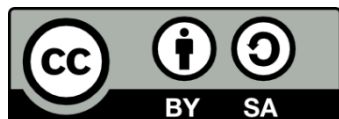




Εγγειοβελτιωτικά έργα και επιπτώσεις στο περιβάλλον

Ενότητα 4 : Υπολογισμός οικονομικής διαμέτρου σωληνωτών
αγωγών

Ευαγγελίδης Χρήστος
Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



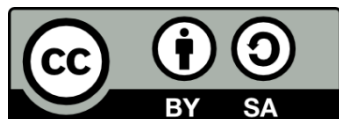


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Υπολογισμός οικονομικής διαμέτρου σωληνωτών αγωγών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα ενότητας

1. Ορισμοί.
2. Γενικά χαρακτηριστικά συνεχούς μεθόδου για δίκτυο βαρύτητας.
3. Γραμμικές απώλειες.
4. Κόστος αγωγών ανά τρέχον μέτρο.
5. Ελαχιστοποίηση του κόστους.
6. Αρδευτικό δίκτυο με αντλιοστάσιο.



Σκοποί ενότητας

Η ενότητα εισάγει τον ενδιαφερόμενο σε θέματα που αφορούν:

- τον ορισμό ενός παραστατικού ακτινωτού δικτύου.
- τις γραμμικές απώλειες και την ελαχιστοποίηση του κόστους δαπάνης των έργων.
- συγκεκριμένα την περίπτωση αντλιοστασίου.



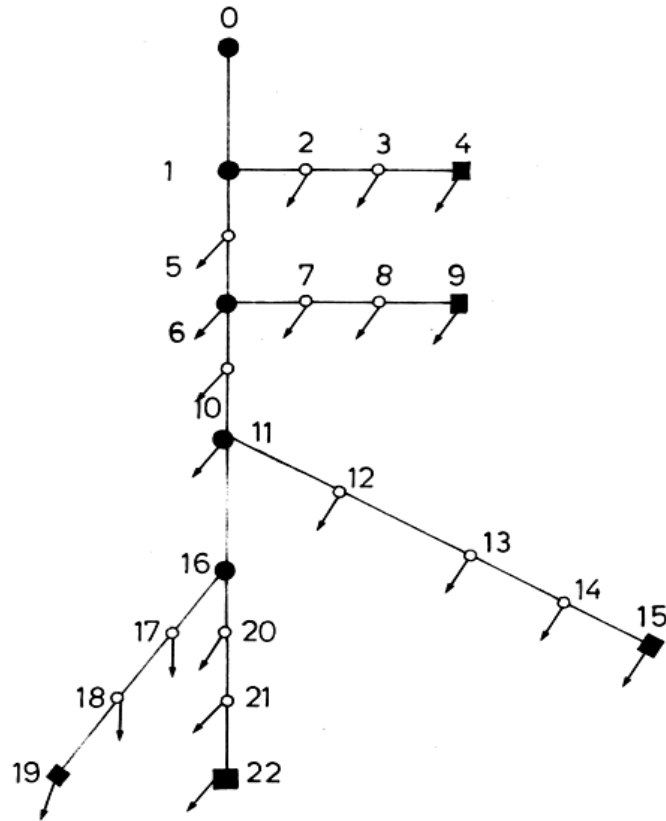


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Υπολογισμός οικονομικής διαμέτρου σωληνωτών αγωγών

Ορισμοί (1/6)

Παραστατικό ακτινωτό δίκτυο.



Εικόνα 1



Ορισμοί (2/6)

Σύμφωνα με το παραπάνω σχήμα έχουμε τους εξής ορισμούς:

- Οι απολήξεις του δικτύου, δηλαδή τα σημεία 4, 9, 15, 19 και 22 καλούνται πέρατα του δικτύου.
- Κόμβοι του δικτύου καλούνται όλα τα σημεία που έχουν υδροληψίες εκτός από τα πέρατα (απλοί κόμβοι – 2, 3, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 21). Επίσης κόμβοι αποκαλούνται τα σημεία διακλαδώσεως ενός αγωγού με άλλους (κόμβοι διακλαδώσεως – 1, 6, 11 και 16).



Ορισμοί (3/6)

- Κάθε υδροληψία τροφοδοτείται από έναν μόνο αγωγό. Κάθε κόμβος συνδέεται με τον προηγούμενό του μ'ένα μόνο αγωγό. Ο αριθμός των αγωγών ισούται με το άθροισμα των κόμβων και των περάτων του δικτύου.

