



Αντλίες και Αντλιοστάσια

Π. Σιδηρόπουλος

Εργαστήριο Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Π.Θ.

E-mail: psidirop@uth.gr



Υδρευση Οικισμού

• Γενικοί κανόνες αντλιών & αντλιοστασίων

1. Εκλογή αντλιών

- ❖ Διάρκεια λειτουργίας
- ❖ Αριθμός αντλητικών συγκροτημάτων

2. Απαιτούμενοι χώροι αντλιοστασίων

3. Διαστάσεις αντλιοστασίων

4. Τύποι αντλιοστασίων

- I. Αντλιοστάσια γεωτρήσεων με υποβρύχιες αντλίες
- II. Αντλιοστάσια αντλιών βαθιών φρεάτων
- III. Υπόγεια αντλιοστάσια
- IV. Υπέργεια αντλιοστάσια
- V. Ειδικά αντλιοστάσια

5. Ειδικά αντλιοστάσια

- I. Πιεστικές δεξαμενές
- II. Αντλιοστάσια αύξησης πίεσης

○ Διάρκεια λειτουργίας

- ❖ Μέγιστος αριθμός ωρών λειτουργίας: 20 ωρ./ημ



Υδρευση Οικισμού

• Αναρρόφηση και Κατάθλιψη

ο Όταν απαιτείται μηχανική ανύψωση του νερού:

1. Από υπόγειους υδροφορείς στην επιφάνεια του εδάφους και
2. Από τη θέση σύλληψης του νερού (έργα υδροσυλλογής) στη δεξαμενή

ο Δύο (2) φάσεις άντλησης:

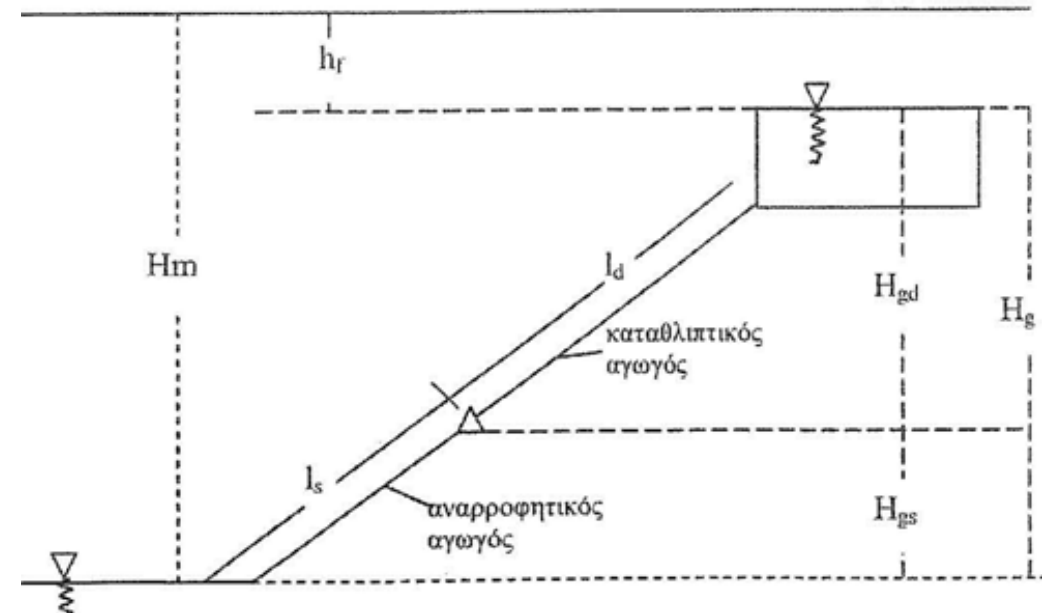
1. Αναρρόφηση: οδηγεί το νερό από το χαμηλότερο επίπεδο προς την αντλία

❖ $H_{gs} < 7m$

❖ Κάθε αντλία πρέπει να έχει δικό της ιδιαίτερο αγωγό αναρρόφησης → όσο γίνεται πιο μικρό μήκος και απολύτως στεγανός → διακόπτεται η άντληση αν περάσει αέρας

❖ Ταχύτητα ροής αναρρόφησης

$$V_{\text{αναρ}} < 1 \text{ m/s}$$





Υδρευση Οικισμού

• Αναρρόφηση και Κατάθλιψη

ο Δύο (2) φάσεις άντλησης:

2. Κατάθλιψη: οδηγεί το νερό από την αντλία σε δεξαμενή

❖ $H_{gd} > H_{gs} \rightarrow$ Το H_{gd} καθορίζεται από χαρακτηριστικά αντλίας

❖ Κάθε αντλία πρέπει να έχει δικό της ιδιαίτερο αγωγό κατάθλιψης \rightarrow όσο γίνεται πιο μικρό μήκος και απολύτως στεγανός \rightarrow διακόπτεται η άντληση αν περάσει αέρας

❖ Ταχύτητα ροής κατάθλιψης $>$ Ταχύτητα ροής αναρρόφησης ($V_{κατ.} > V_{αναρ.}$)

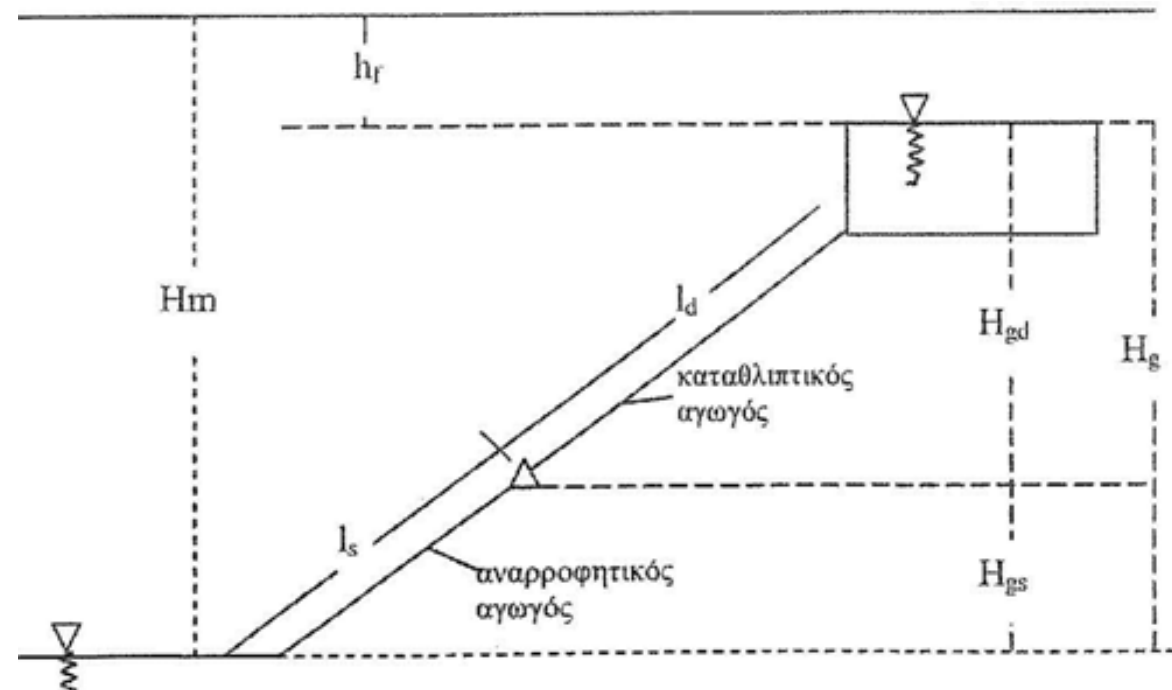
H_m : μανομετρικό ύψος ($H_g + h_f$)

h_f : απώλειες λόγω τριβών, στενώσεων

H_g : γεωδαιτικό ύψος ($H_{gs} + H_{gd}$)

H_{gs} : γεωδαιτικό ύψος αναρρόφησης

H_{gd} : γεωδαιτικό ύψος κατάθλιψης





Υδρευση Οικισμού

• Φυγόκεντρες αντλίες

ο Αποτελούνται από:

1. έναν στροφέα → την περωτή, που περιστρέφεται με πολύ μεγάλη ταχύτητα και
2. ένα περιβάλλον κιβώτιο → τον θάλαμο, με σχήμα σπειροειδές ή σωληνοειδές

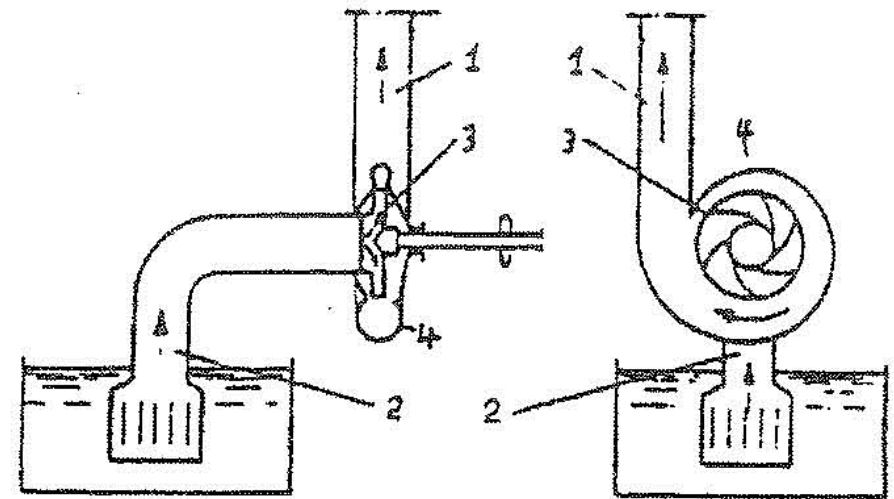
ο Λειτουργία σε 2 φάσεις:

1. Αύξηση της κινητικής ενέργειας του νερού, με την ταχύτατα περιστρεφόμενη περωτή
2. Μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ενέργειας πίεσης μέσα στο θάλαμο

ο Οι δύο αγωγοί – αναρροφητικός και καταθλιπτικός – συνδέονται με το θάλαμο της φυγόκεντρης αντλίας.

