



# Απορίες

**Π. Σιδηρόπουλος**

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

E-mail: [psidirop@uth.gr](mailto:psidirop@uth.gr)



# Απορίες

- Θα ήθελα να σας ρωτήσω για το μάθημα 6 Εσωτερικό-Βροχωτό Δίκτυο όσον αφορά τον πίνακα υπολογισμού παροχών υπολογισμού στους αγωγούς. Π.χ. στους αγωγούς 4 και 5, είναι  $Q_{εξ(4)}/2$  και στον 4 βγάζει αποτέλεσμα 6 l/s ενώ στον 5 6.5 l/s.
- Αυτό, όπως μας είχατε πει και μέσα στο μάθημα, ήταν αποτέλεσμα βάσει κρίσης του μελετητή του συγκεκριμένου δικτύου ώστε να έχει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα στη συνέχεια με τη μέθοδο Cross, έτσι;
- Εμείς, όμως, θα βάζουμε κανονικά το μισό;
- **Απάντηση**
- Η ασφαλέστερη, αλλά μπορεί να αποδειχθεί επίπονη οδός, είναι να πάρετε όντως το μισό.
- Όμως, η κρίση του μελετητή λέει πως εφόσον ο κόμβος 5 έχει μεγαλύτερη παροχή από τον κόμβο 3, δίνει λίγη περισσότερη παροχή στον αγωγό 5  $\rightarrow$  6,5 l/s
- Το σίγουρο είναι πως η Cross θα διορθώσει τις τιμές