Για το σχήμα μας ισχύει:

- Αριθμός αγωγών = 22
- Αριθμός κόμβων = 17
- Αριθμός περάτων = 5



Ορισμοί (4/6)

- Η αρίθμηση γίνεται από τα ανάντη προς τα κατόντη και κάθε αγωγός χαρακτηρίζεται με τον αριθμό του επόμενου κόμβου ή πέρατος i .
- Κλάδος του δικτύου καλείται το σύνολο των αγωγών στη σειρά μεταξύ δύο διαδοχικών κόμβων διακλαδώσεως ή κόμβου διακλαδώσεως και πέρατος. Ο αριθμός των περάτων ενός δικτύου ισούται με το σύνολο των περάτων και των κόμβων διακλαδώσεως.



Ορισμοί (5/6)

Κάθε κλάδος που καταλήγει στο πέρας του δικτύου καλείται τροφοδοτούμενος και όλοι οι άλλοι τροφοδοτούντες. Έτσι στο σχήμα μας έχουμε:

- τροφοδοτούμενοι κλάδοι = $(1-4)+(6-9)+(6-11)+(16-19)+(16-22)=5$.
- τροφοδοτούντες κλάδοι = $(0-1)+(1-6)+(6-11)+(11-16)=4$.

Αριθμός κλάδων=9=αριθμός κόμβων
διακλαδώσεων(4) + αριθμός περάτων(5).



Ορισμοί (6/6)

- Διαδρομή μιας υδροληψίας ορίζεται το σύνολο των αγωγών σε σειρά που τροφοδοτούν την υδροληψία ξεκινώντας από την αρχή 0. Οι διαδρομές, που αντιστοιχούν στα πέρατα του δικτύου, ονομάζονται πλήρεις διαδρομές. Στο σχήμα μας, η διαδρομή της υδροληψίας 2 είναι: αγωγός 1 + αγωγός 2. Η διαδρομή του πέρατος 4 (πλήρης) είναι: αγωγός 1 + αγωγός 2 + αγωγός 3 + αγωγός 4.



Γενικά χαρακτηριστικά συνεχούς μεθόδου για δίκτυο βαρύτητας (1/5)

Στην περίπτωση αυτή υπάρχει στην αρχή του δικτύου μία πηγή O με ορισμένο υψόμετρο που τροφοδοτεί το δίκτυο με νερό διά μέσου n αγωγών, που καθένας ορίζεται με το i . Το μήκος κάθε αγωγού χαρακτηρίζεται σαν l_i .

Η παροχή των υδροστομιών d έχει υπολογιστεί από τους τύπους Clement και θα η παροχή κάθε υδροληψίας θα είναι πολλαπλάσια του d ανάλογα με τον αριθμό των υδροστομιών σε κάθε μία. Έτσι ορίζονται και οι παροχές των n αγωγών.



Γενικά χαρακτηριστικά συνεχούς μεθόδου για δίκτυο βαρύτητας (2/5)

Σε κάθε υδροληψία i ορίζεται και ένα ελάχιστο απαιτούμενο υψόμετρο πιεζομετρικής γραμμής, που συμβολίζεται σαν h_i . Το υψόμετρο αυτό καθορίζεται με βάση την απαιτούμενη πίεση των εκτοξευτήρων και τις απώλειες στη γραμμή αρδεύσεως και στην κύρια γραμμή.

Ορίζουμε με δ_i τη δαπάνη του αγωγού i ανά μέτρο μήκους. Η ολική δαπάνη θα είναι:

$$\Delta_i = \delta_i * l_i$$



Γενικά χαρακτηριστικά συνεχούς μεθόδου για δίκτυο βαρύτητας (3/5)

Ενώ η ολική δαπάνη του δικτύου θα είναι ίση με

$$P = \sum_{i=1}^n \Delta_i = \sum_{i=1}^n \delta_i * l_i$$

Ορίζουμε επίσης με Δh_i το ύψος των απωλειών φορτίου του αγωγού i με μήκος l_i και παροχή

Q_i , που έχει καθοριστεί σύμφωνα με τη μέθοδο του Clement. Η ολική δαπάνη του δικτύου P έχει ως εξής:

$$P = \sum_{i=1}^n \delta_i * (\Delta h_i * l_i * Q_i) * l_i$$



Γενικά χαρακτηριστικά συνεχούς μεθόδου για δίκτυο βαρύτητας (4/5)

Για να βρούμε την πιεζομετρική γραμμή του δικτύου, πρέπει να πάρουμε υπόψη μας κάποιους περιορισμούς:

- Τα προκύπτοντα υψόμετρα της πιεζομετρικής γραμμής στα σημεία i πρέπει να είναι μεγαλύτερα ή ίσα από τα ελάχιστα ορισθέντα

h_i , δηλαδή πρέπει να ισχύει:

$$\sum_{i=1}^i \Delta h_i \leq H_0 - h_i$$



Γενικά χαρακτηριστικά συνεχούς μεθόδου για δίκτυο βαρύτητας (5/5)

- Η προκύπτουσα πιεζομετρική γραμμή να μη τέμνει πουθενά το έδαφος. Αυτό εκφράζεται με τη σχέση: $\Delta h_i > 0$

Άρα το μαθηματικό πρόβλημα που πρέπει να λυθεί είναι το εξής:

Δίνεται η ολική δαπάνη P του δικτύου σαν συνάρτηση των Δh_i και ζητείται να βρεθεί το ελάχιστο κόστος του δικτύου P_{\min} , όταν οι άγνωστοι υπόκεινται στους παραπάνω περιορισμούς.



Γραμμικές απώλειες (1/3)

Η ταχύτητα μέσα στους κλειστούς υπό πίεση αγωγούς μπορεί να γραφτεί με τη μορφή:

$$V = C * R^x * S^y$$

Τύπος Darcy – Weisbach.

$$\Delta h = f * \frac{1}{D} * \frac{V^2}{2g}, \text{ που οδηγεί στην } V = C * R^{0.5} * S^{0.5}$$

$$\text{Με } C = \sqrt{\frac{8g}{f}} \text{ και } \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left\{ \frac{K}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right\}$$

κατά Colebrook-White.



Γραμμικές απώλειες (2/3)

Τύπος του Chezy.

$V = C * R^{0.5} * S^{0.5}$ όπου $\chi=0.5$, $\gamma=0.5$ και ο συντελεστής C υπολογίζεται με διάφορους τρόπους και είναι σταθερός.

Τύπος των Manning – Strickler.

$V = K_S * R^{2/3} * S^{0.5}$ όπου το K_S εξαρτάται από την ποιότητα των σωλήνων.



Γραμμικές απώλειες (3/3)

Τύπος του Scimemi για αμαντοσωλήνες.

$$V = 164.99 * R^{0.68} * S^{0.56}$$

Τύπος των Scimemi – Veronese για χαλυβδοσωλήνες καινούριους.

$$V = 104.905 * R^{0.59} * S^{0.55}$$



Κόστος αγωγών ανά τρέχον μέτρο (1/1)

Η δαπάνη των αγωγών ανά τρέχον μέτρο μπορεί να τεθεί γενικά με τη σχέση: $\delta = A * D^v$

Η σχέση αυτή είναι εμπειρική εξαρτάται από παράγοντες όπως το κόστος προμήθειας των αγωγών, τη μεταφορά των αγωγών επί τόπου των έργων, την τοποθέτησή τους, την εκσκαφή του σκάμματος, την επίχωση, τις απαιτούμενες αντλήσεις, τον καθαρισμό της ζώνης εργασίας κλπ.



Ελαχιστοποίηση του κόστους (1/5)

Η ολική δαπάνη του δικτύου εκφράζεται ως:

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{A}{C_0^v} * \left[\frac{l_i * Q_i^z}{\Delta h_i^{yz}} \right]^\omega$$

όπου $z = \frac{\omega}{\gamma\nu + 2 + x}$ και $\omega = \frac{\gamma\nu + 2 + x}{2 + x}$

Για κάθε αγωγό εισάγουμε τη συνάρτηση:

$$\varphi_i = \left(\frac{A}{C_0^v} \right)^{1/\omega} * l_i * Q_i^z \text{ και έχουμε } P = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\varphi_i}{\Delta h_i^{yz}} \right]^\omega$$



Ελαχιστοποίηση του κόστους (2/5)

Αυτό που ζητάμε επομένως είναι η ελαχιστοποίηση της παραπάνω συνάρτησης με βάση τα $\Delta h_i > 0$ και $\sum_{i=1}^j \Delta h_i \leq H_0 - h_i$ (όπου $j=1,2,3\dots k$).

Μετά από πράξεις οδηγούμαστε στην επίλυση του συστήματος:

$$\omega^* \ y^* \ z \left\{ \frac{\varphi_i}{\Delta h_i} \right\}^\omega = \sum_{j=1}^k \lambda_j$$

$$\sum_{i=1}^j \Delta h_i - (H_0 - H_j) = 0$$



Ελαχιστοποίηση του κόστους (3/5)

Το παραπάνω σύστημα είναι μη γραμμικό και η επίλυσή του γίνεται με επαναληπτικές μεθόδους.

Περίπτωση ενός δικτύου με αγωγούς στη σειρά.