ο Η περωτή βρίσκεται μέσα στο περίβλημα σφηνωμένη στον άξονα.

ο Το νερό μπαίνει αξονικά στον θάλαμο, «αναρροφάται» από τον αγωγό αναρρόφησης, στέλνεται με φυγοκέντριση στην εξωτερική περίμετρο της περωτής και «καταθλίβεται» στον αγωγό κατάθλιψης,



1.- Σωλήνας κατάθλιψης
2.- Σωλήνας αναρρόφησης

3.- Περωτή
4.- Σπειροειδές κιβώτιο



Υδρευση Οικισμού

• Χαρακτηριστικά μεγέθη και καμπύλες αντλιών

- Οι φυγόκεντρες αντλίες προσδιορίζονται από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
 - την παροχή, Q , που αντλείται από την αντλία
 - το μανομετρικό ύψος, H_m
 - γεωδαιτικό ύψος, H_g ($H_{gs} + H_{gd}$)
 - την απαιτούμενη ισχύ (ενέργεια στον χρόνο), P , της αντλίας $\rightarrow P = \gamma Q H_m$
 - το βαθμό απόδοσης, $n \rightarrow n = \frac{\text{ωφελιμου εργου}}{\text{αναλωθισα ενεργεια}}$
- Στην ισχύ P , που προκύπτει συνήθως προσθέτουμε 15 ως 20%



Υδρευση Οικισμού

• Χαρακτηριστικά μεγέθη και καμπύλες αντλιών

- Δεδομένη συσχέτιση ανάμεσα στην παροχή Q , στο μανομετρικό ύψος H_m , και στην απαιτούμενη ισχύ P .
- Κάθε αντλία έχει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, τα οποία προσδιορίζονται πειραματικά και παριστάνονται με τις 3 χαρακτηριστικές καμπύλες:

1. $Q - H_m$

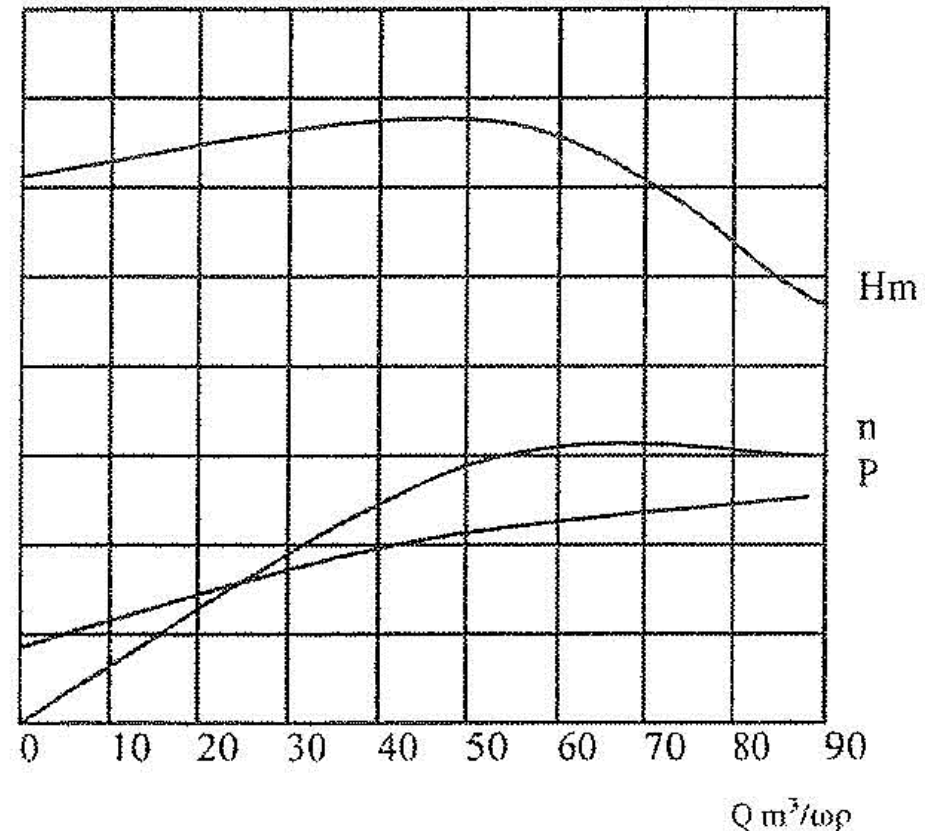
2. $\eta - Q$

3. $P - Q$

- Οι χαρακτηριστικές καμπύλες μπορεί να είναι σταθερές ή ασταθείς, ανάλογα με το αν είναι συνεχώς αύξουσες ή φθίνουσες (σταθερές) ή όχι.

- Η $Q - H_m$ του σχήματος είναι ασταθής, εφόσον υπάρχουν για την ίδια αντλία δύο διαφορετικές παροχές που ανυψώνονται στο ίδιο ύψος, H_m

η % PS



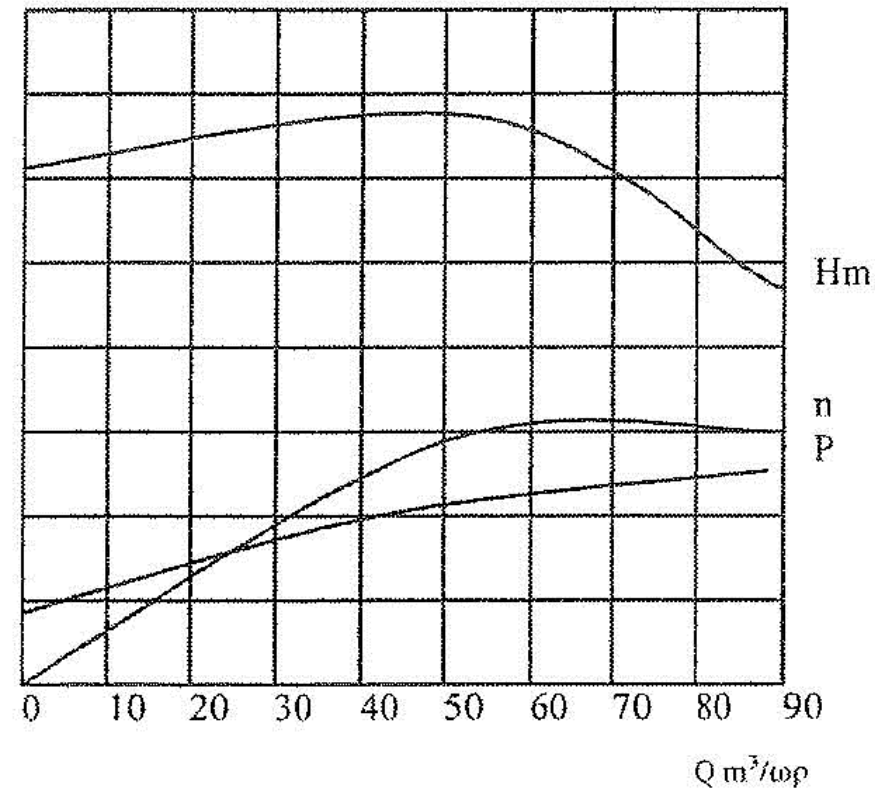


Υδρευση Οικισμού

• Χαρακτηριστικά μεγέθη και καμπύλες αντλιών

- Οι τρεις αυτές καμπύλες, σε συνδυασμό με την χαρακτηριστική του αγωγού, αποτελούν τη βάση για την εκλογή της φυγόκεντρης αντλίας.
- Οι αντλίες δεν πρέπει να λειτουργούν στην περιοχή του μέγιστου ύψους άντλησης → παρουσιάζουν διακυμάνσεις της παροχής τους.
- Συνίσταται να λειτουργούν για παροχές μεγαλύτερες από αυτές που αντιστοιχούν στο μέγιστο ύψος άντλησης.
- Η ισχύς, P , μεγαλώνει σταθερά με την παροχή και αρχίζει να πέφτει μετά το σημείο της μέγιστης αποδόσεως.

