***3 βασικό πρόβλημα της Υδραυλικής κλειστών αγωγών***

Συνήθως σε εγχειρίδια υδραυλικής υπάρχει ένα τρόπος υπολογισμού. Ωστόσο, σε κλειστούς αγωγούς συνήθως, χρησιμοποιούνται αγωγοί εμπορίου κυκλικής διατομής επομένως οι θεωρητικές αυτές λύσεις είναι άχρηστες.

Αντί της κλασσικής μεθοδολογίας οι Swamme and Jain, 1976 πρότειναν την η απ΄ ευθείας χρησιμοποίηση της παρακάτω εξίσωσης προσδιορισμού της διαμέτρου για τυρβώδη ροή:

(Swamme and Jain, 1976) (2.57)

Για κάθε είδος ροής ισχύει:



 (Swamme and Jain, 2008) (2.58)

Στις προηγούμενες μεθοδολογίες θεωρείται συνεχές πεδίο ορισμού για τις διαμέτρους, ενώ στην πράξη υπάρχουν διακριτές τιμές της διαμέτρου που μπορούν να επιλεχθούν και αυτές είναι οι διάμετροι του εμπορίου. Προτείνεται λοιπόν να χρησιμοποιηθούν οι παραπάνω σχέσεις για μία πρώτη επιλογή των διαμέτρων και στη συνέχεια να επιλεγεί η αμέσως επόμενη διάμετρο του εμπορίου σύμφωνα με την παρακάτω μεθοδολογία:

**Η περίπτωση αυτή στην πράξη αντιμετωπίζεται με τη θεώρηση των διαμέτρων εμπορίου των αγωγών *(υπόθεση)* με βάση τον περιορισμό της ταχύτητας και κατόπιν ελέγχεται αν πράγματι οι επιλεχθείσες διάμετροι ανταποκρίνονται στην Π.Γ.** Στο σχεδιασμό μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μειωτές της παροχής ή μειωτές της πίεσης για μεγάλα ύψη στατικής πίεσης. Συνεπώς, στην πράξη για την επίλυση των προβλημάτων αυτής της κατηγορίας γίνεται μία υπόθεση για την διάμετρο και μεταπίπτουν σε προβλήματα της πρώτης κατηγορίας. Η επίλυση από την προηγούμενη μεθοδολογία μπορεί να προδιαθέσει για το εύρος της διαμέτρου.

Εάν οι απώλειες είναι μικρότερες από τις αναμενόμενες τότε η επιλογή μπορεί να γίνει αποδεκτή με την τοποθέτηση ρυθμιστή παροχής, διαφορετικά επιλέγεται μικρότερη διάμετρος. Εάν οι απώλειες ενέργειας είναι μεγαλύτερες από τις αναμενόμενες τότε τοποθετείται μεγαλύτερη διάμετρος. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να ικανοποιούνται οι περιορισμοί ταχύτητας.

Ισχύει:

,

,

Οπότε η μείωση η αύξηση της διαμέτρου (περισσότερο κόστος) έχει σαν συνέπεια τη μείωση των απωλειών και αντίστροφα: 

***Περιορσμοί ταχύτητας:***

**Συνήθως με βάση την Ελληνική πρακτική αποφεύγονται γενικά ταχύτητες άνω των 1.5 m/s. To όριο ταχυτήτων για την Ελληνική πρακτική κυμαίνεται μεταξύ:**

**.**

 **(Τσακίρης, 2005 και Παντοκράτορας, 2008).**

Μία συνήθης περίπτωση υδραυλικών προβλημάτων όπου είναι σε απόλυτος ορισμένη η αρχή και το τέλος της Π.Γ. είναι το πρόβλημα των 2 δεξαμενών, πρόβλημα που στην πράξη μπορεί να συμβεί στο εξωτερικό υδραγωγείο μεταξύ υδροληψίας και δεξαμενής ρύθμισης.

Επιλέγοντας μεγάλους διαμέτρους προκύπτουν μικρότερες απώλειες ενώ για μικρές διαμέτρους προκύπτει το αντίστροφο. Ωστόσο για αγωγούς υπό πίεση που λειτουργούν με τη βαρύτητα η επιλογή μεγάλων διαμέτρων αυξάνει το κόστος σχεδιασμού.

Από την επιλογή της διαμέτρου θα πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία μεγάλων απωλειών ενέργειας που να μην ανταποκρίνονται στην πιεζομετρική γραμμή (υψομετρική διαφορά μεταξύ δύο δεξαμενών) γιατί αυτό σημαίνει ότι τελικά μεταξύ δύο δεξαμενών θα υπάρξει μικρότερη παροχή επομένως για αν αντιμετωπισθεί το πρόβλημα μπορεί να χρειαστεί αντλητικό συγκρότημα.

Στην αντίθετη περίπτωση αν προκύψουν μικρότερες απώλειες σε σχέση με την υψομετρική διαφορά των δεξαμενών τότε θα υπάρξει μεγαλύτερη παροχή γεγονός που μπορεί να αντιμετωπισθεί με έναν ρυθμιστή της παροχής. Πάντως σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να μειωθεί η διάμετρος των αγωγών επιτυγχάνοντας έτσι μία οικονομία στην κατασκευή και μεγαλύτερη ακρίβεια στο σχεδιασμό.

*Να διαστασιολογηθεί ο αγωγός ΑΔ που προβλέπεται να είναι από χαλυβοσωλήνα με ks = 1 mm. (Κινηματική συνεκτικότητα του νερού  (m2/s) 10 –6). Θεωρείστε τοπικές απώλειες 10 % επί των γραμμικών. H υψομετρική διαφορά μεταξύ των δύο δεξαμενών είναι 26 m.*

 A

 Δ

*Σχ. 2.12.* Σχήμα εφαρμογής

*Λύση: Μετατρέπεται η παροχή στο σύστημα διεθνών μονάδων:*

**

*Δηλαδή η παροχή σχεδιασμού του αγωγού είναι: .*

*Σχεδιασμός αγωγού AΔ*



Ωστόσο είναι προφανές ότι δεν θα παραγγείλω μία διάμετρο D= 320mm αλλά θα επιλέξω μία διάμετρο του εμπορίου (εδώ: 250/300/350/400

*Πίνακας 2.3. Πίνακας υπολογισμού απωλειών εφαρμογής*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *q* | *D* | *v* | *L* | *Re* | *k/D* | *f* | *R* | *hf* | *Sf %o* |
| *0,076* | *0,250* | *1,549* | *5000* | *387261,15* | *0,0040* | *0,02882* | *12205,95* | *70,5* | *14,100* |
| *0,076* | *0,300* | *1,076* | *5000* | *322717,62* | *0,0033* | *0,02749* | *4677,81* | *27,0* | *5,404* |
| *0,076* | *0,350* | *0,790* | *5000* | *276615,10* | *0,0029* | *0,02647* | *2084,22* | *12,0* | *2,408* |
| *0.076* | *0.400* | *0.605* | *5001* | *242038.22* | *0.0025* | *0.02567* | *1037.04* | *6.0* | *0.00120* |

*Σημείωση: Στον παραπάνω πίνακα ο συντελεστής τριβής f προσδιορίζεται από την ρητή εξίσωση του Swamee και Jain (1976):*

**

*Aν και η Φ300 προσεγγίζει αυτό τον στόχο δίνει μεγαλύτερες απώλειες που σημαίνει ότι στην πραγματικότητα μεταξύ των δύο δεξαμενών θα υπάρξει μικρότερη παροχή και όχι η μέγιστη ημερήσια. Η παροχή αυτή μπορεί να προσδιοριστεί για ενιαίο σωλήνα επακριβώς με βάση την εξίσωση της ενέργειας και την εξίσωση του Darcy- Weisbach.*

***Α Λύση:***

*Θα επιλεγεί σωλήνας Φ350 με δικλείδα ρυθμισης της παροχής ανάντη της δεξαμενής (δημιουργία σημαντικών τοπικών απωλειών) και τοποθέτηση flutter στη δεξαμενή.*

***Β Λύση:***

*Θα επιλεγεί ένας γραμμικός συνδυασμός των Φ300 και* *Φ350 ώστε το νερό να φθάνει με ασφάλεια στην δεξαμενή*

*Έστω l το μήκος αγωγού Φ300 για το τμήμα ΒΔ*

*Το μήκος αγωγού Φ350 για το τμήμα ΒΔ θα είναι 5000 – l*

*Θα πρέπει να ισχύει:*

**

*Οπότε και θα τοποθετηθεί αγωγός Φ350 για το τμήμα ΒΔ θα είναι 5000 – l = 1742*

Για μία περισσότερο ορθολογική σχεδίαση προτείνεται η χρήση μεθόδων βελτιστοποίησης.