Το παραπάνω σύστημα γίνεται

$$\omega * y * z \left\{ \frac{\varphi_i}{\Delta h_i} \right\}^\omega = \lambda \quad (\text{μία μόνο διαδρομή})$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta h_i - (H_0 - H_n) = 0$$



Ελαχιστοποίηση του κόστους (4/5)

Λύνουμε τη δεύτερη εξίσωση ως προς Δh_i και αντικαθιστούμε στη δεύτερη οπότε έχουμε:

$$\Delta h_i = (H_0 - H_n) \frac{\varphi_i}{\sum_{i=1}^n \varphi_i}$$

Η οποία δίνει πάντοτε $\Delta h_i > 0$, αλλά πρέπει να ελεγχθούν οι ανισότητες $\sum_{i=1}^m \Delta h_i \leq (H_0 - H_m)$ για όλους τους κόμβους του δικτύου.



Ελαχιστοποίηση του κόστους (5/5)

Εάν οι ανισότητες δεν ισχύουν για έναν ή περισσότερους κόμβους τότε η λύση δεν είναι ορθή και πρέπει να διαχωριστεί το δίκτυο σε δύο ή περισσότερα ανεξάρτητα τμήματα.



Αρδευτικό δίκτυο με αντλιοστάσιο (1/4)

Στην περίπτωση αυτή πρέπει να υπάρχει διαθέσιμο φορτίο $h=p/\gamma$, για τις ανάγκες των εκτοξευτήρων άρδευσης.

Για να βρούμε την οικονομική διάμετρο του αγωγού καταθλίψεως θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας το ολικό κόστος του συστήματος σωλήνα-αντλιοστασίου. Συνήθως εξετάζουμε το ετήσιο κόστος που αποτελείται από:

- Το κόστος αποθέσεως του υλικού αγωγού.
- Το κόστος εκμεταλλεύσεως του αντλιοστασίου.



Αρδευτικό δίκτυο με αντλιοστάσιο (2/4)

Η απόσβεση των υλικών του αγωγού θεωρείται ότι γίνεται μέσα σε διάστημα 30 ετών για χαλυβδοσωλήνες και 50 ετών για αμιαντοσωλήνες ή σωλήνες από P.V.C. και με επιτόκιο 6-10%. Ο συντελεστής της ετήσιας δαπάνης αποσβέσεως ε δίνεται από:

$$\varepsilon = \frac{B * T}{1 - (1 + T)^{-N}}$$

όπου B =το κεφάλαιο.

T =το επιτόκιο.

N =ο χρόνος αποσβέσεως του υλικού.



Αρδευτικό δίκτυο με αντλιοστάσιο (3/4)

Το κόστος εκμεταλλεύσεως του αντλιοστασίου προκύπτει από την εγκατεστημένη ισχύ του:

$$P_u = \frac{\gamma * Q * H_{man}}{n * 1000}$$

όπου γ = ειδικό βάρος του νερού.

Q = η παροχή.

H_{man} = το μανομετρικό ύψος που ισούται με το άθροισμα του γεωμετρικού ύψους και των γραμμικών απωλειών.

n = ο συντελεστής απόδοσης του συνόλου αντλίες – κινητήρας.



Αρδευτικό δίκτυο με αντλιοστάσιο (4/4)

Το ετήσιο κόστος του συστήματος σωλήνα-αντλιοστασίου είναι:

$$\Delta_{\text{ετ.}} = \varepsilon * \left[\frac{\varphi}{\Delta h^{yz}} \right]^{\omega} + \frac{\beta * A * \gamma * Q}{n * 1000} (H_{\Gamma} + \Delta_h)$$

της οποίας για να βρούμε το ελάχιστο, παραγωγίζουμε ως προς Δh και εξισώνουμε με το 0, δηλαδή προκύπτει:

$$\Delta h = \frac{\varphi}{K^{1/\omega}} \quad \text{όπου} \quad K = \frac{\beta * A * \gamma * Q}{n * 1000 * \varepsilon * \omega * y * z}$$



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 1: <Από το βιβλίο του καθηγητή
Τζιμόπουλου Χρήστου, Γεωργική Υδραυλική,
Τόμος II, Θεσσαλονίκη 1982, Φωτοστοιχειοθεσία
– Εκτύπωση: Π.ΖΗΤΗ & Σία>.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Χρήστος Ευαγγελίδης.
«Εγχειοβελτιωτικά έργα και επιπτώσεις στο περιβάλλον. Υπολογισμός οικονομικής διαμέτρου σωληνωτών αγωγών». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS198/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

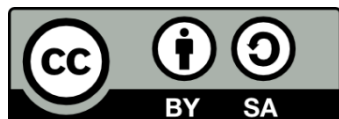
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Δαλάκης Νικόλαος
Θεσσαλονίκη, 2/12/2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