$m \% PS$



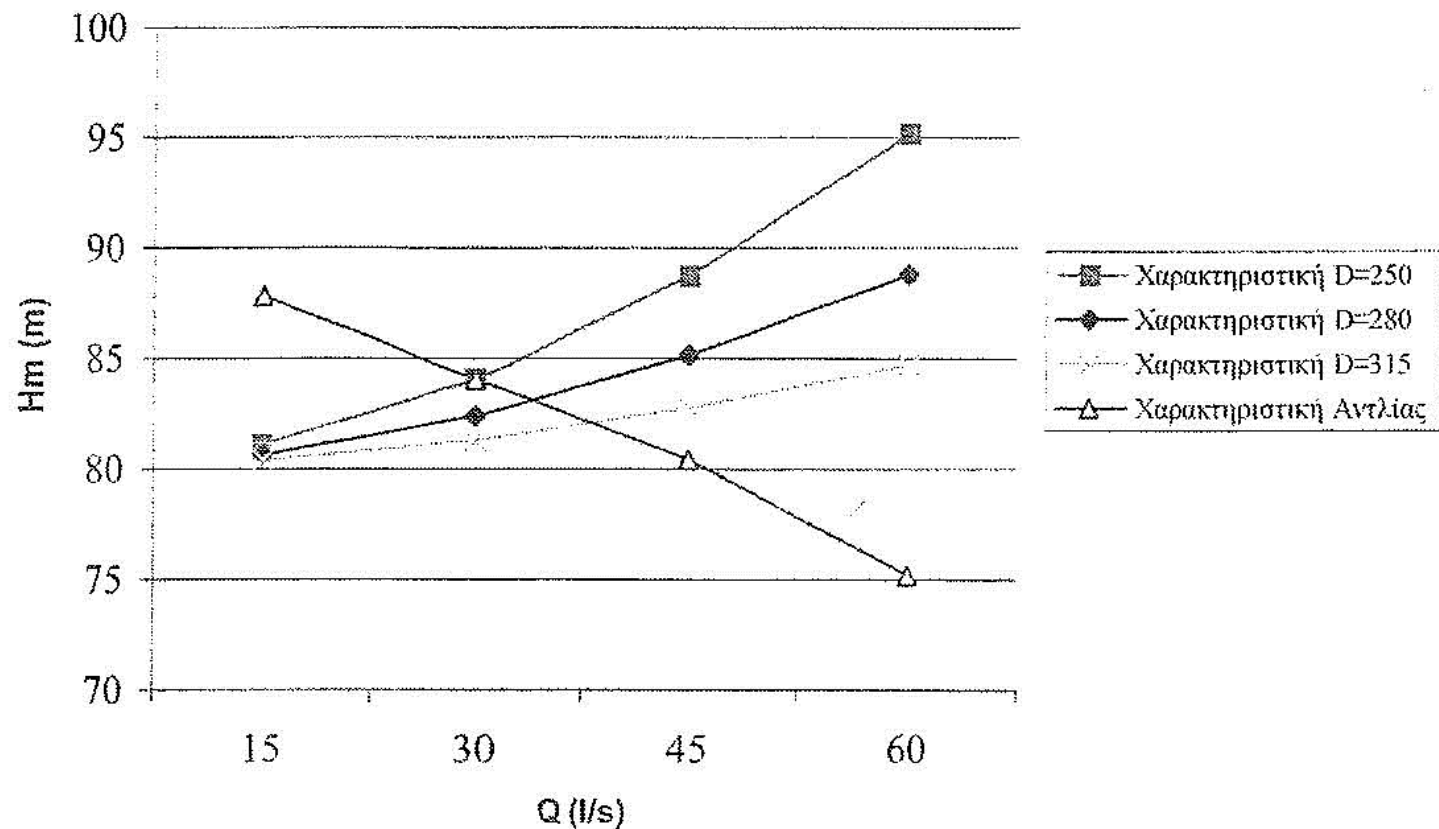


Υδρευση Οικισμού

• Χαρακτηριστικά μεγέθη και καμπύλες αντλιών

- Η χαρακτηριστική καμπύλη ενός αγωγού προκύπτει από το άθροισμα του γεωδαιτικού ύψους άντλησης, H_g , και των γραμμικών απωλειών στον αγωγό, h_f , συναρτήσεως της αντίστοιχης παροχής άντλησης.
- Σε κάθε παροχή, Q_i , αντιστοιχεί μία τιμή για το απαιτούμενο μανομετρικό ύψος

$$H_{mi} = H_g + h_{fi}$$





Υδρευση Οικισμού

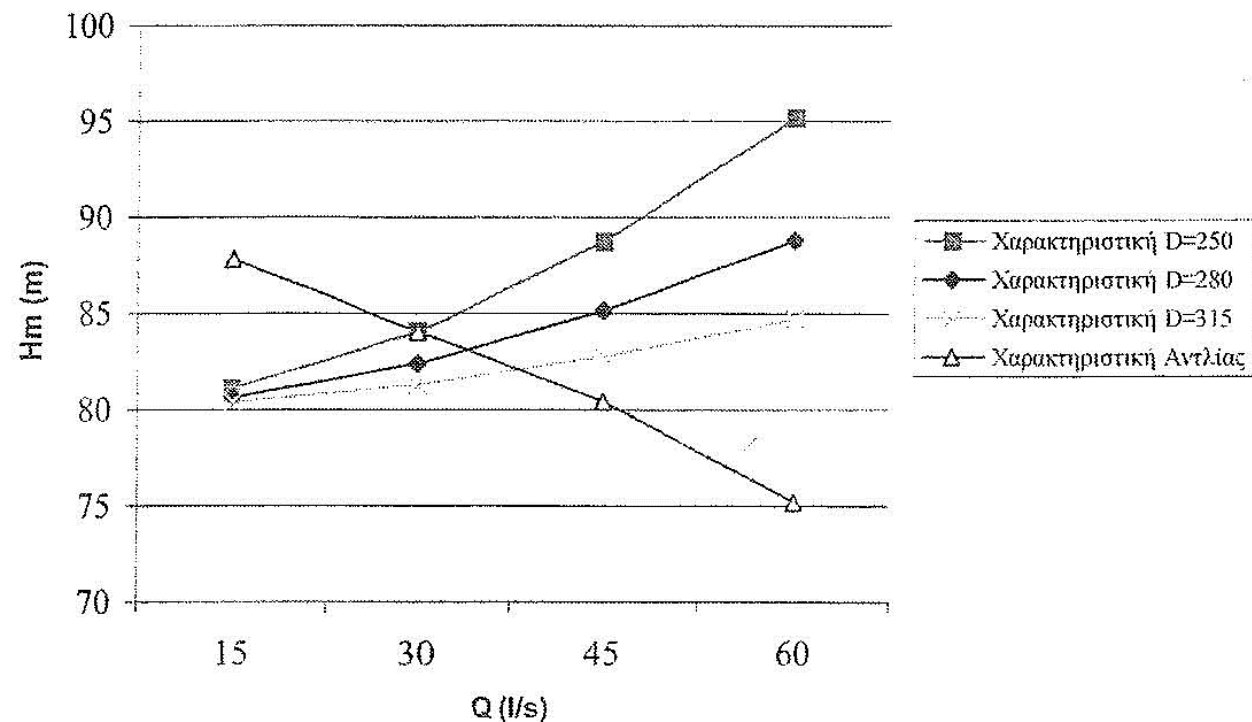
• Χαρακτηριστικά μεγέθη και καμπύλες αντλιών

- Από τα ζεύγη των τιμών $Q_i - H_{mi}$, προκύπτει η χαρακτηριστική κάθε αγωγού
- Στο σχήμα εμφανίζονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες για 3 αγωγούς (με αύξουσα διάμετρο, D) και η χαρακτηριστική μίας αντλίας.
- Το σημείο τομής της χαρακτηριστικής της αντλίας και με τη χαρακτηριστική κάθε καταθλιπτικού αγωγού λέγεται σημείο λειτουργίας της αντλίας \rightarrow Η αντλία προσδίδει στο προς άντληση ρευστό τόση ακριβώς ενέργεια όση απαιτείται για την ανύψωση του στη θέση H_m

- Η παροχή που αντιστοιχεί στο σημείο λειτουργίας είναι η παροχή λειτουργίας της αντλίας.

- Άντληση μικρότερων ή μεγαλύτερων παροχών από αυτήν είναι ασύμφορη.

- $Q_{\text{λειτουργ.}} = Q_{\text{αντλ.}}$

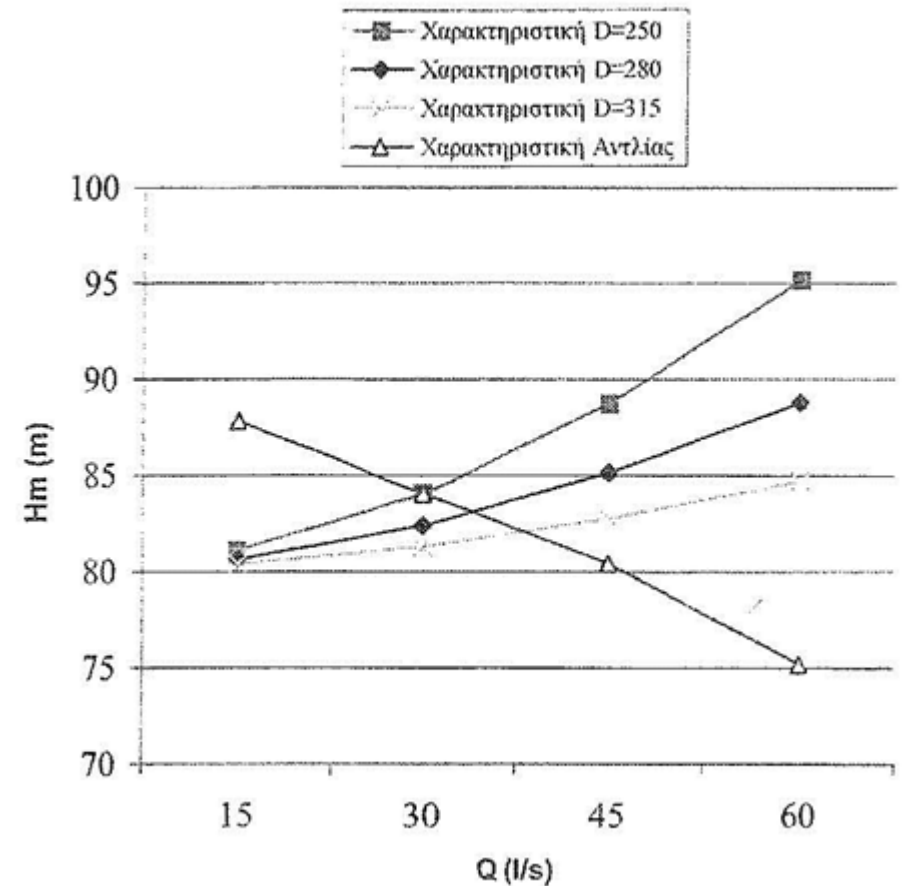
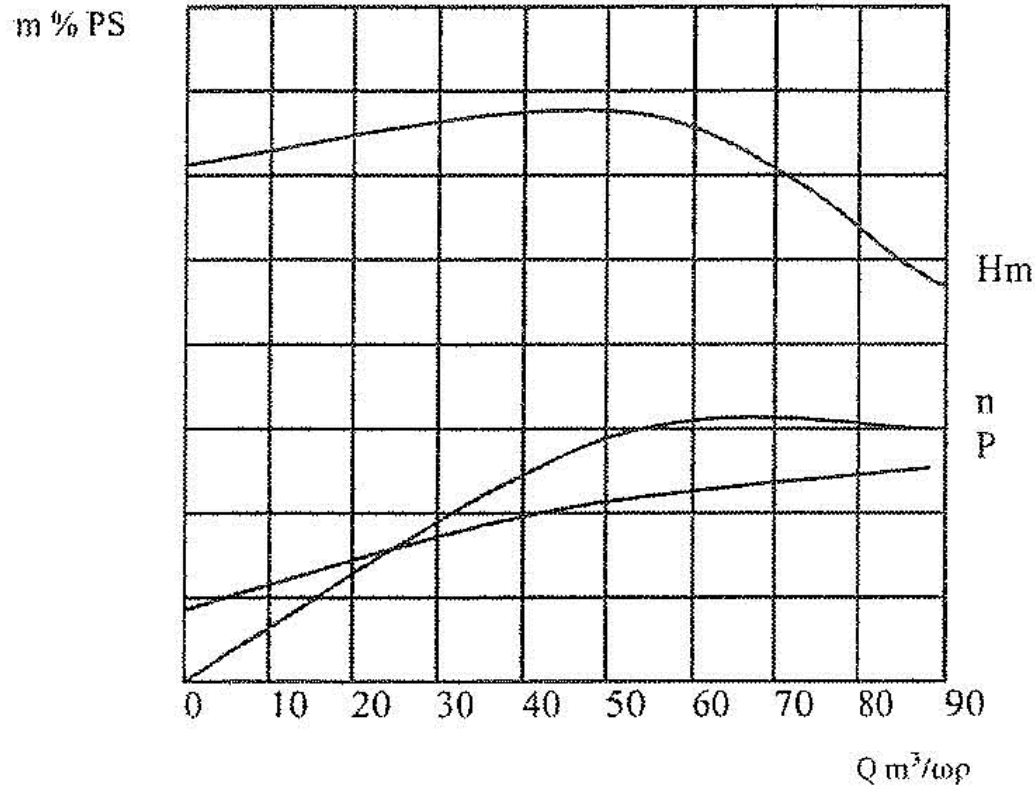