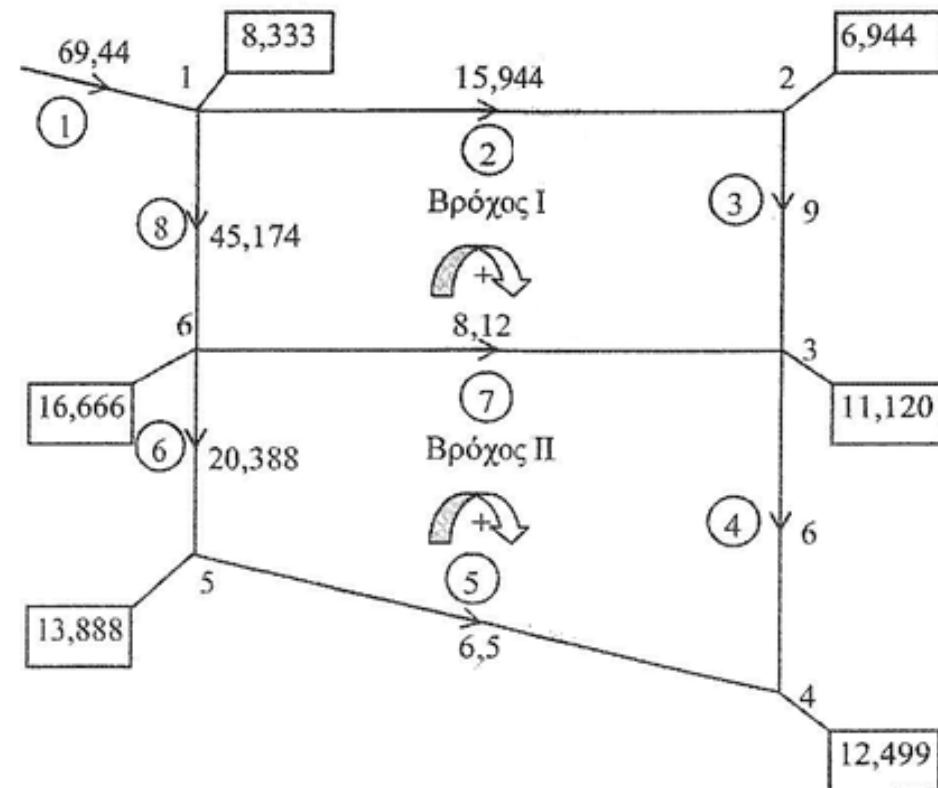


# Υδρευση Οικισμού

## • Άσκηση επίλυσης Βροχωτού Δικτύου:

○ Υπολογισμός παροχών υπολογισμού στους αγωγούς

Αγωγός	Παροχή υπολογισμού (l/s)	
1	69.44	$Q_{εξ.}(1) + Q_{υπ.}(8) + Q_{υπ.}(2)$
2	15.944	$Q_{εξ.}(2) + Q_{υπ.}(3)$
3	9	$Q_{εξ.}(3)/2 + Q_{υπ.}(4)/2$ ή 9
4	6	$Q_{εξ.}(4)/2$ ή 6 l/s
5	6.5	$Q_{εξ.}(4)/2$ ή 6.5 l/s
6	20.388	$Q_{εξ.}(5) + Q_{υπ.}(5)$
7	8.12	$Q_{εξ.}(3)/2 + Q_{υπ.}(4)/2$ ή 8.12
8	45.174	$Q_{εξ.}(6) + Q_{υπ.}(6) + Q_{υπ.}(7)$





# Υδρευση Οικισμού

## • Άσκηση επίλυσης Βροχωτού Δικτύου:

○ Υδραυλικός υπολογισμός αγωγών:

❖ Αγωγός 4: Τα 6 l/s → 5,76 l/s

❖ Αγωγός 5: Τα 6,5 l/s → 6,74 l/s

Αν ξεκινούσες με

$$Q_{υπ}(4) = Q_{υπ}(5) = Q_{εξ.(4)}/2 = 6.25 \text{ l/s}$$

Θα χρειαζόταν απλά μια ή δύο δοκιμές παραπάνω η Cross

Αποτελέσματα		
Τελική παροχή (l/s)	Ταχύτητα ροής (m/s)	Γραμμικές απώλειες (m)
69,44	1,09	0,00
15,39	0,94	1,98
8,45	1,09	2,91
5,76	1,11	6,12
6,74	1,30	8,41
20,63	1,26	1,78
8,67	1,12	4,10
45,73	0,91	0,80



# Απορίες

- Στη διάλεξη 6 στην άσκηση του βροχωτού δικτύου ο πίνακας με τις παροχές υπολογισμού.
- **Απάντηση**
  - 4. Τέταρτο βήμα:** Υπολογισμός παροχών υπολογισμού στους αγωγούς: ξεκινώντας από τα άκρα του δικτύου και με φορά αντίθετη στη ροή (κατάντη → ανάντη) υπολογίζεται για κάθε αγωγό η εκτιμώμενη παροχή του  $Q'$ , ως άθροισμα όλων των παροχών στα κατάντη του και της παροχής εξόδου στον κόμβο τέλους του υπόψη αγωγού:

