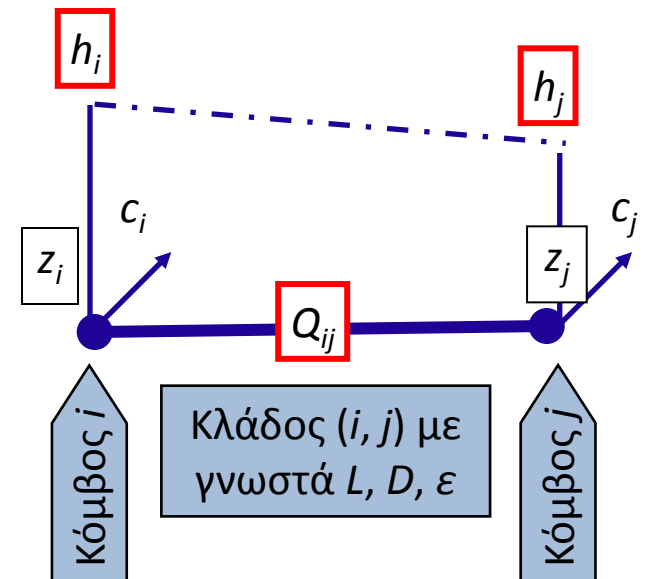




Κεφάλαιο 13: Διαμόρφωση μοντέλου υδραυλικής ανάλυσης δικτύου διανομής

Συνιστώσες μοντέλου υδραυλικής ανάλυσης

- ❑ **Κόμβος:** Σημείο εισροής ή εκροής νερού ή αλλαγής της γεωμετρίας του δικτύου ή μεταβολής των χαρακτηριστικών των αγωγών, με γνωστό απόλυτο υψόμετρο z και γνωστή παροχή εξόδου c , και άγνωστο ενεργειακό υψόμετρο h .
- ❑ **Κλάδος (αγωγός):** Στοιχείο μεταφοράς νερού μήκους L , που αποτελείται από σύστημα σωλήνων σε σειρά, με κοινή διαμέτρο D και τραχύτητα ε , κατά μήκος του οποίου θεωρείται ενιαία (άγνωστη) παροχή Q .
- ❑ **Δεξαμενή:** Διάταξη αποθήκευσης νερού, ωφέλιμου όγκου V , με γνωστή αρχική στάθμη z_0 , και άγνωστη εκροή νερού γ .
- ❑ **Φρεάτιο:** Διάταξη μηδενισμού της πίεσης, αμελητέας αποθηκευτικής ικανότητας, στην οποία διατηρείται σταθερή στάθμη z_0 .
- ❑ **Βαλβίδα:** Διάταξη ρύθμισης της πίεσης ή της παροχής (π.χ. δικλείδα, μειωτής πίεσης), η λειτουργία της οποίας περιγράφεται από μια γνωστή σχέση παροχής-ενεργειακών απωλειών.
- ❑ **Αντλία:** Διάταξη ανύψωσης της πιεζομετρικής γραμμής, με γνωστή χαρακτηριστική καμπύλη.



Οι βασικές εργασίες για τη διαμόρφωση του μοντέλου υδραυλικής ανάλυσης είναι η **τοποθέτηση των κόμβων** (σχηματοποίηση) και η εκτίμηση των **παροχών εξόδου**.

Τυπικά δεδομένα εισόδου υδραυλικής ανάλυσης

- **Τοπολογία δικτύου**
 - Διασύνδεση των επιμέρους συνιστωσών του δικτύου (κατά κανόνα η τοπολογία διαμορφώνεται με τη βοήθεια γραφικών εργαλείων που διαθέτουν τα μοντέλα)
- **Χαρακτηριστικά μεγέθη κόμβων:**
 - Υψόμετρο εδάφους (μέτρηση στον χάρτη, καθώς για τις ανάγκες του μοντέλου και τον έλεγχο των πιέσεων δεν απαιτείται πολύ μεγάλη ακρίβεια στα υψόμετρα)
 - Παροχή εξόδου (αθροιστική από όλες τις χρήσεις νερού, σημειακές και κατανεμημένες)
 - Σε προβλήματα προσομοίωσης (= βήμα προς βήμα επίλυση) η παροχή εξόδου κάθε κόμβου δίνεται με τη μορφή χρονοσειράς.
- **Χαρακτηριστικά μεγέθη κλάδων (αγωγών):**
 - Μήκος (μέτρηση στον χάρτη, καθώς ούτε εδώ απαιτείται ιδιαίτερη ακρίβεια)
 - Εσωτερική διάμετρος (εξαρτάται από το υλικό και την κλάση του αγωγού)
 - Ισοδύναμη τραχύτητα (γενικά λαμβάνεται $\varepsilon = 1.0 \text{ mm}$, εφόσον αναφερόμαστε σε πρόβλημα σχεδιασμού, οπότε λαμβάνονται υπόψη η γήρανση των αγωγών καθώς και οι τοπικές απώλειες)
- **Χαρακτηριστικά μεγέθη δεξαμενών:**
 - Στάθμη νερού (γενικά λαμβάνεται η ΚΣΥ, εφόσον αναφερόμαστε σε πρόβλημα ελέγχου πιέσεων)