Υδρευση Οικισμού

• Χαρακτηριστικά μεγέθη και καμπύλες αντλιών

- Το σημείο λειτουργίας πρέπει να βρίσκεται στην περιοχή του μέγιστου βαθμού απόδοσης της αντλίας.
- Είναι σκόπιμο μαζί με τις καμπύλες $Q - H_m$ να σχεδιάζεται και η καμπύλη $n-Q$.





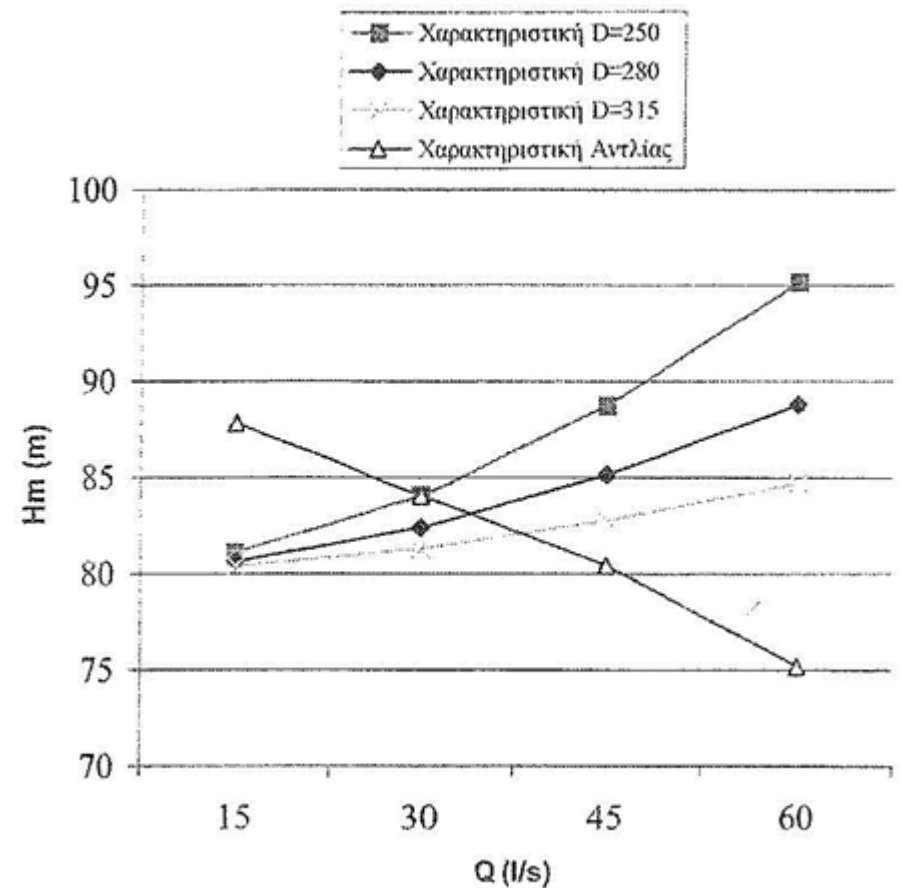
Υδρευση Οικισμού

• Χαρακτηριστικά μεγέθη και καμπύλες αντλιών

○ Όταν η προς άντληση παροχή δεν είναι σταθερή, η άντληση γίνεται κατά διαστήματα και πάντα με την παροχή λειτουργίας, έτσι ώστε η συνολική ποσότητα που αντλείται κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου να ίση με τη συνολική ποσότητα που εισρέει στο αντλιοστάσιο.

○ Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ένας θάλαμος εξίσωσης των παροχών, όπου γίνεται η συγκέντρωση του νερού, από τον οποίο γίνεται η αναρρόφηση κατά τη διάρκεια της λειτουργίας → **θάλαμος αναρρόφησης**

○ Κατά τη διάρκεια της συγκέντρωσης του νερού η αντλία σταμάτα τη λειτουργία της





Υδρευση Οικισμού

• Συνδέσεις αντλιών – Παράλληλη σύνδεση

- Στην παράλληλη σύνδεση πολλές αντλίες αντλούν σε ένα καταθλιπτικό αγωγό, του οποίου η παροχή θα είναι το σύνολο των επιμέρους παροχών κάθε αντλίας.
- Την χρησιμοποιούμε όταν θέλουμε να αντλήσουμε μεγαλύτερες παροχές στο ίδιο γεωδαιτικό ύψος.

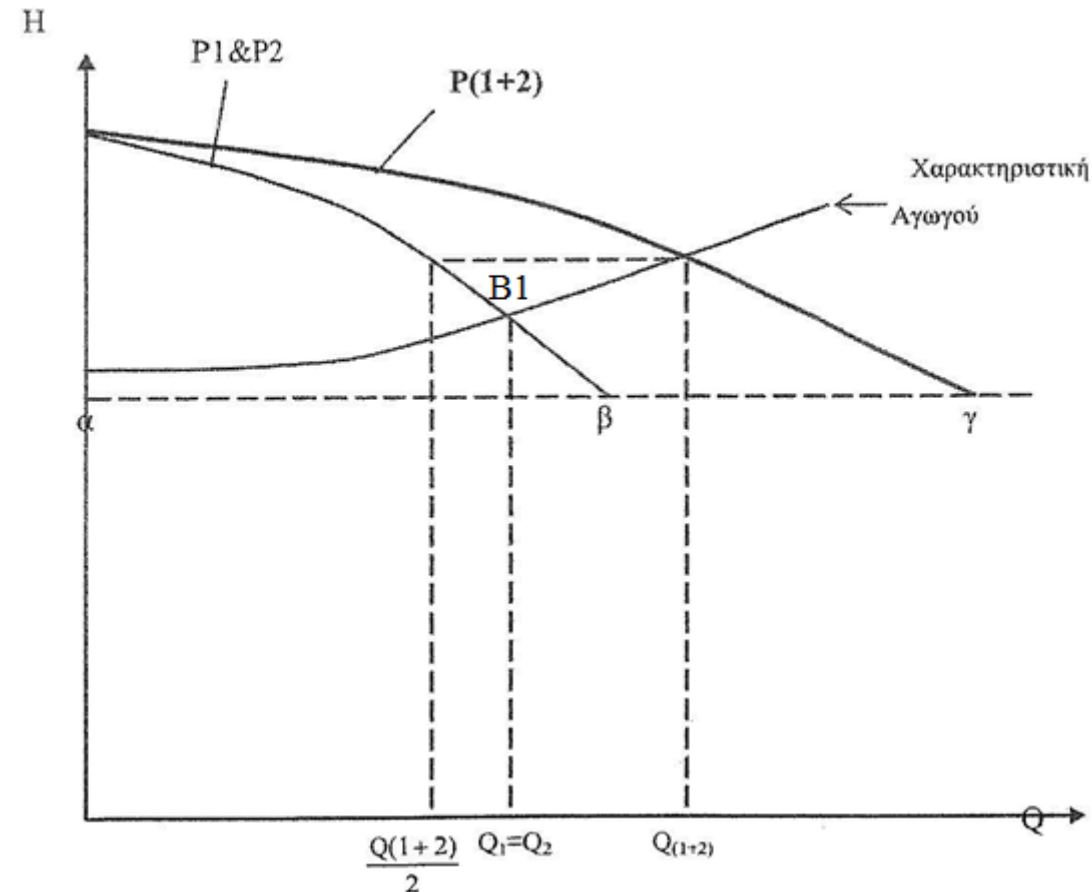
- Δύο αντλίες P1, P2, είναι συνδεδεμένες παράλληλα.

