36	81.86	123.83	166.10	208.59	251.28	510.04	771.79	1035.54	1567.23	2103.05	2582.23
54	42.63	86.56	131.01	175.81	220.86	266.13	540.74	818.76	1099.05	1664.41	2234.45	2742.96
56	44.94	91.34	138.33	185.70	233.36	281.27	572.08	868.73	1163.93	1763.74	2368.83	2907.30
58	47.29	96.21	145.77	195.77	246.10	296.69	604.04	915.67	1230.17	1865.20	2506.15	3075.20
60	49.68	101.25	153.35	206.02	259.06	312.39	636.60	965.38	1297.73	1968.76	2646.38	3246.62
62	52.10	106.18	161.05	216.45	272.25	328.37	669.77	1016.44	1366.61	2074.39	2789.46	3421.49
64	54.56	111.28	168.87	227.05	285.66	344.62	703.54	1068.24	1436.79	2182.07	2935.37	3599.79
66	57.05	116.46	176.82	237.81	299.28	361.14	737.88	1120.95	1508.24	2291.76	3084.07	3781.46
68	59.58	121.72	184.88	248.74	313.12	377.92	772.81	1174.58	1580.95	2403.45	3235.52	3966.46
70	62.14	127.05	193.07	259.84	327.17	394.96	808.30	1229.11	1654.91	2517.10	3389.70	4154.76
72	64.74	132.45	201.37	271.09	341.43	412.26	844.35	1284.53	1730.10	2632.70	3546.57	4346.31
74	67.37	137.93	209.78	282.51	355.89	429.80	880.96	1340.82	1806.50	2750.23	3706.10	4541.08
76	70.03	143.47	218.31	294.08	370.56	447.60	918.12	1397.99	1884.11	2869.65	3868.26	4739.04
78	72.72	149.09	226.95	305.81	385.42	465.64	955.81	1456.00	1962.90	2990.96	4033.04	4940.15
80	75.44	154.78	235.70	317.69	400.48	483.93	994.04	1514.57	2042.87	3114.12	4200.39	5144.38
82	78.20	160.53	244.56	329.72	415.74	502.45	1032.80	1574.57	2123.99	3239.13	4370.30	5351.69
84	80.98	166.35	253.53	341.90	431.19	521.22	1072.08	1635.11	2206.27	3365.97	4542.73	5562.06
86	83.79	172.24	262.60	354.23	446.83	540.21	1111.88	1696.46	2289.69	3494.61	4717.68	5775.46
88	86.64	178.20	271.78	366.70	462.66	559.44	1152.19	1758.63	2374.24	3625.04	4895.10	5991.85
90	89.51	184.22	281.06	379.32	478.67	578.90	1193.00	1821.60	2459.90	3757.24	5074.99	6211.22
92	92.42	190.30	290.44	392.08	494.87	598.58	1234.32	1885.36	2546.67	3891.20	5257.31	6433.53
94	95.35	196.43	299.93	404.99	511.25	618.49	1276.13	1949.92	2634.54	4026.90	5442.05	6658.76
96	98.31	202.66	309.51	418.03	527.81	638.62	1318.44	2015.26	2723.49	4164.32	5629.19	6886.88
98	101.30	208.94	319.19	431.21	544.55	658.97	1361.23	2081.37	2813.51	4303.46	5818.71	7117.88
100	104.31	215.27	328.98	444.52	561.47	679.54	1404.50	2148.24	2904.60	4444.30	6010.58	7351.72

Ροή υγρών , έλεγχος στάθμης και υπολογισμός παροχής

Πίνακας 6: Παρουσιάζει σε συνδυασμό με τα σχήματα 22 & 23 δίνει τις σταθερές (ανεξάρτητες από τι εύρος ροής χρειάζεται να μετρηθεί) διαστάσεις.

Throat Width w (cm)	A	B	C	D	E	F	G	K	N	X	Y	Refer To Fig. No.
2.5	36	35	9	17	23	8	20	2	0.3	0.8	1	10.54
5.0	42	41	14	21	25	11	25	2	1.7	1.6	2.5	10.54
7.5	47	46	18	26	38	15	30	2.5	5.7	2.5	3.8	10.54
15.0	62	61	39	39	46	30	61	7.6	11.4	5.1	7.6	10.54
23.0	88	86	38	57	61	30	46	7.6	11.4	5.1	7.6	10.54
30	137	134	61	85								10.55
61	152	150	91	121								10.55
91	168	165	122	157								10.55
122	183	179	152	194								10.55
152	198	194	183	230								10.55
183	213	209	213	266								10.55
213	229	224	244	303								10.55
244	244	239	274	340								10.55
305	274	268	335	412								10.55

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Asme: Measurements of quality of materials.**
2. **Beckwith Q Mechanical measurements.**
3. **Eckman Donald P: Industrial Instrumentation.**
4. **King, Horace: Hydraulics.**
5. **Norton Harry: handbook of Transducers for electronic measurement systems.**
6. **Wheaton F: Aquacultural engineering.**