Σχηματοποίηση κόμβων δικτύου

- Οι κόμβοι του δικτύου τοποθετούνται:
 - στα σημεία τροφοδοσίας (δεξαμενές, υδατόπυργοι)·
 - στα σημεία διακλαδώσεων (όχι όμως απαραίτητα σε στροφές αγωγών)·
 - στα σημεία αλλαγής υλικού, τραχύτητας ή διαμέτρου αγωγού ·
 - στα σημεία αλλαγής των χρήσεων νερού (αστική, ημιαστική, τουριστική)·
 - στα σημεία αλλαγής της πυκνότητας του πληθυσμού και της δόμησης·
 - στις θέσεις των ειδικών καταναλωτών (π.χ. βιομηχανίες, ξενοδοχεία)·
 - στις θέσεις των πυροσβεστικών κρουνών·
 - στις θέσεις των ειδικών διατάξεων (φρεάτια, βαλβίδες, αντλίες).
- Σε ορισμένες περιπτώσεις, συστήνεται η τοποθέτηση κόμβων σε σημεία όπου είναι επιθυμητός, κατά την κρίση του μηχανικού, ο έλεγχος πιέσεων κατά την υδραυλική ανάλυση του δικτύου (σε πολύ υψηλά, πολύ χαμηλά ή πολύ απομακρυσμένα σημεία του).
- Ειδικοί καταναλωτές και κρουνοί που βρίσκονται σχετικά κοντά σε κόμβους άλλης αιτιολογίας είναι δυνατόν να αναχθούν σε αυτούς (μείωση υπολογιστικού φόρτου).
- Για λόγους ευστάθειας του αριθμητικού σχήματος επίλυσης, ο σχετικός λόγος των μηκών των κλάδων του ίδιου βρόχου δεν πρέπει να ξεπερνά το 10.

Σημειακές και μη σημειακές φορτίσεις

- Η εκτίμηση της κατανάλωσης του δικτύου γίνεται ξεχωριστά για κάθε χρήση νερού, για την οποία εκτιμάται η αντίστοιχη μέγιστη ωριαία παροχή.
- Ως σημειακοί χρήστες (ή ειδικοί καταναλωτές) νοούνται βιομηχανίες, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, πάρκα, πυροσβεστικοί κρουνοί κτλ., και γενικά κάθε μεγάλος καταναλωτής που υδροδοτείται από συγκεκριμένη θέση του δικτύου.
- Ως μη σημειακοί (κατανεμημένοι) χρήστες νοούνται οι οικιακοί καταναλωτές, οι κάτοικοι παραθεριστικών περιοχών, και οι τουρίστες που καταλύουν σε εκτεταμένες περιοχές όπου αναπτύσσονται μικρής κλίμακας τουριστικές μονάδες, π.χ. ενοικιαζόμενα δωμάτια (μεμονωμένα ξενοδοχειακά συγκροτήματα μεγάλης κλίμακας αναπαρίστανται ως σημειακοί καταναλωτές νερού).
- Οι μέγιστες ωριαίες παροχές των ειδικών καταναλωτών μεταφέρονται απευθείας ως σημειακές φορτίσεις στον εγγύτερο κόμβο.
- Για τους κατανεμημένους καταναλωτές, η αθροιστική μέγιστη ωριαία παροχή q_k ανά χρήση νερού k επιμερίζεται στους κόμβους του δικτύου, με χρήση κατάλληλων συντελεστών κατανομής:

$$c_{jk} = w_{jk} q_k$$

- Ο συντελεστής w_{jk} εκφράζει το ποσοστό της συνολικής ζήτησης κάθε μη σημειακής (κατανεμημένης) χρήσης k που εξυπηρετείται από τον κόμβο j .
- Η παροχή εξόδου κάθε κόμβου προκύπτει ως άθροισμα όλων των καταναλώσεων c_{jk} από τις σημειακές και μη σημειακές χρήσεις νερού.

Αναγωγή κατανεμημένης ζήτησης στους κόμβους

□ Μέθοδος επιφανειών επιρροής:

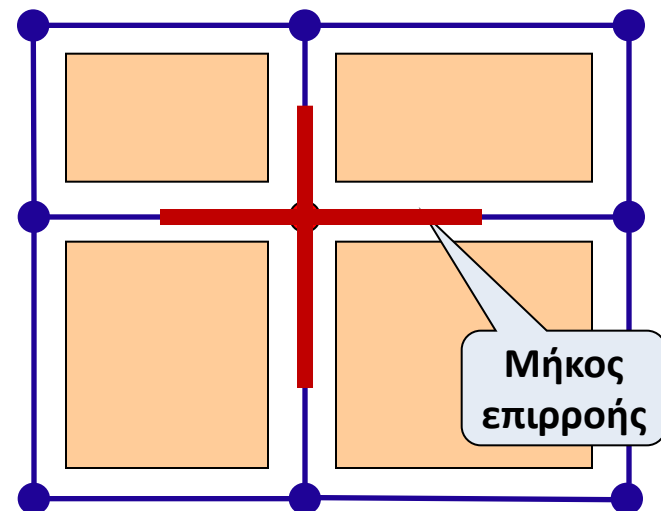
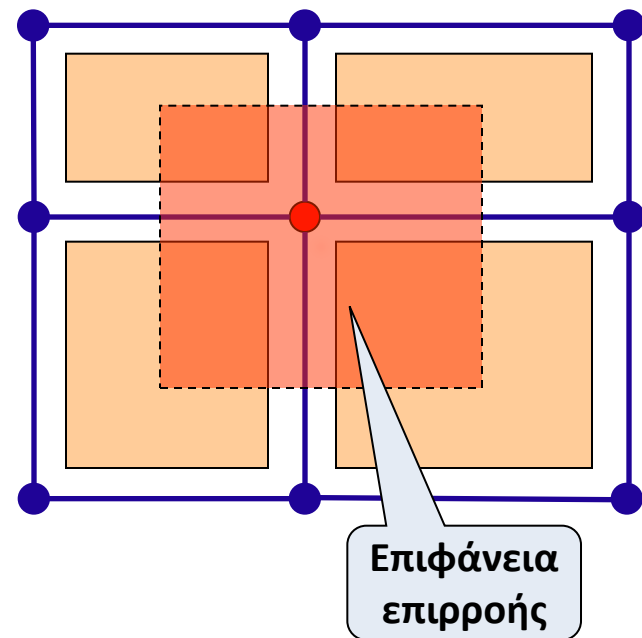
- Κάθε κόμβος i εξυπηρετεί συγκεκριμένη επιφάνεια α_i , οπότε το ποσοστό συμμετοχής του κόμβου στη συνολική κατανάλωση εκτιμάται από τη σχέση:

$$w_i = \alpha_i / \sum \alpha_i$$

- Η χάραξη των επιφανειών γίνεται με τεχνικές χωρικής ολοκλήρωσης, (π.χ. πολύγωνα Voronoi, γνωστά και ως πολύγωνα Thiessen).

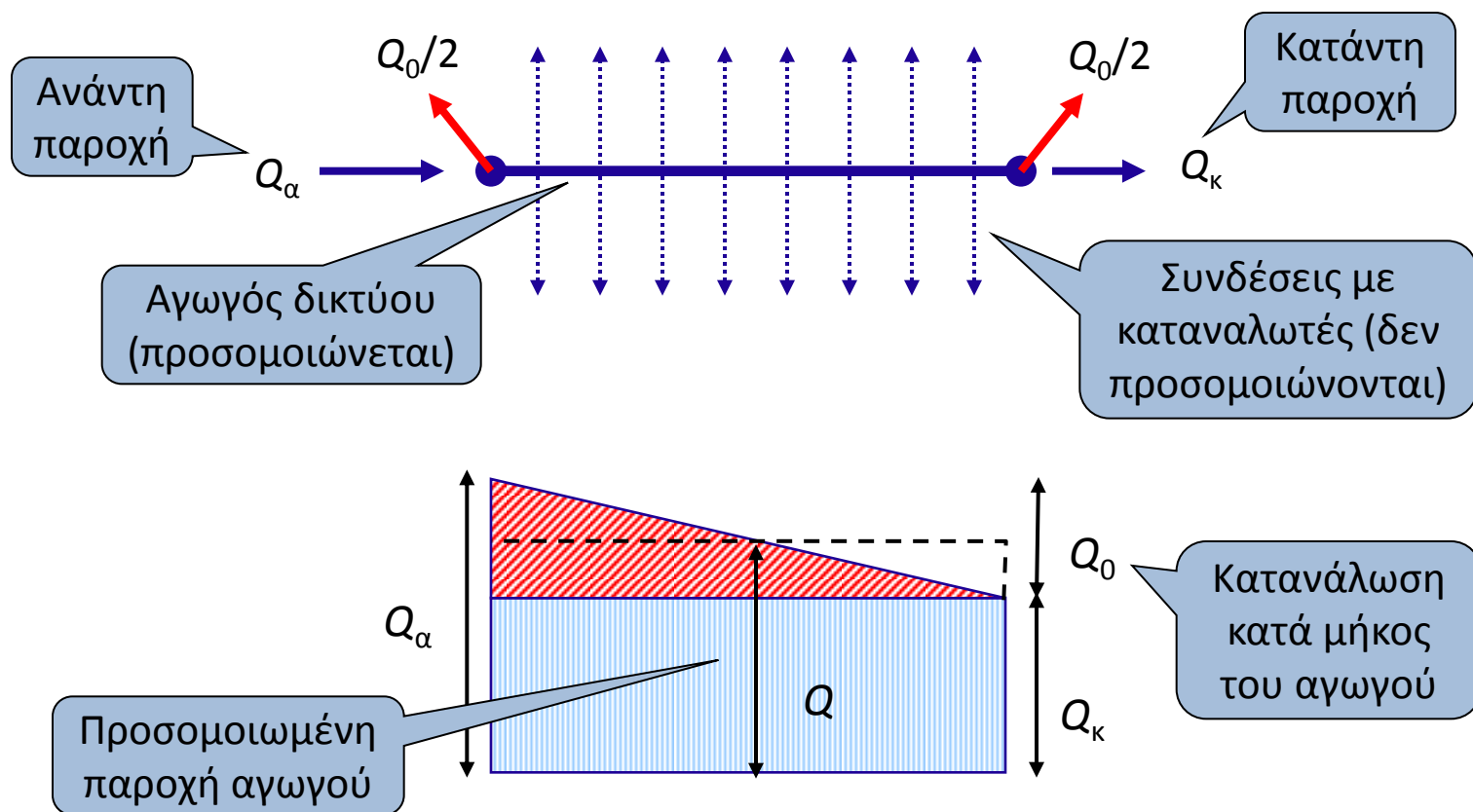
□ Μέθοδος ισοδύναμων μηκών επιρροής:

- Θεωρείται ότι η διανεμόμενη παροχή κατά μήκος κάθε αγωγού ισομοιράζεται στον ανάντη και τον κατάντη κόμβο, οπότε κάθε αγωγός που συμβάλλει σε έναν κόμβο συμμετέχει στην κατανομή της κατανάλωσης με το ήμισυ του μήκους του.
- Η μέθοδος των μηκών είναι λιγότερο ακριβής σε σχέση με αυτή των επιφανειών, αλλά πιο απλή στην εφαρμογή της (δεν απαιτεί χωρικές επεξεργασίες)



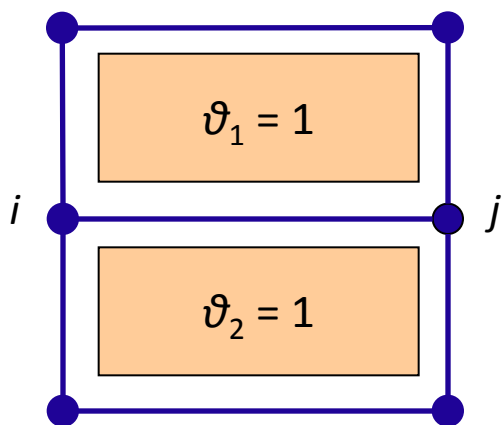
Μέθοδος ισοδύναμων μηκών επιρροής: Η έννοια της ανηγμένης κατανάλωσης

- Με την υπόθεση ότι η διανεμόμενη παροχή ανά μέτρο μήκους του αγωγού είναι **ομοιόμορφη**, η συνολική **κατά μήκος κατανάλωση** Q_0 ισομοιράζεται στον ανάντη και κατάντη κόμβο, δηλαδή ανάγεται σε **σημειακή παροχή εξόδου**.

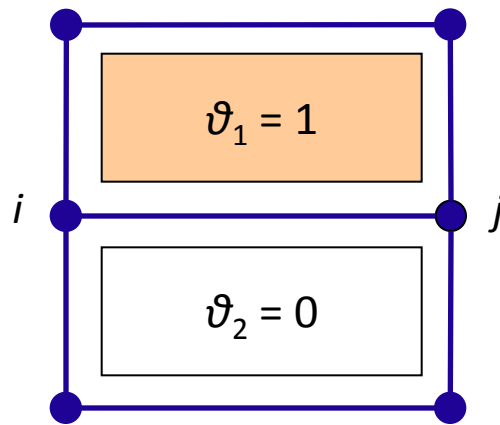


Μέθοδος ισοδύναμων μηκών επιρροής: Εκτίμηση συντελεστών ανομοιομορφίας

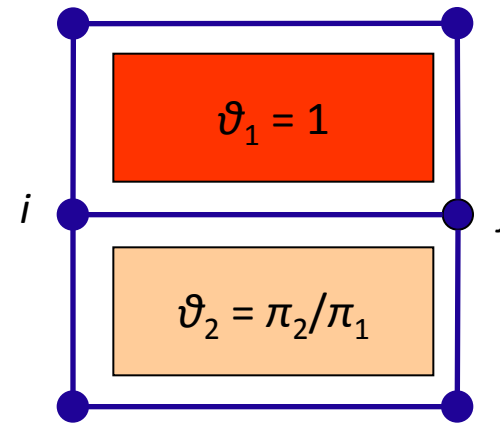
- Αν η κατανομή της κατανάλωσης για κάποια χρήση νερού δεν είναι ομοιόμορφη, τότε η περιοχή μελέτης χωρίζεται σε ζώνες διαφορετικής πυκνότητας $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_N$.
- Αν π_1 είναι η περιοχή με την υψηλότερη πυκνότητα, τότε τίθεται (συμβατικά) $\vartheta_1 = 1$, $\vartheta_2 = \pi_2/\pi_1$, $\vartheta_3 = \pi_3/\pi_1$ κτλ.
- Ως μέτρο πυκνότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί η πραγματική πυκνότητα του πληθυσμού (κάτοικοι/μέτρο επιφάνειας) ή πολεοδομικά μεγέθη όπως συντελεστές δόμησης και κάλυψης, ύψη κτηρίων, εμβαδά οικοπέδων, κτλ.



Αμφίπλευρη κατανάλωση,
ομοιόμορφα κατανεμημένη:
 $\pi_1 = \pi_2 \rightarrow \vartheta_{ij} = 1$



Μονόπλευρη
κατανάλωση:
 $\pi_2 = 0 \rightarrow \vartheta_{ij} = 0.5$



Αμφίπλευρη κατανάλωση,
ανομοιόμορφα κατανεμημένη:
 $\pi_1 > \pi_2 \rightarrow \vartheta_{ij} = 0.5 (1 + \pi_2/\pi_1)$

Μέθοδος ισοδύναμων μηκών επιρροής: Εκτίμηση συντελεστών κατανομής

- ❑ Μετρώνται τα πραγματικά μήκη των κλάδων του δικτύου, L_{ij} (που σε κάθε περίπτωση αποτελούν δεδομένο εισόδου του μοντέλου υδραυλικής ανάλυσης).
- ❑ Εφόσον η κατανομή της χρήσης είναι ανομοιομορφη, η περιοχή μελέτης χωρίζεται σε ζώνες διαφορετικής πυκνότητας, για τις οποίες εκτιμάται ο αντίστοιχος συντελεστής ανομοιομορφίας.
- ❑ Για κάθε κλάδο (i, j) υπολογίζεται ο συντελεστής ανομοιομορφίας ϑ_{ij} ως ημιάθροισμα των συντελεστών των δύο περιοχών εκατέρωθεν του κλάδου.
- ❑ Εκτιμάται το ισοδύναμο μήκος επιρροής του κόμβου j προς τον κλάδο (i, j) ως:

$$L_{ij}^* = 0.5 \vartheta_{ij} L_{ij}$$

- ❑ Το ολικό ισοδύναμο μήκος επιρροής του κόμβου j προκύπτει ως άθροισμα των επιμέρους μηκών όλων των κλάδων που συμβάλλουν στον κόμβο, δηλαδή:

$$L_j^* = \sum L_{ij}^*$$

- ❑ Το ολικό ισοδύναμο μήκος της συγκεκριμένης χρήσης προκύπτει ως:

$$L^* = \sum L_j^*$$

- ❑ Ο συντελεστής κατανομής της ολικής παροχής της συγκεκριμένης χρήσης στον κόμβο j υπολογίζεται ως το κλάσμα:

$$w_j = L_j^* / L^*$$

- ❑ Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για τις υπόλοιπες κατανεμημένες χρήσεις νερού.