- Η χαρακτηριστική καμπύλη που αντιστοιχεί στην ταυτόχρονη λειτουργία των δύο αντλιών προκύπτει από την καμπύλη $Q - H_m$ της μιας αντλίας, εάν θέσουμε όπου Q την τιμή $Q_1 + Q_2 = Q_{1+2}$

- Το σημείο λειτουργίας των δύο αντλιών αντιστοιχεί στην παροχή λειτουργία Q_{1+2}

- B1 = το αντίστοιχο σημείο τομής όταν λειτουργεί η μία αντλία $\rightarrow Q_1 = Q_2$

- $Q_1 > \frac{Q(1+2)}{2}$





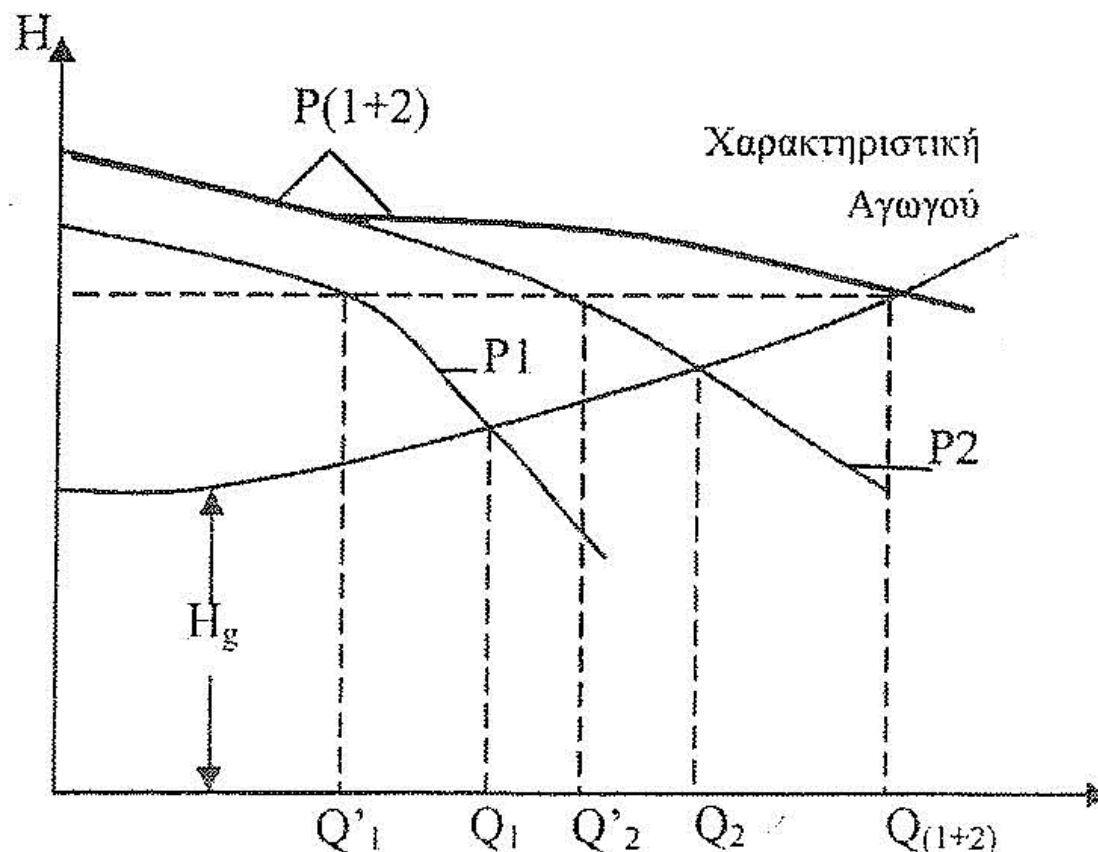
Υδρευση Οικισμού

• Συνδέσεις αντλιών – Παράλληλη σύνδεση

- Τα ίδια ισχύουν όταν συνδέουμε δύο ή περισσότερες διαφορετικές αντλίες
- Από τις καμπύλες $Q_1 - H_{m1}$, και $Q_2 - H_{m2}$ παίρνουμε την καμπύλη $(Q_1 + Q_2) - H_m$

- Η παροχή $Q_{(1+2)}$ είναι το άθροισμα των παροχών $Q_1' + Q_2'$, όπου Q_1' , Q_2' είναι οι παροχές που αντιστοιχούν στα σημεία τομής της οριζόντιας τετμημένης που περνά από το σημείο λειτουργίας της σύνδεσης, με τις καμπύλες $Q_1 - H_{m1}$, και $Q_2 - H_{m2}$

- Και εδώ $Q_1 > Q_1'$ και $Q_2 > Q_2'$



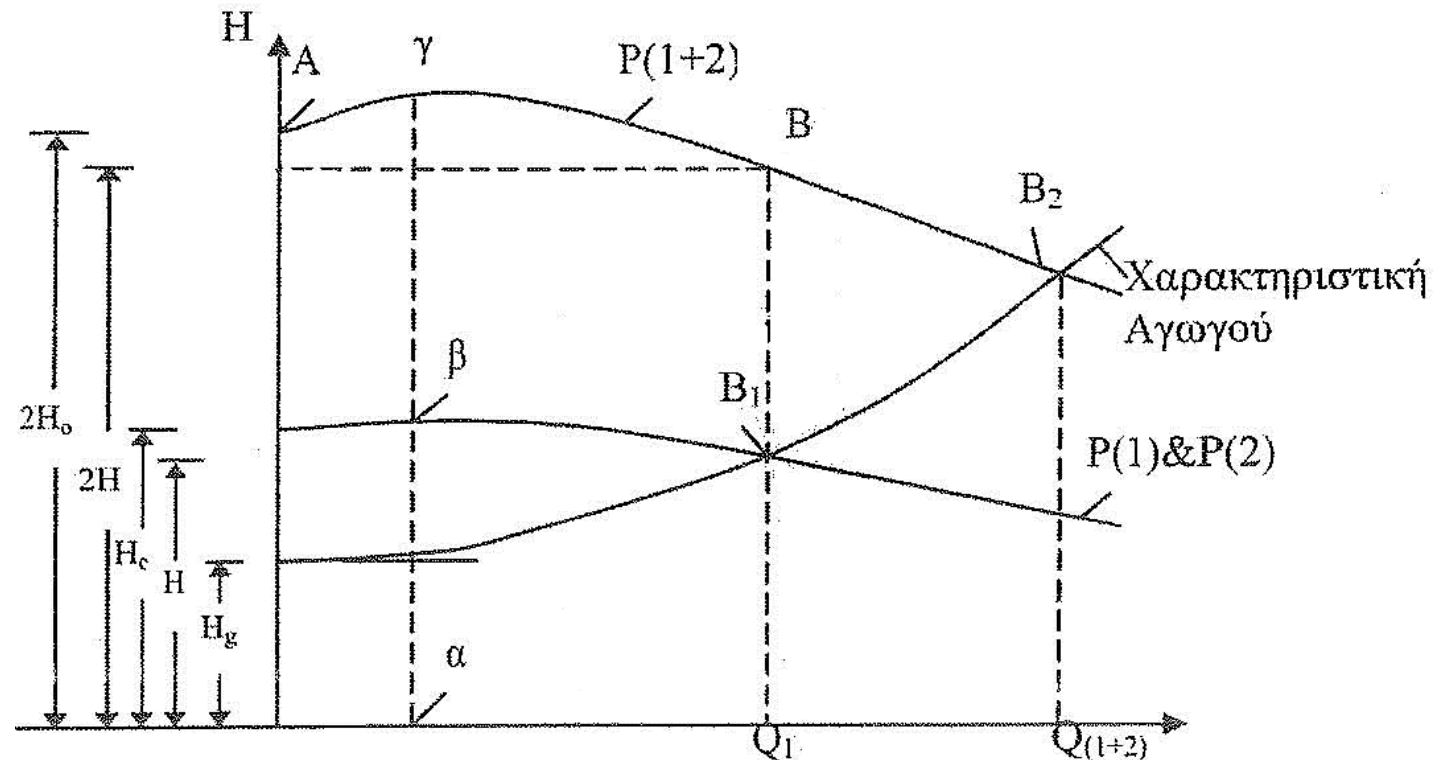
Χαρακτηριστική καμπύλη 2 ανόμοιων αντλιών (P1, P2)
σε παράλληλη σύνδεση P(1+2)



Υδρευση Οικισμού

• Συνδέσεις αντλιών – Σύνδεση σε σειρά

- Πραγματοποιείται όταν το ύψος άντλησης είναι μεγάλο
- $H_{m(1+2+3+\dots+n)} = H_{m1} + H_{m2} + H_{m3} + H_{mn}$
- Ιδιαίτερη προσοχή στον συγχρονισμό λειτουργίας των αντλιών
- Κάθε αντλία που συνδέεται σε σειρά θα πρέπει να τοποθετείται σε υψόμετρο μικρότερο από το μανομετρικό ύψος της προηγούμενης \rightarrow το νερό να εισρέει με πίεση σε κάθε αντλία





Υδρευση Οικισμού

• Τύποι Αντλιών

2. Πριν τη εμφάνιση και επικράτηση των φυγοκεντρικών αντλιών, ήταν ευρύτατα διαδεδομένες οι εμβολοφόρες αντλίες.
 - ❖ Οι φάσεις της αναρρόφησης και κατάθλιψης δημιουργούνται εναλλάξ από την παλινδρομική κίνηση δύο ή περισσότερων εμβόλων
 - ❖ Μεγάλο κόστος και όγκος

3. Αντλίες γεωτρήσεων (πομόνες): χρησιμοποιούνται όταν η στάθμη του νερού είναι σε κάποιο βάθος < 30 m.
 - ❖ Ο κινητήρας βρίσκεται πάνω από την αντλία

4. Υποβρύχιες αντλίες: η αντλία και ο κινητήρας δεν ξεχωρίζουν, αλλά συνδυάζονται σε ένα ενιαίο σώμα, το οποίο βυθίζεται στο νερό.
 - ❖ Προτιμώνται στις υδρεύσεις → μεγάλα βάθη



Υδρευση Οικισμού

• Κόστος Αντλιών

- Τα αντλιοστάσια αποτελούν μία σοβαρή οικονομική επιβάρυνση λόγω της συνεχούς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η ανάπτυξη πολλών εναλλακτικών λύσεων, με και χωρίς αντλίες, και η εξεύρεση της τεχνικοοικονομικά καλύτερης λύσης είναι ζωτικής σημασίας για το σχεδιασμό ενός έργου.
- Ο πιο απλός τρόπος για τον υπολογισμό των δαπανών προκύπτει από τον τύπο ανατοκισμού:

$$K_k = \frac{E_k}{(1+i)^n}$$

$$K_\lambda = \frac{E_\lambda \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]}{(1+i)^n}$$

K_k, K_λ = επικαιροποιημένες δαπάνες των εξόδων κατασκευής και λειτουργίας του έργου