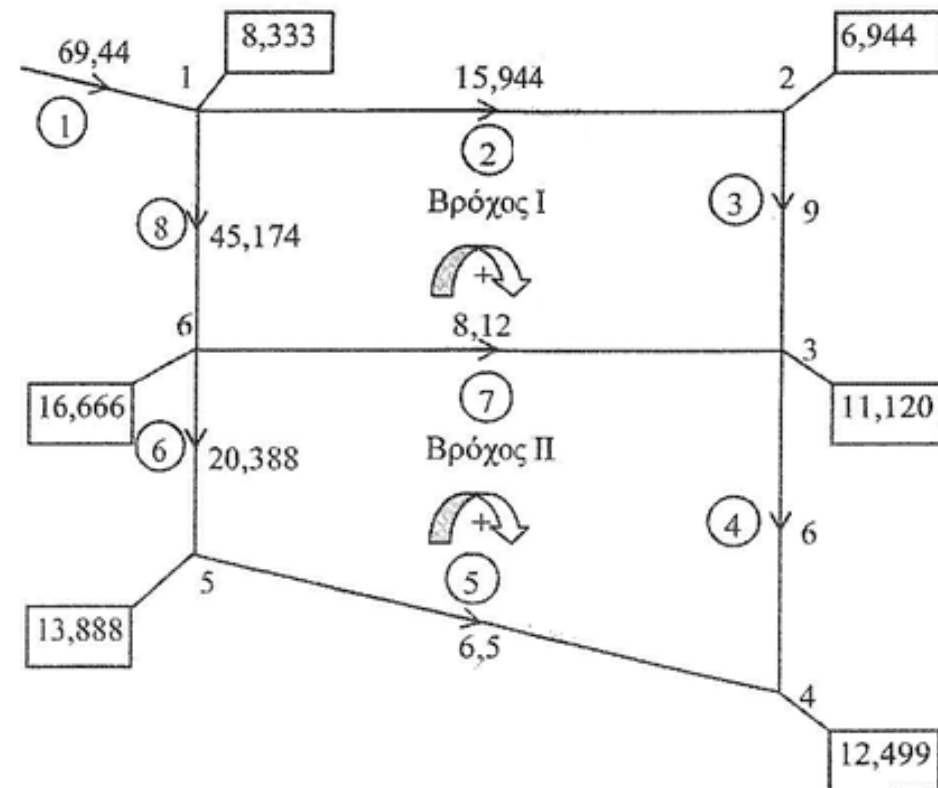


# Υδρευση Οικισμού

## • Άσκηση επίλυσης Βροχωτού Δικτύου:

○ Υπολογισμός παροχών υπολογισμού στους αγωγούς

Αγωγός	Παροχή υπολογισμού (l/s)	
1	69.44	$Q_{εξ.}(1) + Q_{υπ.}(8) + Q_{υπ.}(2)$
2	15.944	$Q_{εξ.}(2) + Q_{υπ.}(3)$
3	9	$Q_{εξ.}(3)/2 + Q_{υπ.}(4)/2$ ή 9
4	6	$Q_{εξ.}(4)/2$ ή 6 l/s
5	6.5	$Q_{εξ.}(4)/2$ ή 6.5 l/s
6	20.388	$Q_{εξ.}(5) + Q_{υπ.}(5)$
7	8.12	$Q_{εξ.}(3)/2 + Q_{υπ.}(4)/2$ ή 8.12
8	45.174	$Q_{εξ.}(6) + Q_{υπ.}(6) + Q_{υπ.}(7)$





## Απορίες

- Στη σελίδα 19 της παρουσίασης Μάθημα 11, υπολογίζουμε τη συνολική παροχή σχεδιασμού για το εξωτερικό υδραγωγείο ίση με 30,421 l/s. Αυτή η παροχή είναι για λειτουργία του αγωγού για όλο το 24ωρο ή για τις 18 ώρες;
- Στην 11.2, υπολογίζουμε στο τέλος το μανομετρικό υψόμετρο. Τι ακριβώς είναι το  $H_g$  και πως το βρίσκουμε; Είναι η υψομετρική διαφορά μεταξύ της δεξαμενής και της γεώτρησης;
- **Απάντηση**
  - ❖ Αυτή η παροχή είναι για λειτουργία του αγωγού για όλο το 24ωρο. Αμέσως μετά γίνεται η αναγωγή για λειτουργία 18 ωρών, αφού 24 ώρες είναι αδύνατο να λειτουργεί.
  - ❖ Το μανομετρικό ύψος  $H_m$  ισούται με το άθροισμα του γεωδαιτικού ύψους  $H_g$  και των γραμμικών απωλειών του συστήματος αναρροφητικός+καταθλιπτικός αγωγός  $h_f$

$$H_m = H_g + h_f$$



# Υδρευση Οικισμού

## Λύση Εξωτερικό Υδραγωγείο

Προσδιορισμός της παροχής σχεδιασμού για το Εξωτερικό Υδραγωγείο

Όπως αναφέρθηκε η παροχή για τον αγωγό ΕΑ (αγωγός μεταφοράς) είναι 44.72 l/s. Από αυτά τα  $4 \times 8.68 = 34.72$  l/s αντιστοιχούν στην συνολική μέγιστη ωριαία παροχή για τον οικισμό και τα 10 l/s σε άλλες χρήσεις.

Όσο αφορά την παροχή του οικισμού για τον εξωτερικό υδραγωγείο αυτή ισούται με την μέγιστη ημερήσια για τον οικισμό. Ισχύει:

$$\frac{\max Q^{\circ}_{\text{ωριαία}}}{\max Q^{\circ}_{\text{Ημερήσια}}} = \lambda_2$$

Σύμφωνα με την εκφώνηση  $\lambda_2 = 1.7$ , οπότε

$$\frac{34.72}{\max Q^{\circ}_{\text{Ημερήσια}}} = 1.7 \rightarrow \max Q^{\circ}_{\text{Ημερήσια}} = \frac{34.72}{1.7} = 20.42 \text{ l/s}$$