E_k, E_λ = μελλοντικές δαπάνες των εξόδων κατασκευής και λειτουργίας του έργου

i = επιτόκιο

n = χρόνος στον οποίο γίνεται η δαπάνη



Υδρευση Οικισμού

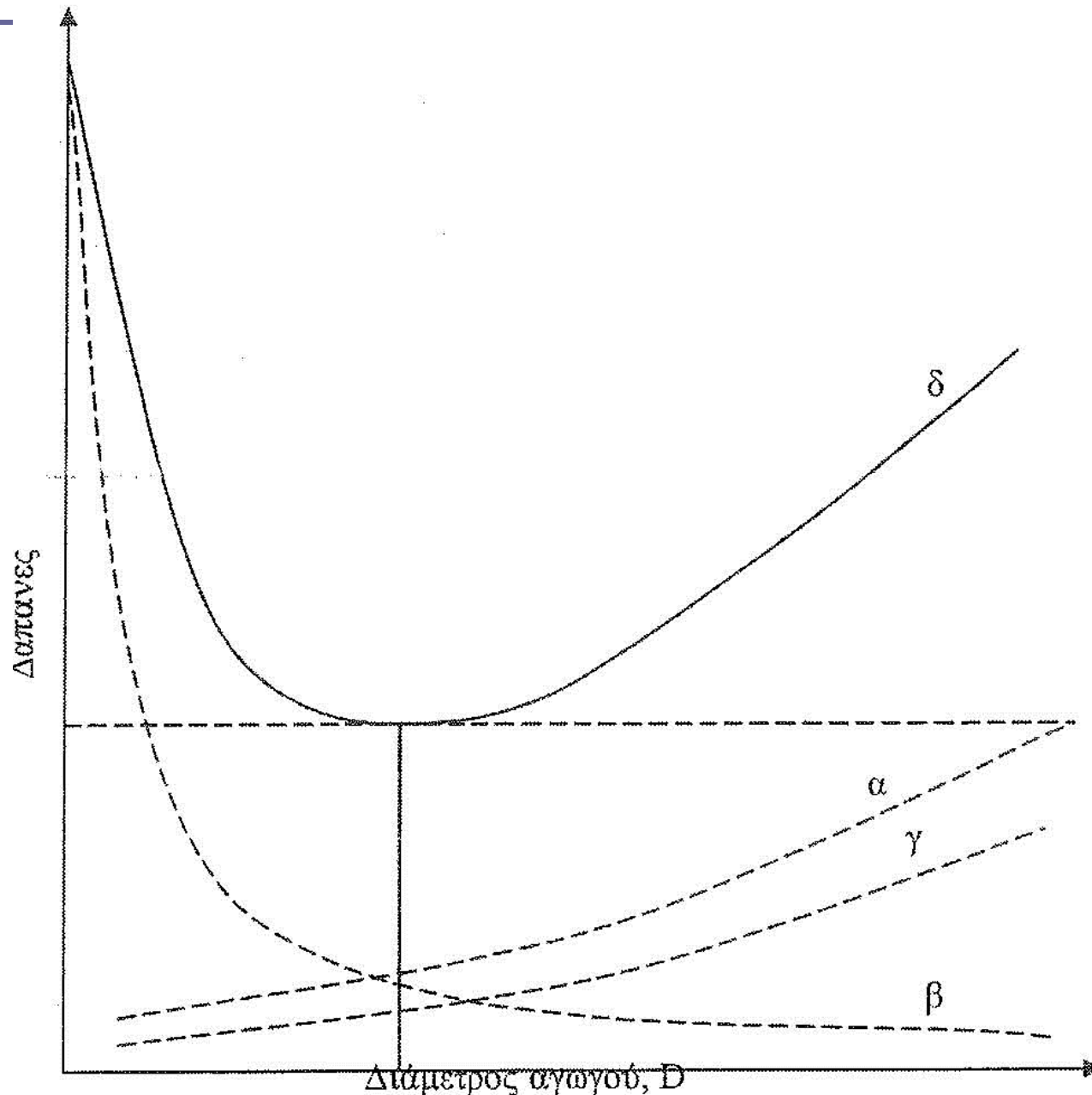
• Κόστος Αντλιών

- Κατά την οικονομική μελέτη των καταθλιπτικών αγωγών λαμβάνονται υπόψη οι εξής δαπάνες:

1. Κόστος κατασκευής του έργου, $K_k \rightarrow \alpha$
2. Κόστος άντλησης, $K_{αντ.} \rightarrow \beta$
3. Κόστος συντήρησης, $K_{σ.} \rightarrow \gamma$

$$K = K_k + K_{αντ.} + K_{σ.} \rightarrow \delta$$

- Η οικονομικά καλύτερη διάμετρος είναι αυτή που παρουσιάζει την ελάχιστη δαπάνη



Συναρτήσεις Κόστους – Διαμέτρου αγωγού στις αντλίες



Υδρευση Οικισμού

• Αντλιοστάσια

- Χρησιμοποιούνται όταν απαιτείται μηχανική ανύψωση του νερού:
 - ❖ από υπόγειους υδροφορείς στην επιφάνεια
 - ❖ από τη θέση σύλληψης του νερού στη δεξαμενή
- Η θέση εγκατάστασής τους εξαρτάται από:
 - ❖ Τη θέση του έργου σύλληψης
 - ❖ Καλή οδική προσπέλαση
 - ❖ Διαθεσιμότητα γραμμών ηλεκτρικού ρεύματος
 - ❖ Επικινδυνότητα ως προς τις πλημμύρες
- Χώροι αντλιοστασίων
 - ❖ Μικρά αντλιοστάσια → αρκεί ένα χώρος → μηχανοστάσιο → αντλίες, σωληνώσεις και κινητήρες.
 - ❖ Μεγάλα αντλιοστάσια



Υδρευση Οικισμού

• Μεγάλα Αντλιοστάσια

1. Χειριστήριο αντλιών και χώρος παραμονής

- ❖ Καλή θέρμανση και ηχομόνωση

2. Μηχανοστάσιο

- ❖ Αντλίες, σωληνώσεις, κινητήρες
- ❖ Προστασία από πλημμύρες και καλός αερισμός

3. Χώρος μετασχηματιστών

- ❖ Μετατροπή ρεύματος υψηλής τάσης σε ρεύμα μέσης και χαμηλής τάσης

4. Χώρος γεννήτριας ρεύματος

- ❖ Περίπτωση διακοπής ηλεκτρικού ρεύματος

5. Χώρος ειδικού εξοπλισμού

- ❖ Αεροφυλάκια για την αντιπληγματική προστασία των καταθλιπτικών αγωγών



Υδρευση Οικισμού

• Αντλιοστάσια

- Διαστάσεις – Αποστάσεις αντλιοστασίων
 - ❖ Ελάχιστο ύψος άξονα αντλιών από δάπεδα = 70cm
 - ❖ Ελεύθερη απόσταση μεταξύ δυο αντλιών = 1 m
 - ❖ Ελεύθερη απόσταση από τοίχους = 80 cm
 - ❖ Ελεύθερο ύψος χώρου αντλιών
 - I. 2,5 m μικρές αντλίες
 - II. 4,5 m μεγάλες αντλίες/εγκατάσταση γερανογέφυρας
- Οι σύνδεσμοι των σωλήνων και οι βάνες πρέπει να είναι εύκολα προσιτές
- Οι σωληνώσεις τοποθετούνται σε ειδικό δάπεδο ή σε αυλάκια κάτω από το δάπεδο, τα οποία σκεπάζονται με χαλύβδινες σχάρες

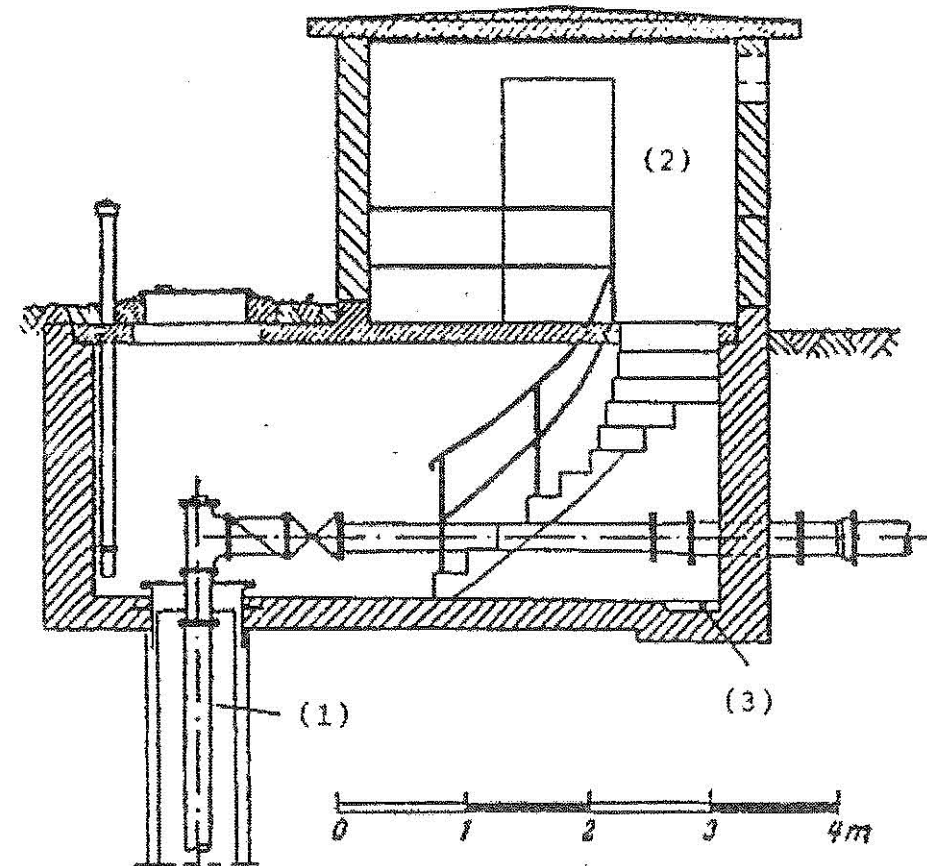
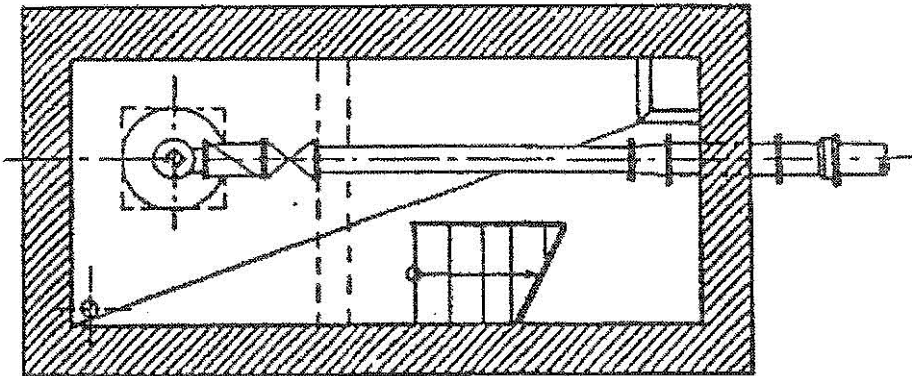