Η συνολική παροχή σχεδιασμού για το εξωτερικό υδραγωγείο είναι:

$$\max Q^{\circ}_{\text{Ημερήσια}} + 5 + 5 = 30.42 \text{ l/s}$$

Ωστόσο ο καταθλιπτικός αγωγός δεν λειτουργεί όλο το εικοσιτετράωρο αλλά 18 ώρες. Μέσα στις 18 ώρες θα πρέπει να μεταφερθούν με την βοήθεια του αντλιοστασίου:

$30.42 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ m}^3$ , οπότε η παροχή σχεδιασμού για τον καταθλιπτικό αγωγό ΚΕ είναι:

$$Q_{\text{ΚΕ}}^{\text{σχ}} = \frac{30.42 \times 60 \times 60 \times 24}{18 \times 60 \times 60} = 30.42 \frac{24}{18} = 40.56 \text{ l/s}$$





# 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 ( $V_{κατ.} > V_{αναρ.}$ )

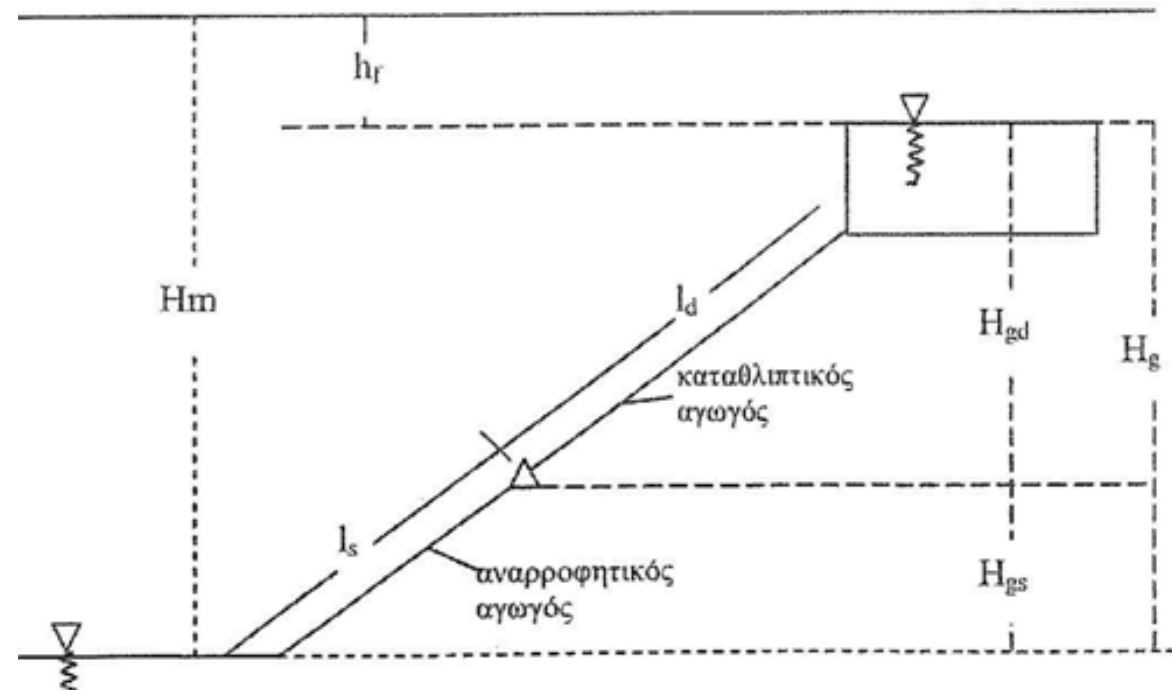
$H_m$ : μανομετρικό ύψος ( $H_g + h_f$ )

$h_f$ : απώλειες λόγω τριβών, στενώσεων

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

$H_{gs}$ : γεωδαιτικό ύψος αναρρόφησης

$H_{gd}$ : γεωδαιτικό ύψος κατάθλιψης





## Απορίες

---

- Σχετικά με το αυριανό μάθημα που προβλέπεται για μια επανάληψη σε κάποια θέματα θα ήθελα αν γίνεται να επαναλάβουμε τα διαγράμματα Q-H που αφορούν τις αντλίες.



# Υδρευση Οικισμού

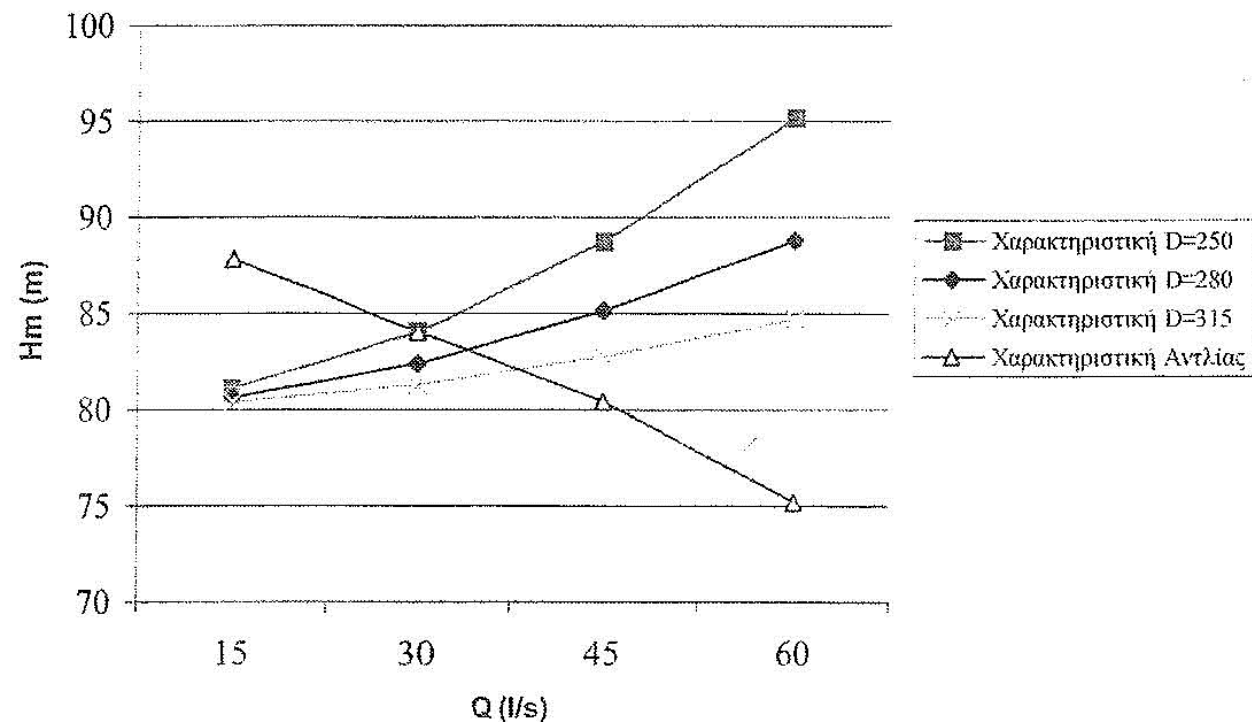
## • Χαρακτηριστικά μεγέθη και καμπύλες αντλιών

- 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.

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

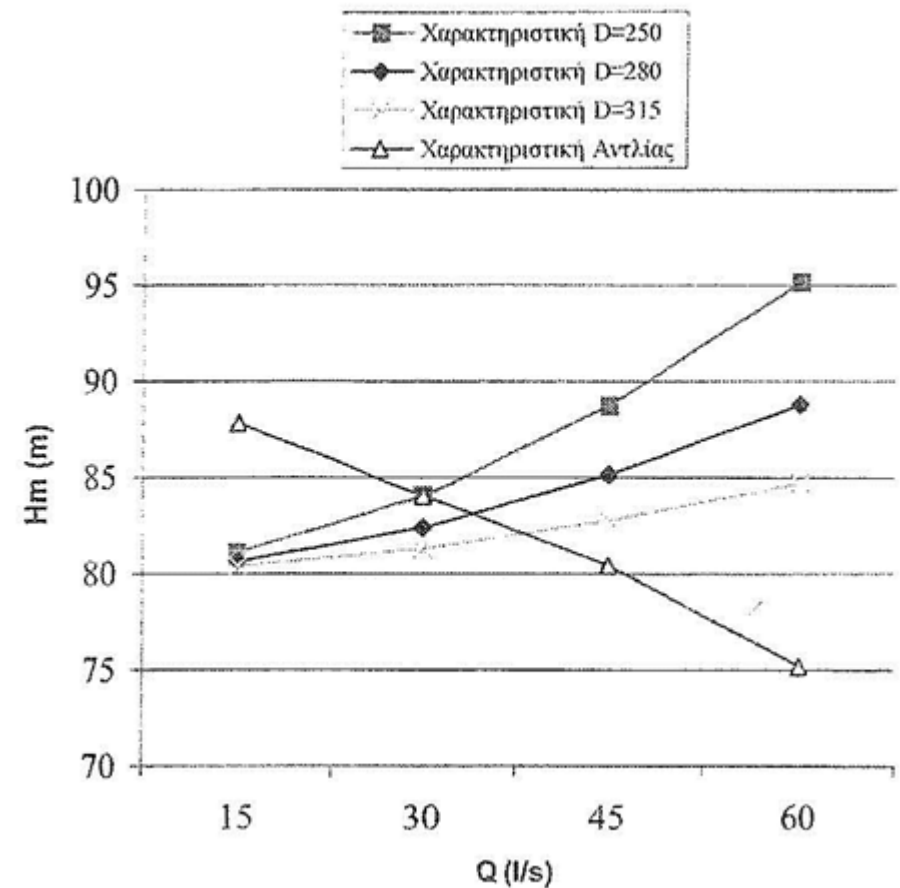
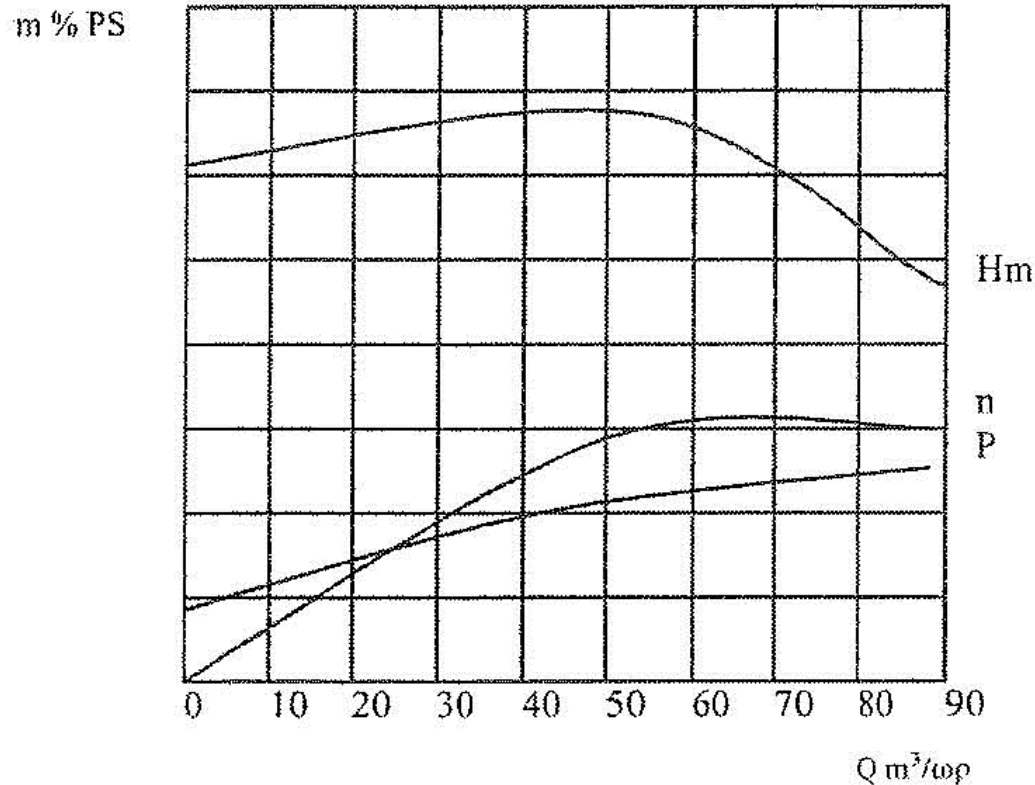




# Υδρευση Οικισμού

## • 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  $n-Q$ .





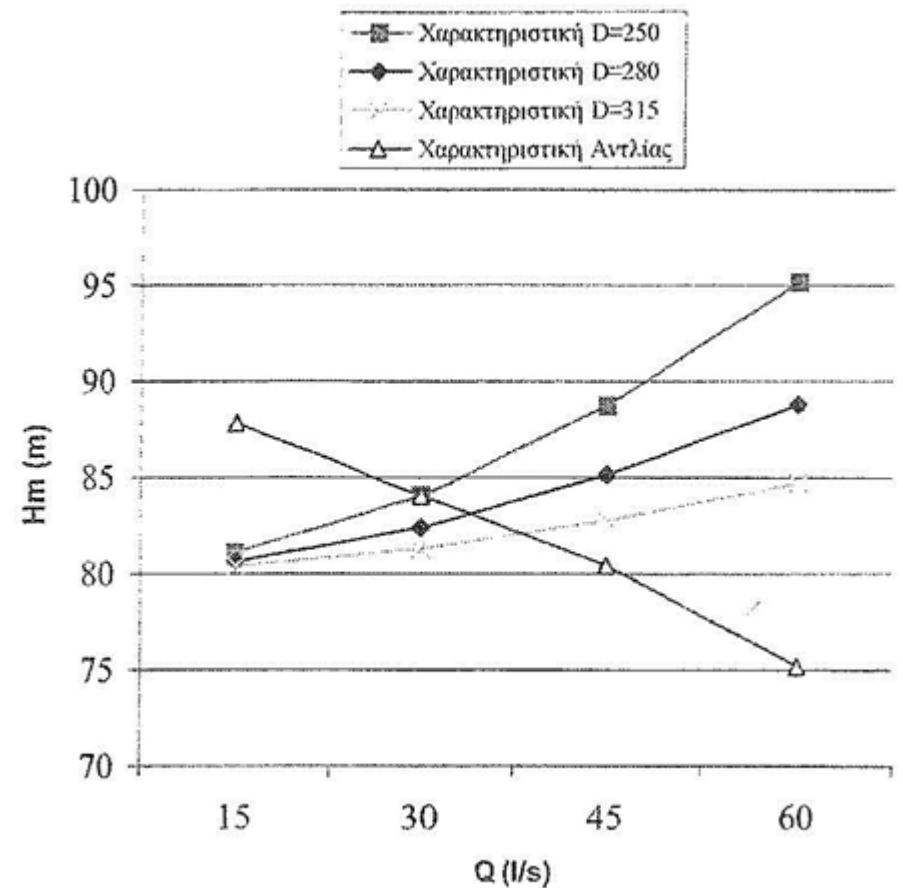
# Υδρευση Οικισμού

## • 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.

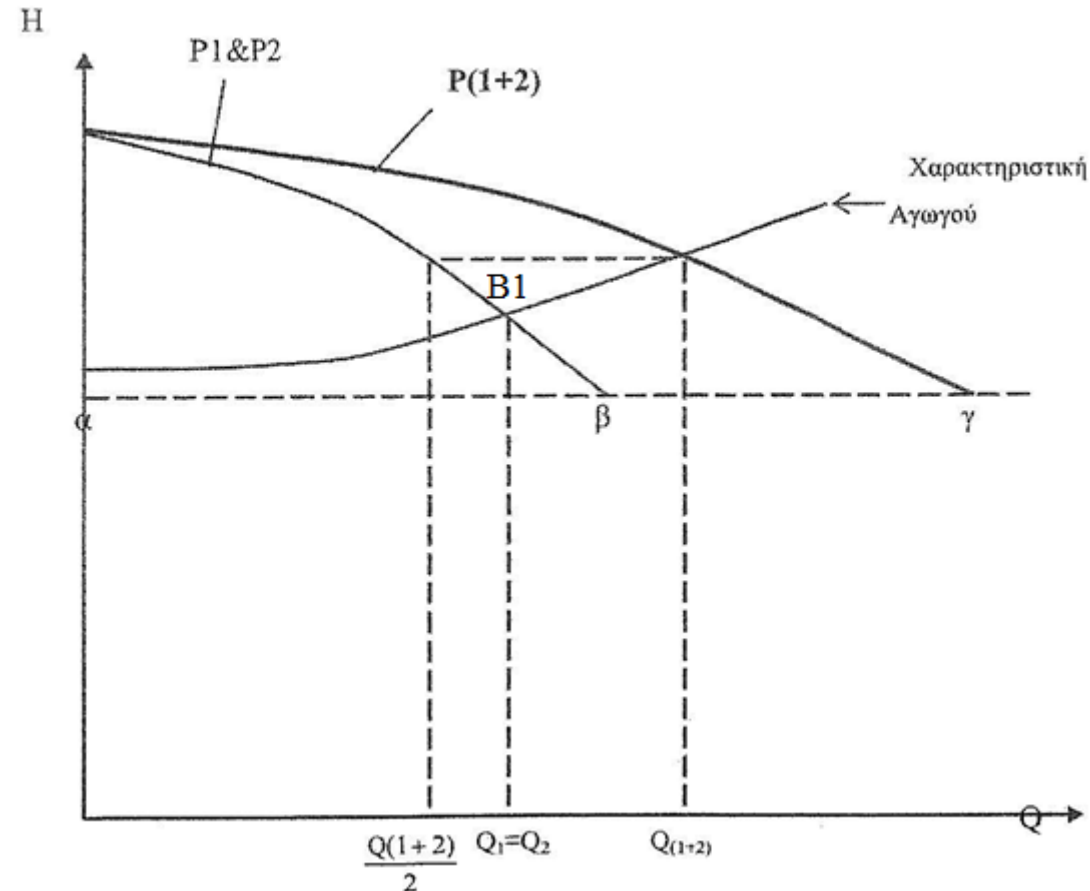
- Δύο αντλίες P1, P2, είναι συνδεδεμένες παράλληλα.

- 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  $\rightarrow Q_1 = Q_2$

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







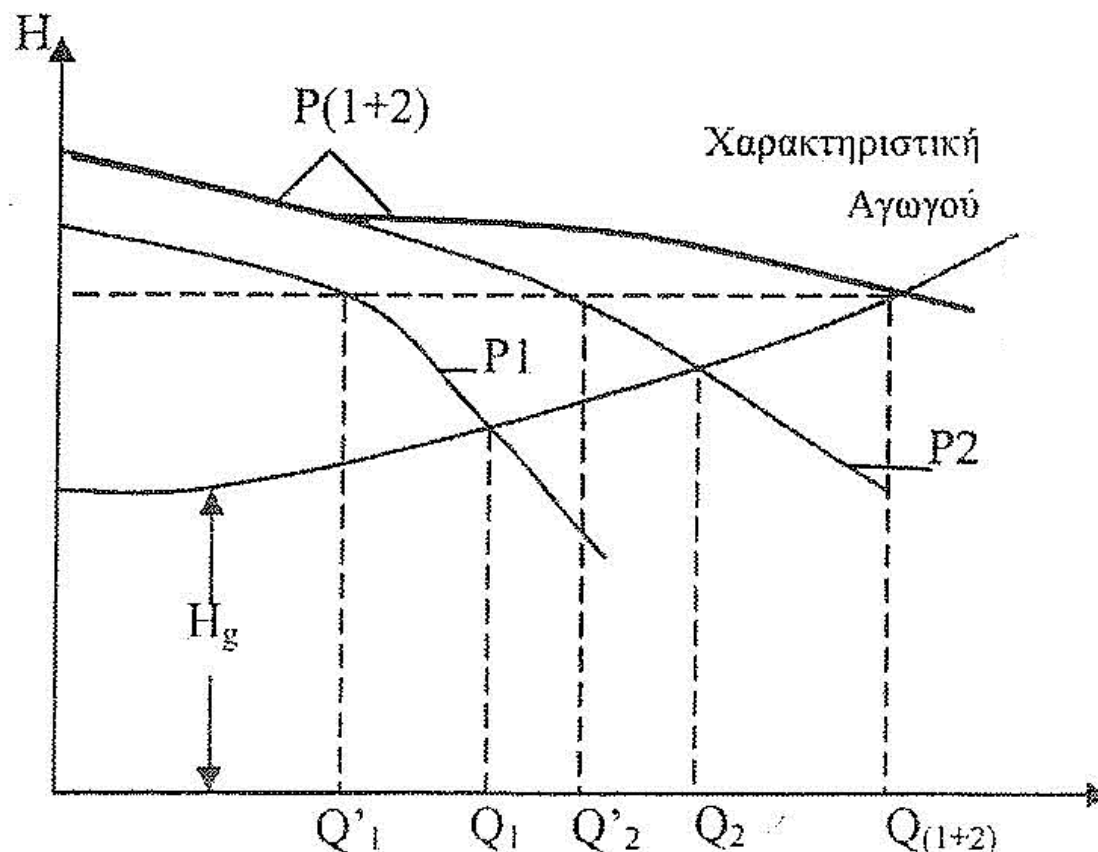
# Υδρευση Οικισμού

## • 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