Υδρευση Οικισμού

• Τύποι αντλιοστασίων

1. Αντλιοστάσια γεωτρήσεων με υποβρύχια αντλίες

- ❖ Στο υπόγειο υπάρχει οπή, πάνω από τη γεώτρηση, για τη δυνατότητα επισκευής της αντλίας και του κινητήρα
- ❖ Στο ισόγειο λειτουργεί ο πίνακας χειρισμού της αντλίας



- (1) Γεώτρηση με υποβρύχια αντλία
- (2) Ισόγειος χώρος για τον πίνακα χειρισμού της αντλίας
- (3) Αποχέτευση υπογείου

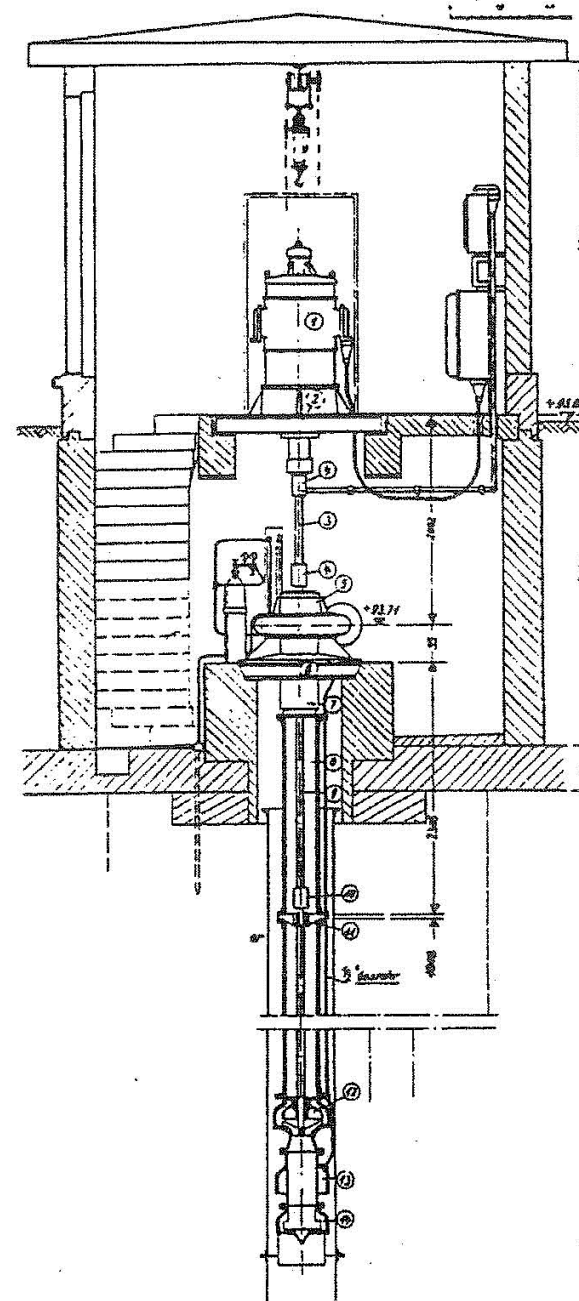


Υδρευση Οικισμού

• Τύποι αντλιοστασίων

2. Αντλιοστάσια γεωτρήσεων

- ❖ Αντλία γεώτρησης και αντλία κατακόρυφου άξονα → σύνδεση σε σειρά και με τον ίδιο κινητήρα



- 1) Ηλεκτροκινητήρας
- 2) Έδραση κινητήρα
- 3) Ένδιάμεσος άξονας
- 4) Σύνδεσμος
- 5) Κύρια αντλία
- 6) Έδραση αντλίας
- 7) Σύνδεσμος
- 8) Σωλήνας αναρρόφησης
- 9) Άξονας αντλίας βαθέων φρεάτων
- 10) Σύνδεσμος
- 11) Ενδιάμεση στήριξη
- 12) Αντλία βαθέων φρεάτων
- 13) Καμπάνα μέτρησης
- 14) Ποδοβαλβίδα



Υδρευση Οικισμού

• Τύποι αντλιοστασίων

3. Υπόγεια και υπέργεια αντλιοστάσια

3.1. Υπόγεια

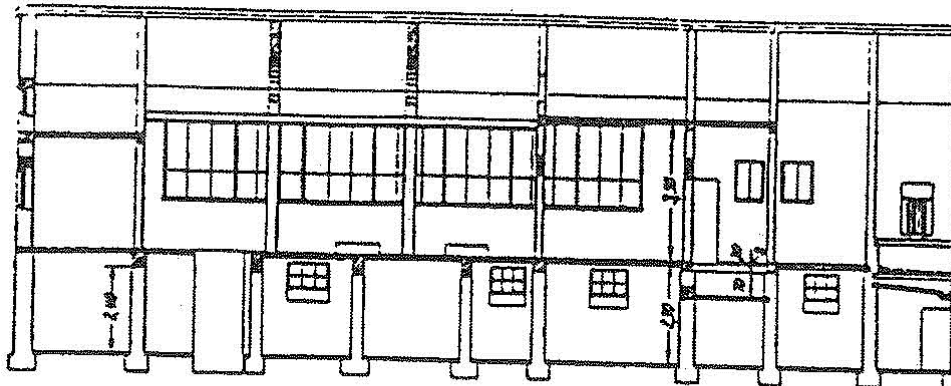
- ❖ Κατασκευάζονται όταν το ύψος αναρρόφησης του νερού είναι μικρότερο των 5 m ή
- ❖ Σε συνδυασμό με αντλιοστάσια των δύο προηγούμενων τύπων
 - οι γεωτρήσεις ανυψώνουν το νερό στην επιφάνεια και στη συνέχεια αναλαμβάνει υπόγειο ή υπέργειο αντλιοστάσιο
 - Ποιος τύπος θα κατασκευασθεί (υπόγειος ή υπέργειος) εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες



Υδρευση Οικισμού

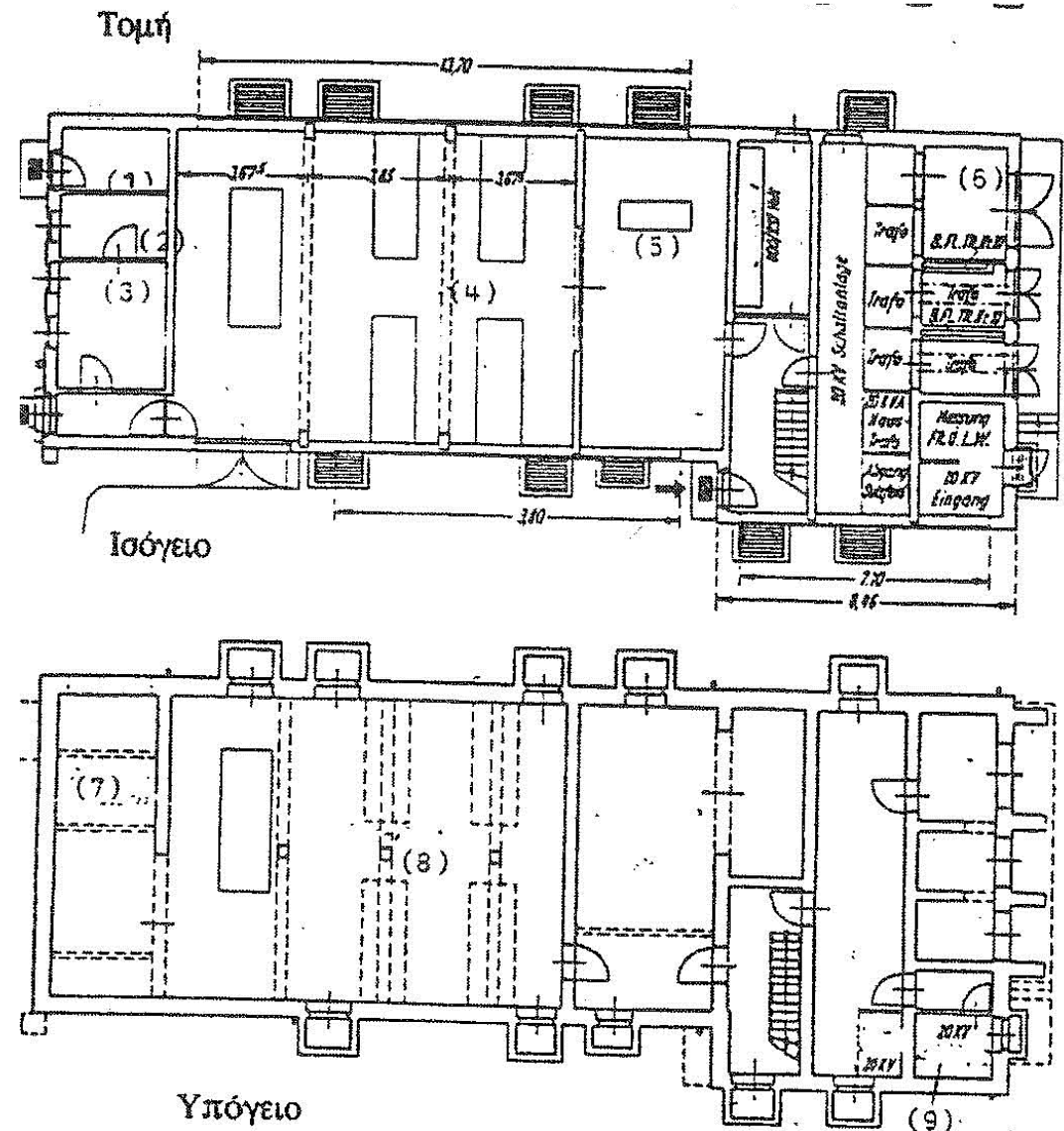
• Τύποι αντλιοστασίων

4. Αντλιοστάσια αντλιών οριζόντιου άξονα



1. Χλωρίωση
2. Αποθήκη
3. Συνεργείο
4. Μηχανοστάσιο
5. Χειριστήριο αντλιοστασίου

6. Μετασχηματιστής
7. Αεροφυλάκιο
8. Υπόγειο σωληνώσεων
9. Είσοδος καλωδίου



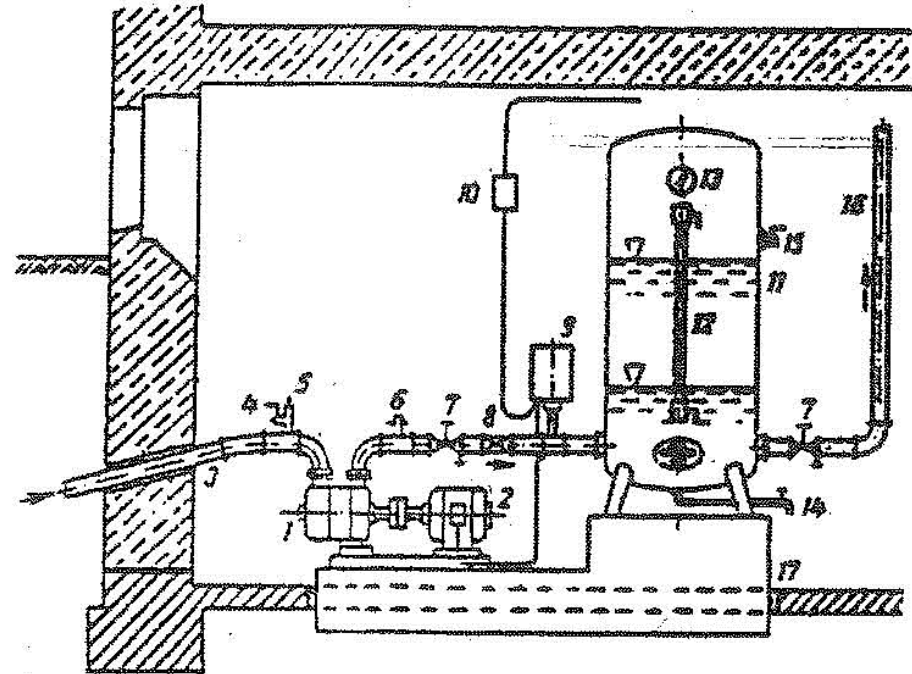


Υδρευση Οικισμού

• Τύποι αντλιοστασίων

6. Πιεστικές δεξαμενές

- ❖ Υδρευση μεμονωμένων κτηρίων και υψηλών περιοχών περιορισμένης έκτασης
- ❖ Οικονομικά ασύμφορες → παράγουν περισσότερη πίεση από ότι απαιτείται
- ❖ Δεν έχουν αποθηκευτική ικανότητα → απαιτείται εφεδρική



- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| 1) Φυγοκεντρική αντλία | 10) Αυτόματος προσαρμογής |
| 2) Ηλεκτροκινητήρας | 11) Πιεστική δεξαμενή |
| 3) Αναρρόφηση | 12) Δείκτης στάθμης νερού |
| 4) Στρόφιγγα εξαερισμού | 13) Μανόμετρο |
| 5) Βαλβίδα εξαερισμού | 14) Βαλβίδα εκκένωσης |
| 6) Βαλβίδα πλήρωσης | 15) Στρόφιγγα ελέγχου |
| 7) Βάννα | 16) Καταθλιπτικός σωλήνας |
| 8) Βαλβίδα αντεπιστροφής | 17) Αρμός (αντικραδαστικός) |
| 9) Πιεζοστάτης | |



Υδρευση Οικισμού

• Διαστασιολόγηση καταθλιπτικού αγωγού

- Η διαστασιολόγηση ενός εξωτερικού δικτύου γίνεται με βάση την μέγιστη ημερήσια κατανάλωση $Q_{\text{ημ.μεγ}}$.

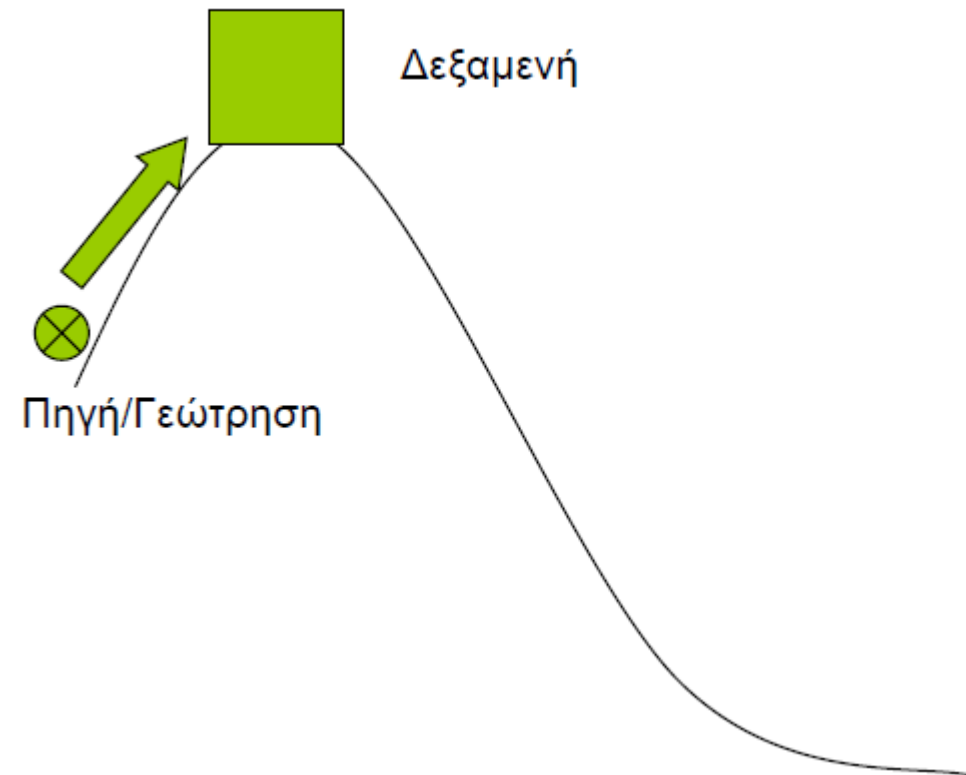
- Στην περίπτωση που η υδροληψία γίνεται από πηγή και γεώτρηση πρέπει να ικανοποιείται η αρχή:

$$Q_{\text{ημ.μεγ}} = Q_{\text{πηγής}} + Q_{\text{γεώτρησης}}$$

- Η παροχή του καταθλιπτικού αγωγού υπολογίζεται με βάση τις ώρες λειτουργίας του αντλιοστασίου (κ):

$$Q_{\text{καταθλ.}} = (24 / \kappa) * Q_{\text{γεώτρησης}}$$

$$\text{Max}(\kappa) = 20 \text{ ώρες}$$





Υδρευση Οικισμού

• Διαστασιολόγηση καταθλιπτικού αγωγού

- Η διαστασιολόγηση του καταθλιπτικού αγωγού γίνεται με τη χρήση της οικονομικής ταχύτητας που φαίνεται στον Πίνακα

<i>D</i> (mm)	<i>v</i> (m/s)	<i>J</i> (m/km)	<i>D</i> (mm)	<i>v</i> (m/s)	<i>J</i> (m/km)	<i>D</i> (mm)	<i>v</i> (m/s)	<i>J</i> (m/km)
80	0,80	10,0	250	0,95	3,7	600	1,30	2,2
100	0,80	7,5	300	1,00	2,8	700	1,40	2,1
125	0,80	5,8	350	1,05	2,7	800	1,55	2,1
150	0,85	5,1	400	1,10	2,5	900	1,65	2,1
200	0,90	4,0	500	1,20	2,3	1000	1,75	2,1

Οικονομική ταχύτητα σε συνάρτηση με τη διατομή



Υδρευση Οικισμού

• Διαστασιολόγηση καταθλιπτικού αγωγού

- Υπολογίζεται μια θεωρητική διάμετρος του καταθλιπτικού αγωγού (σε m)

$$D \approx 1,2 \sqrt{Q}$$

- Για την δεδομένη παροχή στον καταθλιπτικό αγωγό $Q_{\text{καταθ}}$ και για διάφορες διαμέτρους του αγωγού D υπολογίζουμε την πραγματική ταχύτητα $u_{\text{πραγμ.}}$ ($0,7 < u < 1,5$ m/sec) και την συγκρίνουμε με την οικονομική ταχύτητα $u_{\text{οικον.}}$. Όταν οι δύο ταχύτητες είναι παρόμοιες επιλέγουμε αυτή τη διάμετρο.

$$U_{\text{πραγμ}} \approx U_{\text{οικον}}$$

- Η τελική ταχύτητα υπολογίζεται από την εξίσωση συνέχειας.
- Για την επιλεγμένη διατομή D (mm), την παροχή από το νομογράφημα Colebrook και για συντελεστή τραχύτητας αγωγού $k_b = 0,1 \text{ mm}$ (ισχύει πάντα για εξωτερικό υδραγωγείο), προκύπτει η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής J (‰) και στη συνέχεια οι απώλειες ενέργειας (ΓΡΑΦΙΚΗ ΛΥΣΗ)
- Από την σχέση υπολογισμού των απωλειών υπολογίζουμε τις απώλειες h_f , αλλά και την κλίση \rightarrow Διαθέσιμο φορτίο σε κόμβους (ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΛΥΣΗ)