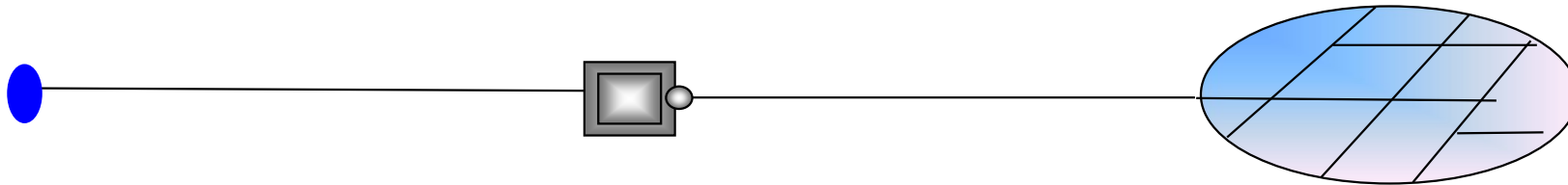


Υδραγωγείο



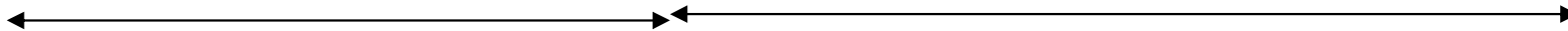
Δεξαμενή

Οικισμός



Εξωτερικό Υδραγωγείο

Εσωτερικό Υδραγωγείο



ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ



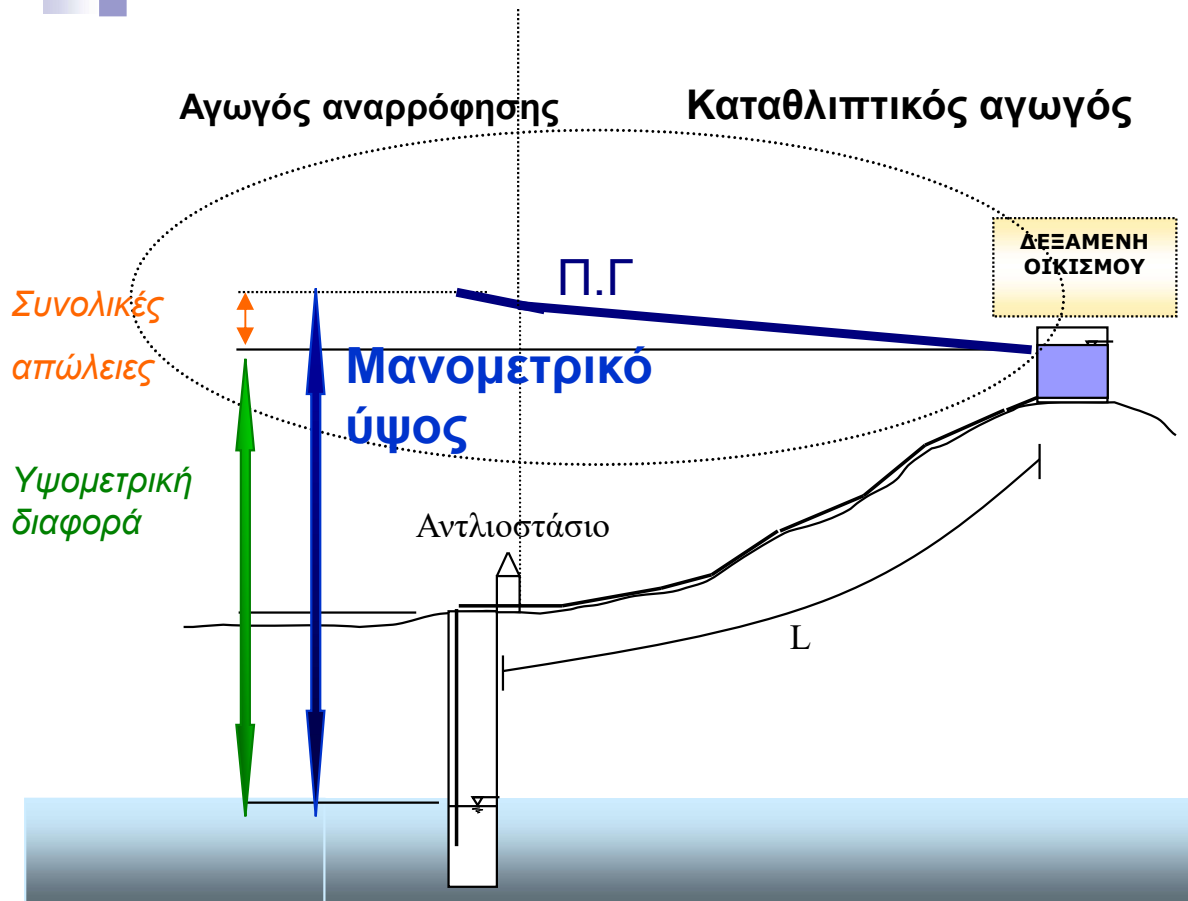
Διάταξη έργων μεταφοράς νερού από την υδροληψία στην δεξαμενή ρύθμισης του οικισμού

Ανοικτοί αγωγοί βαρύτητας

Κλειστοί αγωγοί υπό πίεση:

- Βαρύτητας
- με άντληση

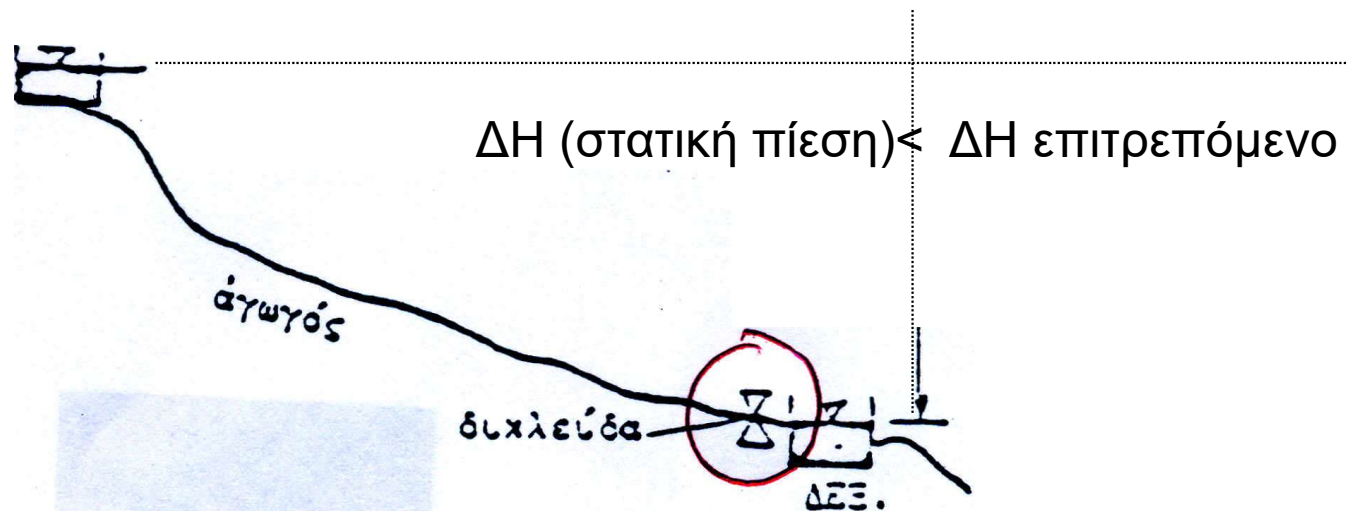
Εξ. Υδρ. Κλειστοί αγωγού υπό πίεση/άντληση



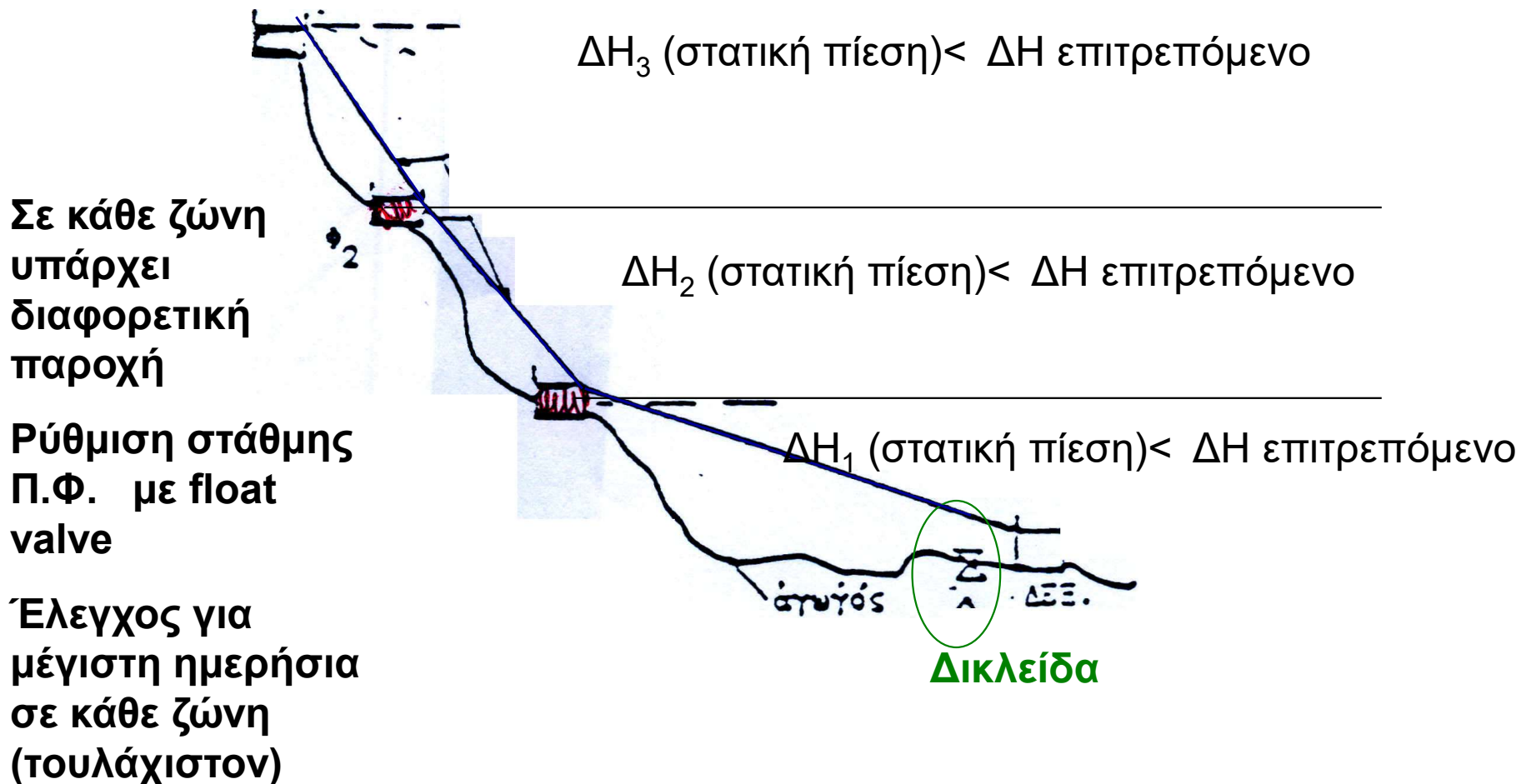
Η παροχή σχεδιασμού για το εξωτερικό υδραγωγείο είναι η μέγιστη ημερήσια προσαρμοσμένη στην χρονική βάση λειτουργίας του αντλιοστασίου

$$Q_{\text{καταθλ.}}^{\sigma\chi} = \max Q_H \cdot \frac{24(\text{ώρες})}{\text{ωρ.λειτουργίας αντλ.}}$$

Εξ. Υδρ. Κλειστοί αγωγοί υπό πίεση/βαρύτητας



Εξ. Υδρ. Κλειστοί αγωγού βαρύτητας



ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ

Το εσωτερικό υδραγωγείο είναι το σύστημα διανομής ύδατος και περιλαμβάνει το άθροισμα των αγωγών που μεταφέρουν το νερό από την δεξαμενή αποθήκευσης σε κάθε σημείο της υδροδοτούμενης περιοχής.

Απαιτήσεις:

- ✚ Η εξασφάλιση της απαιτούμενης παροχής σε κάθε σημείο του δικτύου **με ικανοποιητική ταχύτητα**
- ✚ Η διατήρηση **της πίεσης** (ύψος πίεσης) εντός των αποδεκτών ορίων.

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ

ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ/περιορισμοί ταχύτητας

- Η **ταχύτητα** του νερού θα πρέπει να κυμαίνεται κατά το δυνατόν στο παρακάτω όριο: **0.5 – 1.5 m/s**:

$$Q_{σχ} = u \pi D^2 / 4, \quad 0.5 \leq \frac{4Q_{σχ}}{\pi D^2} \leq 1.5$$

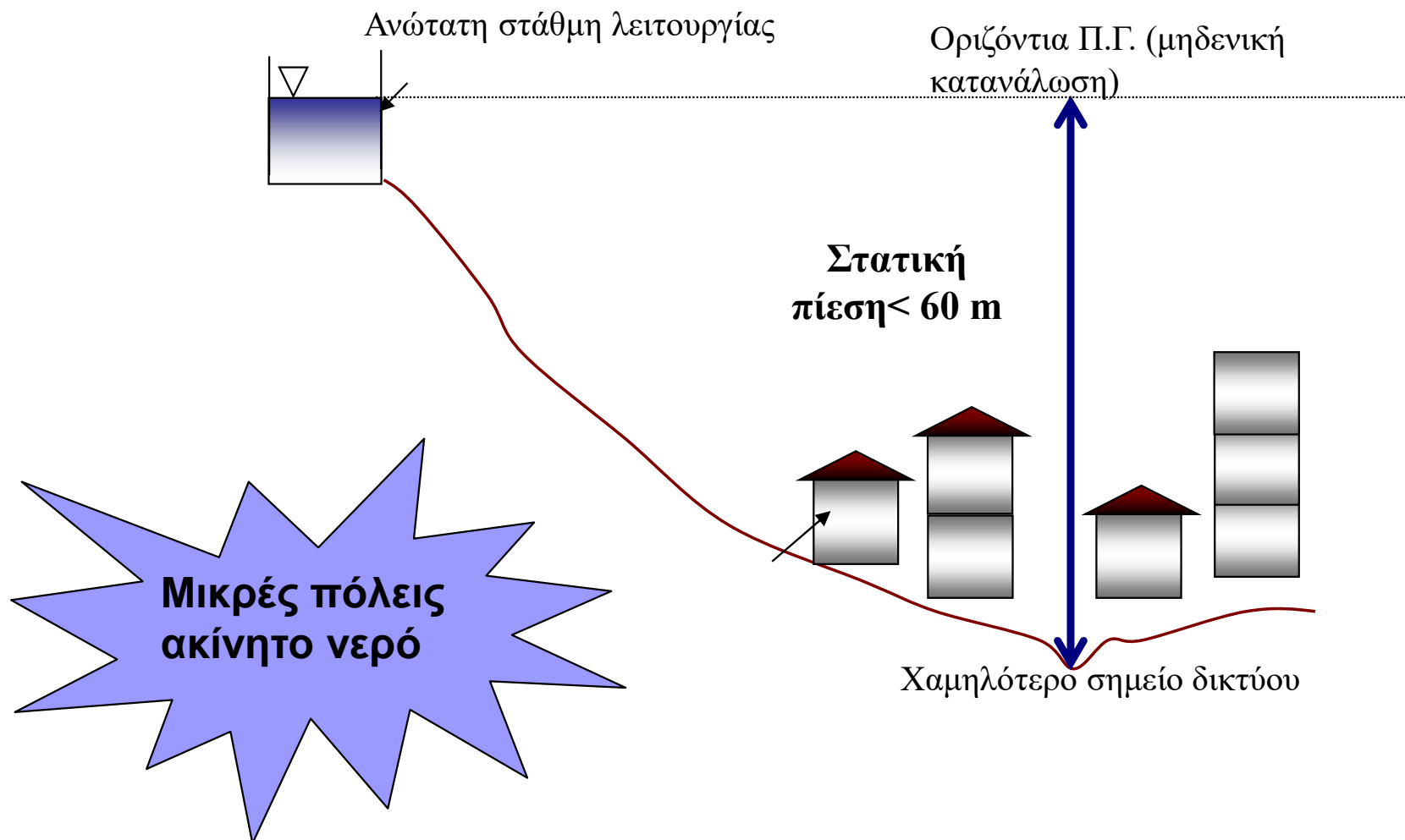
- **Προεπιλογή διαμέτρου** με βάση την τυποποίηση του εμπορίου αντοχής 10 atm για το εσωτερικό υδραγωγείο- ταχύτητα περίξ της μονάδας*
- Τελική αποδοχή με βάση τους περιορισμούς στο ύψος πίεσης
- Αξιόπιστη λύση: Βελτιστοποίηση Δικτύου

* Σε κάθε περίπτωση επιλέγονται διάμετροι μεγαλύτερες ή ίσες 90mm

Όρια ταχυτήτων-γερμανικοί κανονισμοί

- Σε καμιά, όμως, περίπτωση δεν είναι μεγαλύτερο από 2 m/sec για τους σωλήνες του εσωτερικού δικτύου.
- Ο γερμανικός κανονισμός DVGW-Arbeitsblatt W 302 προβλέπει τα εξής όρια ταχυτήτων:
 - Κύριοι αγωγοί δικτύων διανομής 1.0-2.0 m/sec
 - Αγωγοί διανομής νερού 0.5-0.8 m/sec
- Η τιμή 1.5 m/sec ως ανώτατο όριο θεωρείται ικανοποιητική για τα εσωτερικά δίκτυα.

Περιορισμός Στατικής Πίεσης



ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ/περιορισμοί ύψους πίεσης (B)

- Η **στατική διαφορά πίεσης** (ακίνητο νερό) μεταξύ της δεξαμενής (ανώτατη στάθμη λειτουργίας) και του χαμηλότερου σημείου του δικτύου δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 60 m.
- Επιλέγονται σωλήνες 10 atm για να καλυφθεί και η περίπτωση του υδραυλικού πλήγματος

Μεγάλες πόλεις-έλεγχος υπερπίεσεων

- **Ελάχιστη νυκτερινή παροχή**
- Στο πρώτο σενάριο θεωρείται ότι οι αντλίες λειτουργούν με τη μέγιστη απόδοση τους, **οι στάθμες των δεξαμενών είναι οι μέγιστες** και η κατανάλωση του δικτύου ελάχιστη, δηλαδή υπολογίζεται το δίκτυο με την ελάχιστη ωριαία παροχή της μέρας με τη μικρότερη κατανάλωση **$\min Q_h(\min Q_d)$** . Με την επίλυση αυτή υπολογίζονται οι μέγιστες πιέσεις του δικτύου, οι οποίες πρέπει να είναι μικρότερες από τα ανώτατα όρια που αναφέρονται στη παράγραφο 8.6.
- (Παντοκράτορας, 2022)

Ελάχιστη νυκτερινή παροχή β'



- α. από 0.05 μέχρι 0.06 για αγροτικές κοινότητες
- β. από 0.06 μέχρι 0.08 για μικρές πόλεις
- γ. 0.25 για μεσαίες πόλεις
- δ. 0.38 για μεγάλες πόλεις

ΣΩΛΗΝΕΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

από ΡΕ 3ης γενιάς/ Εμπορίου

Πίεση λειτουργίας : 10 atm (1000 hPa)

Ονομαστική διάμετρος Dn (mm)	32	40	50	63	75	90	110
Εσωτερική διάμετρος D (mm)	28	35.2	44	55.4	66	79.2	96.8
Ονομαστική διάμετρος Dn (mm)	125	140	160	180	200	225	250
Εσωτερική διάμετρος D (mm)	110.2	123.4	141	158.6	176.2	198.2	220.4
Ονομαστική διάμετρος Dn (mm)	280	315	355	400	450	500	560
Εσωτερική διάμετρος D (mm)	246.8	277.6	312.8	352.6	396.6	440.6	493.6
Ονομαστική διάμετρος Dn (mm)	630						
Εσωτερική διάμετρος D (mm)	555.2						

Περιορισμοί ύψους πίεσης /Μέγιστη κατανάλωση για το εσωτερικό υδραγωγείο

- Για το σχεδιασμό του εσωτερικού υδραγωγείου χρησιμοποιούμε τη μέγιστη ωριαία παροχή ***maxQ_ω***
- Για συστηματικότερη αντιμετώπιση του θέματος η παροχή που τελικά επιλέγεται είναι:

$$\max\{\max Q_{\omega}, \max Q_H + Q_{\pi}\}$$

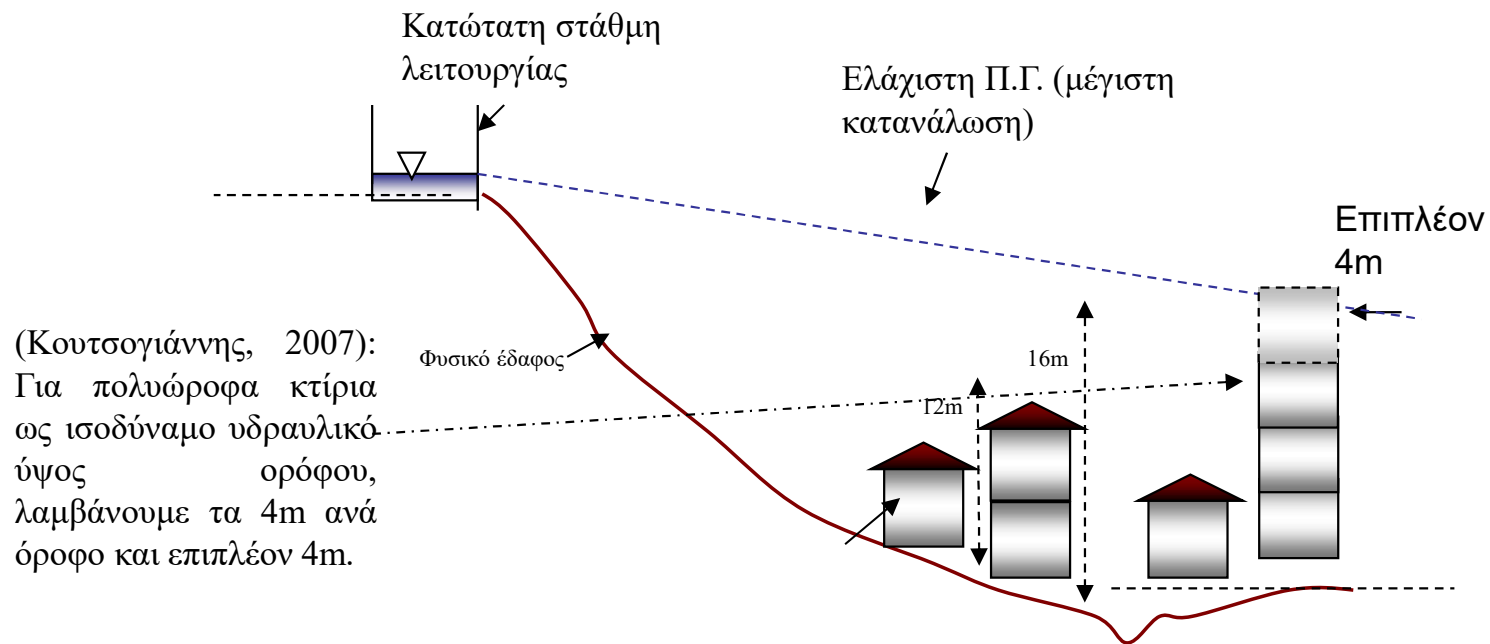
όπου η παροχή πυρκαγιάς σύμφωνα με τις Οδηγίες Ελληνικών φορέων Ύδρευσης που προσδιορίζεται από την ισαποχή στομίων παροχής 2×5 l/s ή 2×5 l/s ανά 500 ή 300 ή 200 m αναλόγως της δόμησης.

- Σε μικρούς οικισμούς ο κριτικός. συνυπολογισμός της πυρκαγιάς – τοποθέτηση δεξαμενών

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ/περιορισμοί ύψους πίεσης) (ΕΜΠ)

- Απαιτούνται για κάθε κόμβο η ύπαρξη ελαχίστων πιέσεων:
- Μονώροφα: 12 – 15 m
- Διώροφα: 16 – 17 m
- Τριώροφα: 20 – 23 m
- για πολυώροφα κτίρια: $p_o = 4 (n+1)$,
n: αριθμός των ορόφων.
- Έλεγχος με βάση την μέγιστη κατανάλωση

Περιορισμοί ύψους πίεσης για την μέγιστη κατανάλωση (ΕΜΠ)



Είδος οικοδομής	Ελάχιστη απαιτούμενη πίεση σε νέα υπό κατασκευή δίκτυα (m)
Μονώροφη	20
Διώροφη	25
Τριώροφη	30
Τετραώροφη	35
Πενταώροφη	40
Εξαώροφη	45

Στην εικόνα για κάθε κτίριο δίνεται και μια δεύτερη πίεση η οποία είναι μικρότερη από την προηγούμενη. Αυτή ισχύει για κτίρια που βρίσκονται σε ψηλά σημεία πόλεων. Οι πιέσεις αυτές δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Είδος οικοδομής	Ελάχιστη απαιτούμενη πίεση σε ψηλά σημεία πόλεων (m)
Μονώροφη	15
Διώροφη	20
Τριώροφη	25
Τετραώροφη	30
Πενταώροφη	35
Εξαώροφη	40

Ο ίδιος γερμανικός κανονισμός προβλέπει τις παρακάτω πιέσεις σε υφιστάμενα δίκτυα:

Είδος οικοδομής	Ελάχιστη απαιτούμενη πίεση σε υφιστάμενα δίκτυα (m)
Μονώροφη	20.0
Διώροφη	23.5
Τριώροφη	27.0
Τετραώροφη	30.5
Πενταώροφη	34.0

Πιο απαιτητικοί οι γερμανικοί κανονισμοί

ΣΥΝΟΠΤΙΚά...



ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ

Το **εσωτερικό υδραγωγείο** είναι το σύστημα διανομής ύδατος και περιλαμβάνει το άθροισμα των αγωγών που μεταφέρουν το νερό από την δεξαμενή αποθήκευσης σε κάθε σημείο της υδροδοτούμενης περιοχής.

- Απαιτήσεις του εσωτερικού υδραγωγείου:

- Η εξασφάλιση της απαιτούμενης **παροχής** με ικανοποιητική **ταχύτητα**
 - Η ταχύτητα του νερού **V** θα πρέπει να κυμαίνεται κατά το δυνατόν στο παρακάτω όριο: 0.5 – 1.5 m/s, δηλαδή:
$$Q_{σχ} = V \cdot (\pi \cdot D^2 / 4), \quad 0.5 \leq \frac{4 \cdot Q_{σχ}}{\pi \cdot D^2} \leq 1.5$$
- Η διατήρηση της πίεσης (**ύψος πίεσης**) (εντός των αποδεκτών ορίων)
- Η **ποιότητα** του νερού διανομής

Το κατώτερο όριο της ταχύτητας είναι περίπου $0,5 \frac{m}{s}$ καθώς έτσι αποφεύγονται οι αποθέσεις φερτών υλών. Από τη άλλη η ταχύτητα δεν πρέπει να ξεπερνά τα $2 \frac{m}{s}$ για να μην δημιουργούνται προβλήματα υπερπίεσεων λόγω πλήγματος.

Σύμφωνα με τον **γερμανικό κανονισμό DVGW-Arbeitsblatt W 302** προβλέπονται τα εξής όρια ταχυτήτων :

- Κύριοι αγωγοί δικτύων διανομής $\rightarrow 1 - 2 \frac{m}{sec}$
- Αγωγοί διανομής νερού $0,5 - 0,8 \frac{m}{sec}$

ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ

Η συνήθης ελληνική πρακτική

Η συνήθης ελληνική πρακτική θέτει διαφορετικές απαιτούμενες σε ύψος πιέσεις σε κτίρια από τον Γερμανικό κανονισμό ο οποίος χαρακτηρίζεται από μεγάλες πιέσεις. Για τα πολυώροφα κτίρια η ελάχιστη απαιτούμενη πίεση σε m υπολογίζεται εμπειρικά από την σχέση :

$$h_{p_{min}} = 4 \cdot (v + 1), \text{ όπου } v = \text{όροφοι}$$

Καταλαβαίνει κανείς ότι οι απαιτούμενες πιέσεις μεταβάλλονται από χώρα σε χώρα και ως παράδειγμα τίθεται και η Ελβετία όπου κατώτατο όριο είναι τα 40m και ανώτερο τα 100m.

Είδος οικοδομής	Η ελάχιστη απαιτούμενη πίεση σε κόμβους (m)
Μονώροφη	12-15
Διώροφη	16-19
Τριώροφη	20-23

Ο Γερμανικός κανονισμός

Είδος οικοδομής	Ελάχιστη απαιτούμενη πίεση σε νέα υπό κατασκευή δίκτυα (m)
Μονώροφη	20
Διώροφη	25
Τριώροφη	30
Τετραώροφη	35
Πενταώροφη	40
Εξαώροφη	45

Είδος οικοδομής	Ελάχιστη απαιτούμενη πίεση σε ψηλά σημεία πόλεων (m)
Μονώροφη	15
Διώροφη	20
Τριώροφη	25
Τετραώροφη	30
Πενταώροφη	35
Εξαώροφη	40

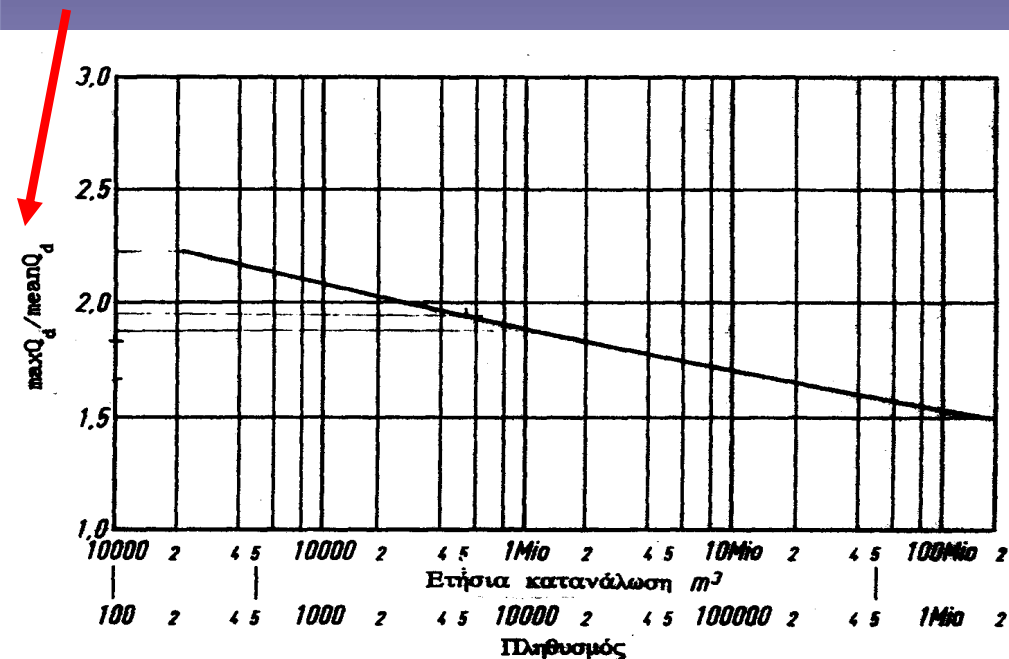
Είδος οικοδομής	Ελάχιστη απαιτούμενη πίεση σε υφιστάμενα δίκτυα (m)
Μονώροφη	20.0
Διώροφη	23.5
Τριώροφη	27.0
Τετραώροφη	30.5
Πενταώροφη	34.0
Εξαώροφη	37.5

ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ/ΜΕΓΙΣΤΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ/ ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΡΙΑΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΟΙΚΙΣΜΟΥ

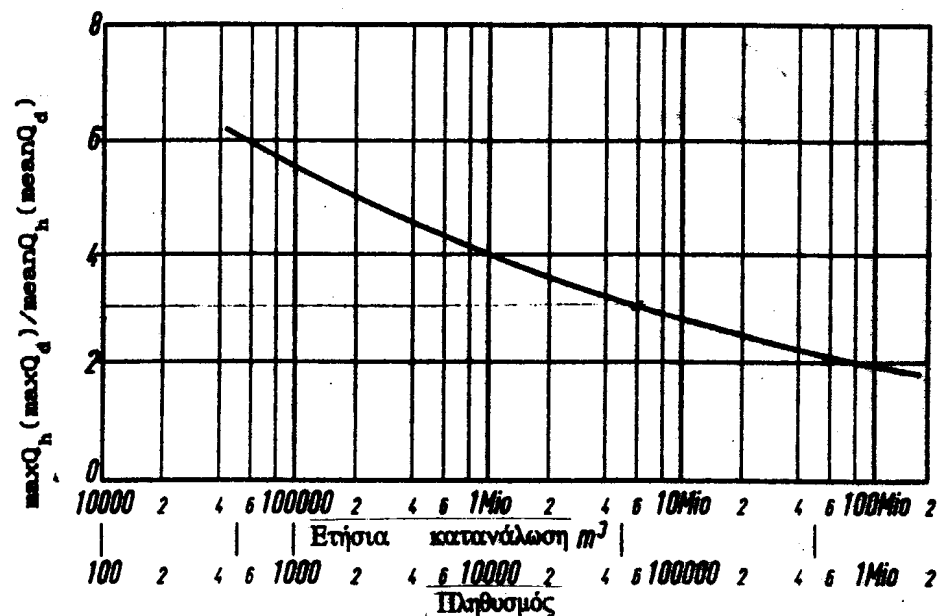
Είναι προφανές ότι για να είναι ικανό ένα σύστημα υδροδότησης να ικανοποιεί τη ζήτηση καθόλη τη διάρκεια του 24 ώρου θα πρέπει να εξασφαλίζει παροχές πολύ μεγαλύτερες αυτών που προκύπτουν από την μέση ημερήσια ζήτηση και την μέγιστη ωριαία ζήτηση που προκύπτει από την ημερήσια διακύμανση. Οι παροχές αυτές προκύπτουν συνήθως με την υιοθέτηση συντελεστών αιχμής λ_1, λ_2 .

Μέγιστη Ημερήσια Παροχή

$$\max Q_d / \text{mean} Q_d = \lambda_1 \quad \text{Όπου } \lambda_1 : [1.2 - 3]$$



Μέγιστη Ωριαία Παροχή



$$\max Q_h = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \text{mean} Q_d$$

$$\lambda_1 \cdot \lambda_2 : [3 - 9]$$

Ο Γερμανικός Κανονισμός

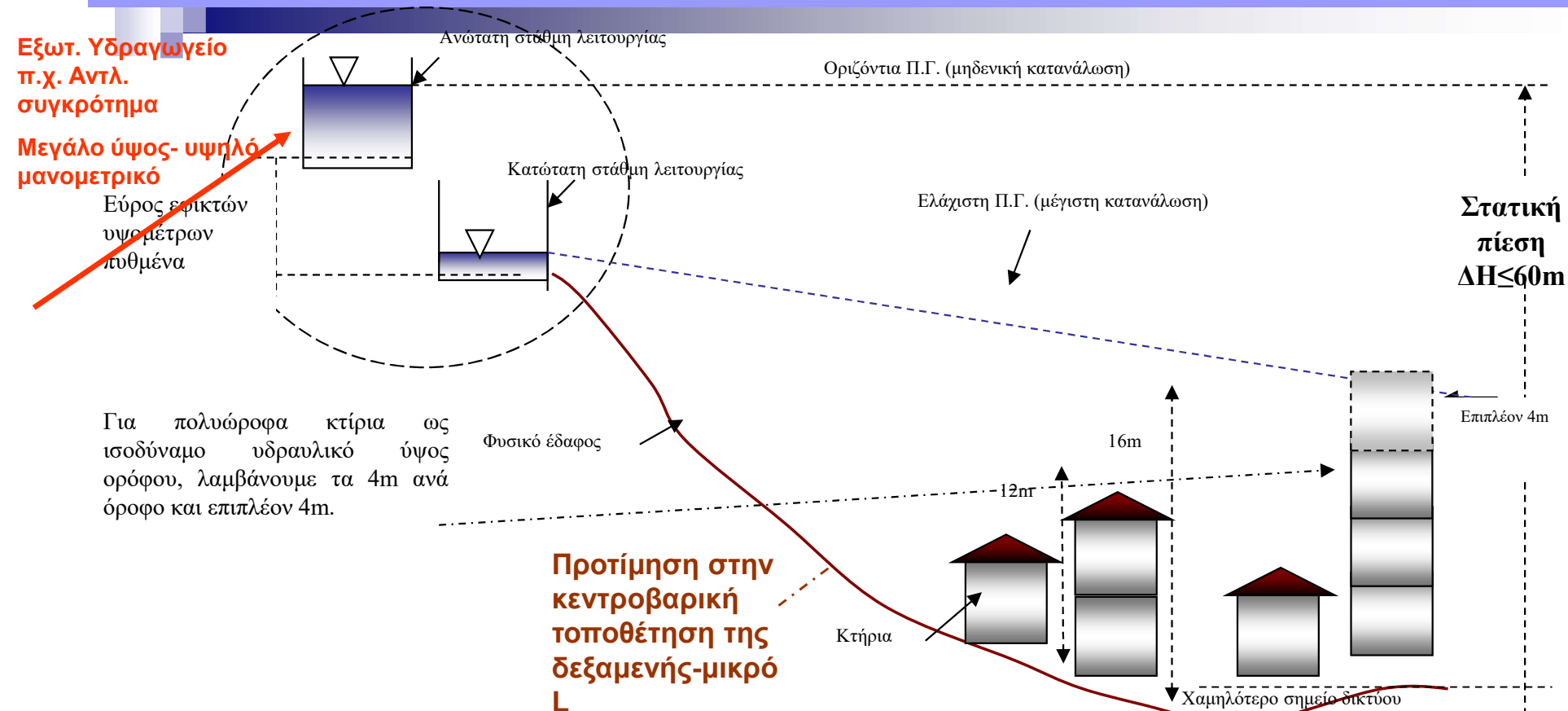
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ DVGW

Εκλογή υψομετρικής θέσης δεξαμενής

Έλεγχος:

Το ελάχιστο απαιτούμενο ύψος πίεσης

Περιορισμός στατικής πίεσης



Σχήμα: Εκλογή υψομετρικής θέσης δεξαμενής

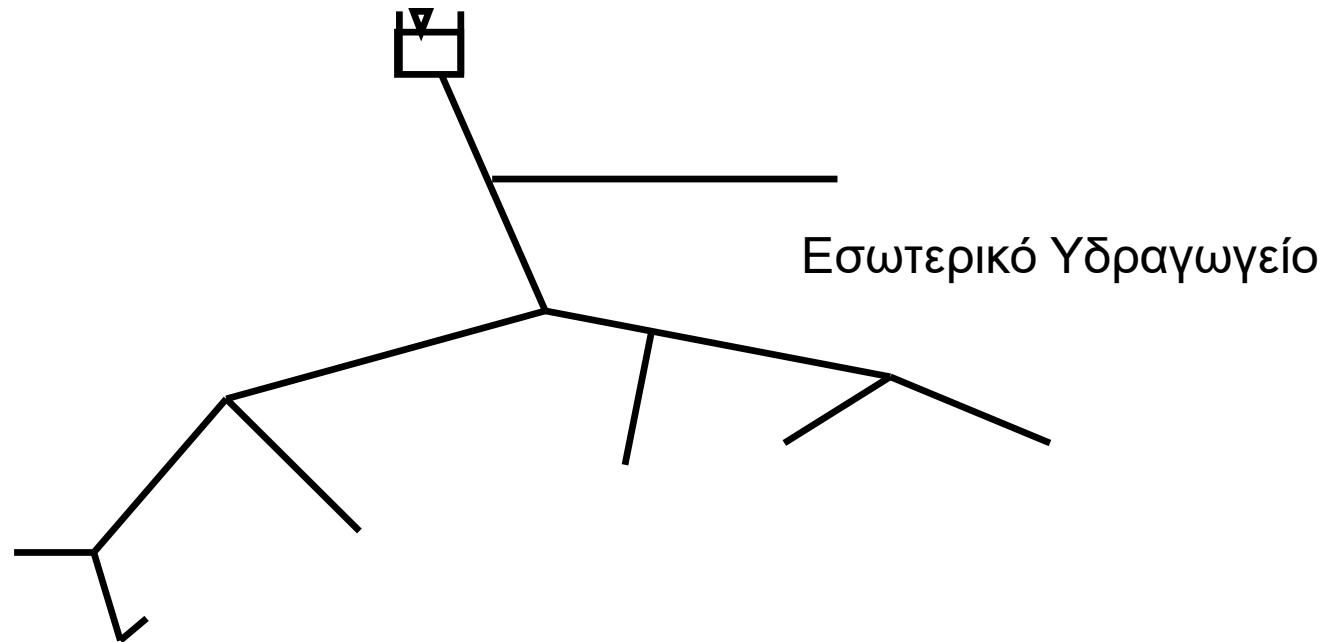
Ισοδύναμη τραχύτητα

- Για αγωγούς μεταφοράς μεγάλων αποστάσεων λαμβάνεται τιμή της τραχύτητας $k=0.1 \text{ mm}$. Η τιμή αυτή συνήθως διπλασιάζεται για να ληφθεί υπ όψιν και η αύξηση της τραχύτητας με το χρόνο. Για τους αγωγούς των εσωτερικών δικτύων συνιστάται τιμή της τραχύτητας $k=0.4 \text{ mm}$. Σε δίκτυα ύδρευσης με πολλαπλούς βρόχους η τιμή 0.4 mm αυξάνεται σε $k = 1 \text{ mm}$.
- Οι τιμές που λαμβάνονται υπ' όψιν στην Ελβετία είναι ακόμη μεγαλύτερες. Για αγωγούς μεταφοράς λαμβάνεται τραχύτητα $k=0.1 \text{ mm}$. Για κύριους αγωγούς των εσωτερικών δικτύων λαμβάνεται τιμή $k=1 \text{ mm}$. Για τους αγωγούς διανομής του νερού των εσωτερικών δικτύων λαμβάνεται τιμή $k=5 \text{ mm}$. Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι δεν γίνεται διάκριση μεταξύ των υλικών των σωλήνων και οι τιμές ισχύουν για όλα τα είδη σωλήνων.
- Η λογική της αύξησης της τραχύτητας στηρίζεται στο γεγονός ότι οι αγωγοί μεταφοράς μεγάλων αποστάσεων έχουν περιορισμένο αριθμό εξαρτημάτων και ειδικών τεμαχίων, οι κύριοι αγωγοί των εσωτερικών δικτύων έχουν περισσότερα και οι αγωγοί διανομής ακόμη περισσότερα.
- **Συμπερίληψη τοπικών απωλειών και γήρανσης (Παντοκράτορας)**

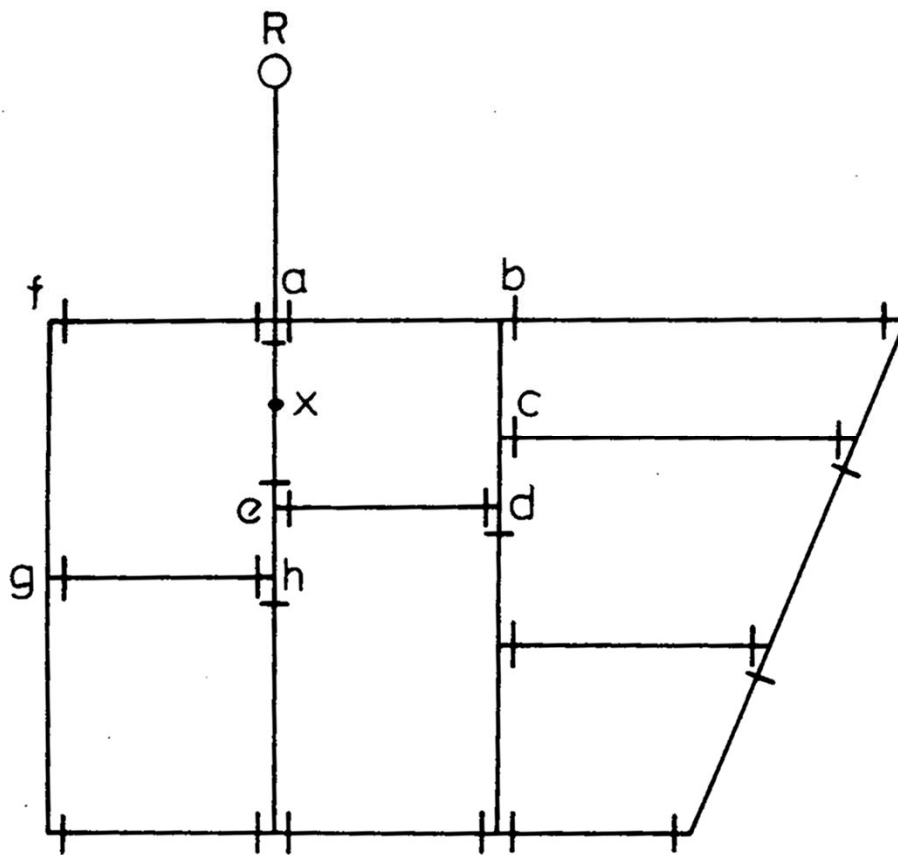
Ταξινόμηση δικτύων

- Ανοικτά (Ακτινωτά)
- Κλειστά
- Δίκτυα κατά ζώνες
- Ειδικά δίκτυα/ Διπλά δίκτυα

Ακτινωτά δίκτυα ύδρευσης που λειτουργούν με βαρύτητα



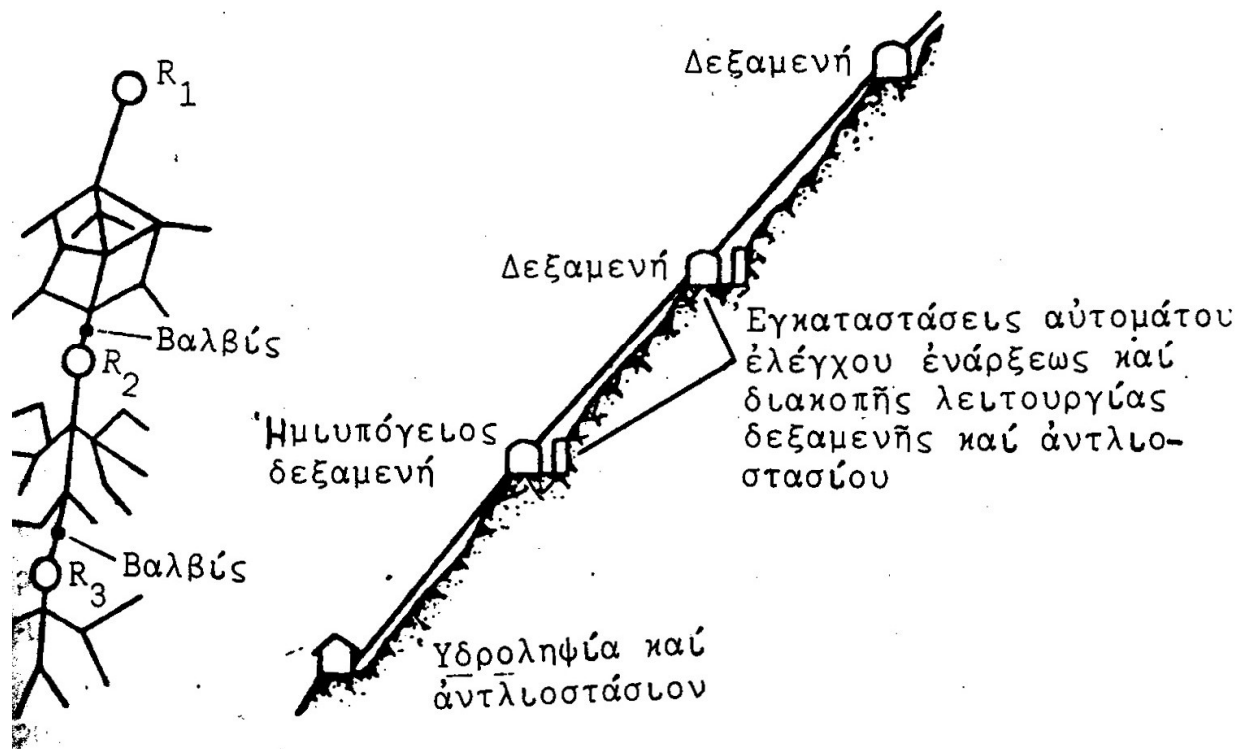
Κλειστά δίκτυα



ΑΚΤΙΝΩΤΑ: κριτική

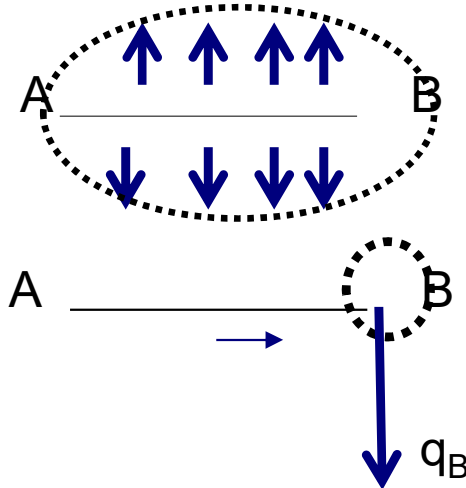
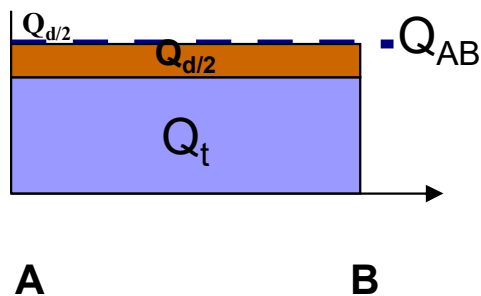
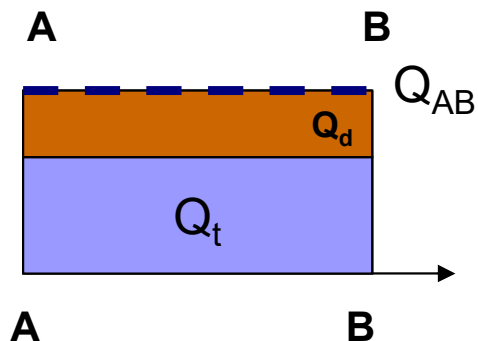
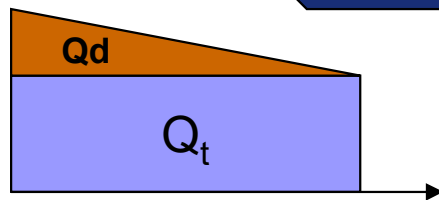
- Ο τρόπος κίνησης του νερού αποτελεί και το μεγάλο μειονέκτημα τους σε σχέση με τα κλειστά δίκτυα. Αν συμβεί βλάβη σ' έναν οποιοδήποτε αγωγό ανάντι, διακόπτεται η υδροδότηση ολόκληρης της περιοχής κατάντι. Ένα άλλο μειονέκτημα των ανοιχτών δικτύων είναι η συσσώρευση φερτών υλών στα νεκρά άκρα των σωλήνων, όπου το νερό μπορεί να παραμείνει ακίνητο για μεγάλα χρονικά αναστήματα. Αυτό προκαλεί συχνά δυσάρεστη οσμή και γεύση στο νερό και απαιτείται ξέπλυμα των αγωγών. Ένα τρίτο μειονέκτημα των ανοιχτών δικτύων είναι η πτώση της πίεσης του νερού, όταν επεκτείνεται το δίκτυο για την υδροδότηση νέων περιοχών. Λόγω των παραπάνω μειονεκτημάτων τα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούνται μόνο σε μικρούς οικισμούς.

Δίκτυα κατά ζώνες



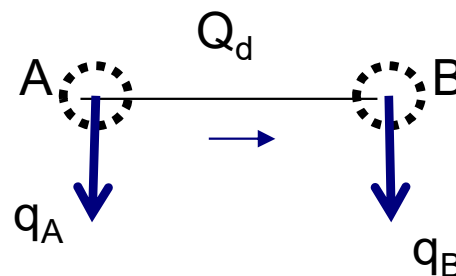
Κατανάλωση κλάδου

Η έννοια του κόμβου



$$Q_d = q_B$$

$$q_A = 0$$



$$Q_d/2 = q_A = q_B$$

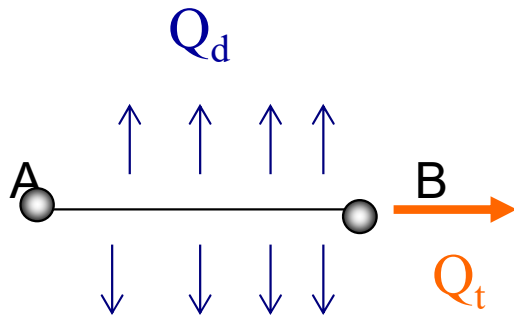
Θέσεις κόμβων



- 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).

Παροχή σχεδιασμού κλάδων για εσωτερικό Υδραγωγείο

- Κατανάλωση κλάδου AB (Q_d)
- Παροχή διέλευσης ή μεταφοράς (Q_t)
- Παροχή σχεδιασμού κλάδου (αγωγού) AB (Q_{AB})



$$Q_{AB} = Q_d + Q_t$$

$$Q_{AB} = 0.5 \cdot Q_d + Q_t$$

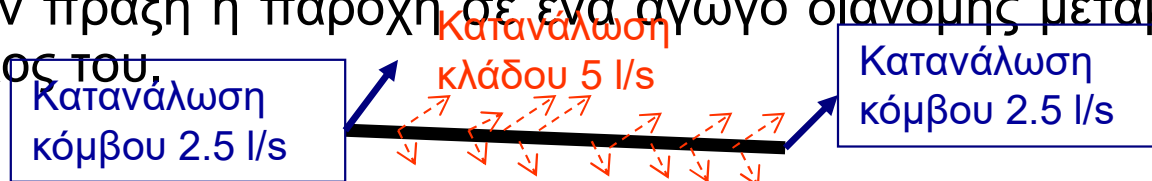
$$Q_{AB} = 0.55 \cdot Q_d + Q_t$$

Παροχή σχεδιασμού κλάδων

- Για τα **ακτινωτά δίκτυα** η παροχή σχεδιασμού κλάδου προσδιορίζεται με βάση την προηγούμενη διαδικασία
- Αντίθετα στα **κλειστά δίκτυα** δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε την πραγματική παροχή του κλάδου με ρητή διαδικασία. Η μέθοδος Q – Cross απαντά σε αυτό το ερώτημα

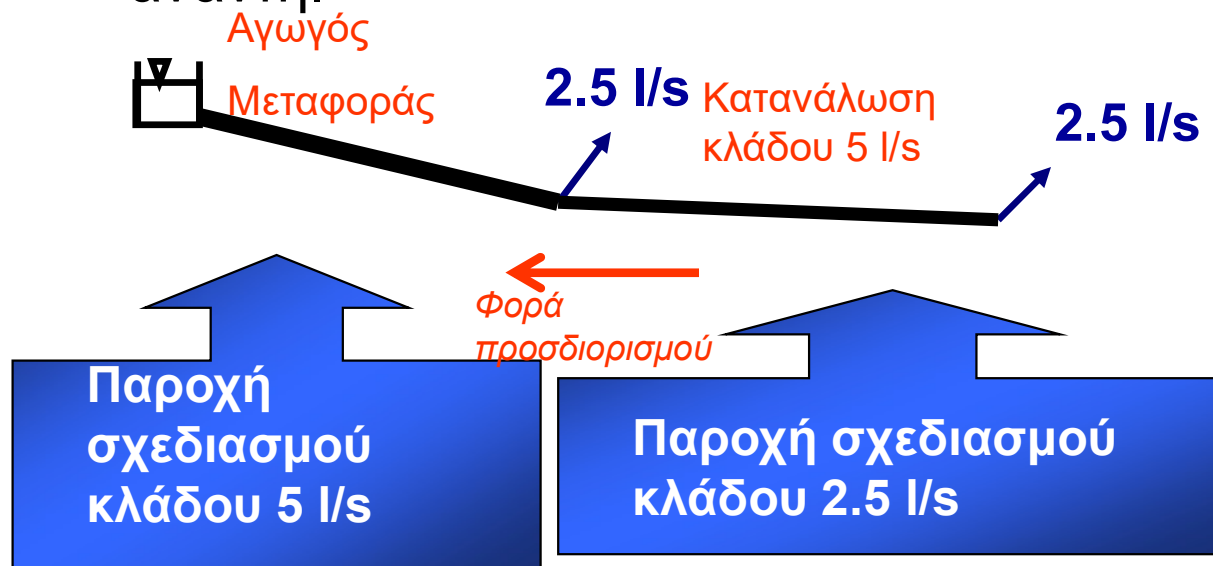
Προσδιορισμός παροχών κόμβου

- Έννοια του κόμβου (θεωρητική κατάσταση για το σχεδιασμό)
- Προσδιορίζονται οι παροχές *κατανάλωσης* για κάθε κλάδο, με βάση την πυκνότητα του πληθυσμού σε κατάλληλα διαμορφωμένες υποπεριοχές.
- Οι καταναλώσεις αυτές θεωρούνται ότι κατανέμονται σημειακά στην αρχή και το πέρας κάθε κλάδου. Κάθε κλάδος μεταφέρει την αντίστοιχη *παροχή κατανάλωσης* και την *παροχή μεταφοράς* στους κατάντη κλάδους.
- Προσδιορίζονται οι παροχές για κάθε κόμβο, θεωρώντας ότι η παροχή κατανάλωσης:
 - Θεώρηση Α: μοιράζεται εξίσου στην αρχή και το πέρας (λυμένη άσκηση) ή
 - Θεώρηση Β: μοιράζεται αποκλειστικά στο πέρας του δικτύου (θεώρηση υπέρ της ασφαλείας, ωστόσο οδηγούμαστε σε μεγαλύτερες παροχές διαστασιολόγησης άρα και μεγαλύτερες διαμέτρους)
- Στην πράξη η παροχή σε ένα αγωγό διανομής μεταβάλλεται σε όλο το μήκος του,



Προσδιορισμός παροχών κλάδου. Θεώρηση Α

- Με βάση τις παροχές κατανάλωσης κάθε κόμβου, τις παροχές μεταφοράς και την αρχή της συνέχειας προσδιορίζονται οι παροχές για κάθε κλάδο. Οι υπολογισμοί αρχίζουν από τα ακραία τμήματα του κλάδου και στο τέλος προκύπτει η παροχή για τον κύριο αγωγό βαδίζοντας από τα κατάντη προς τα ανάντη.



Παροχή σχεδιασμού κλάδου =

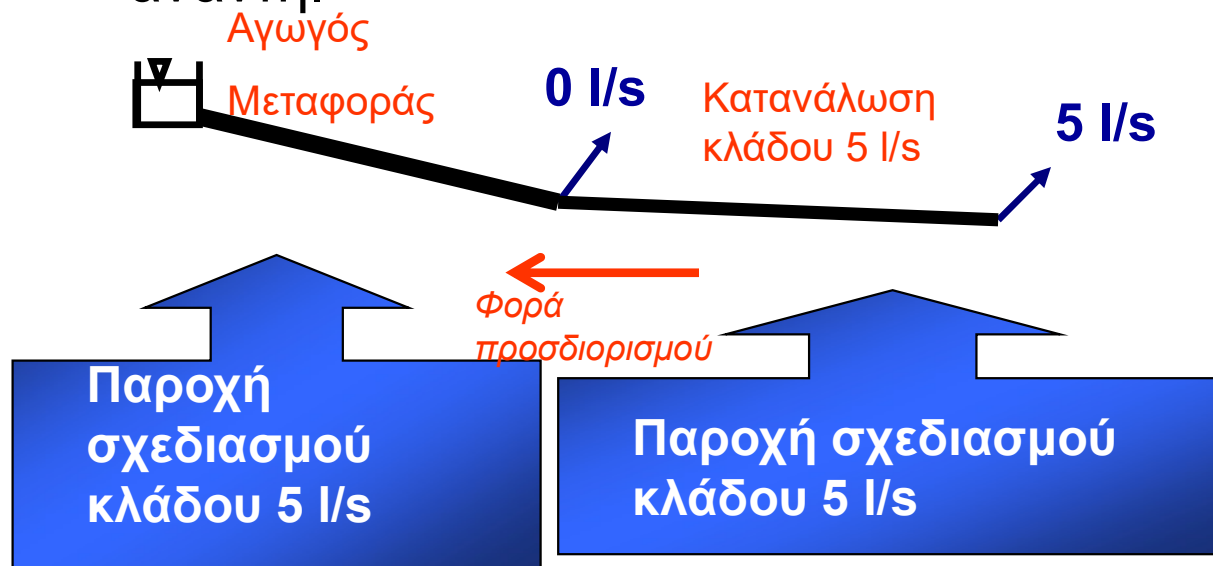
παροχή κατάντη κόμβου

+

παροχή μεταφοράς κατάντη αγωγού(ών)

Προσδιορισμός παροχών κλάδου. Θεώρηση B

- Με βάση τις παροχές κατανάλωσης κάθε κόμβου, τις παροχές μεταφοράς και την αρχή της συνέχειας προσδιορίζονται οι παροχές για κάθε κλάδο. Οι υπολογισμοί αρχίζουν από τα ακραία τμήματα του κλάδου και στο τέλος προκύπτει η παροχή για τον κύριο αγωγό βαδίζοντας από τα κατάντη προς τα ανάντη.



Παροχή σχεδιασμού κλάδου =

παροχή κατάντη κόμβου

+

παροχή μεταφοράς κατάντη αγωγού(ών)

Προεπιλογή διαμέτρων

- Με βάση τις παροχές των κλάδων προσδιορίζεται η ελάχιστη διάμετρος με κριτήριο την ικανοποίηση των περιορισμών για την ταχύτητα: $0.5 - 1.5 \text{ m/s}$. Η διάμετρος που επιλέγεται από τον περιορισμό της ταχύτητας προκύπτει από τις εσωτερικές διαμέτρους του εμπορίου αντοχής 10 atm

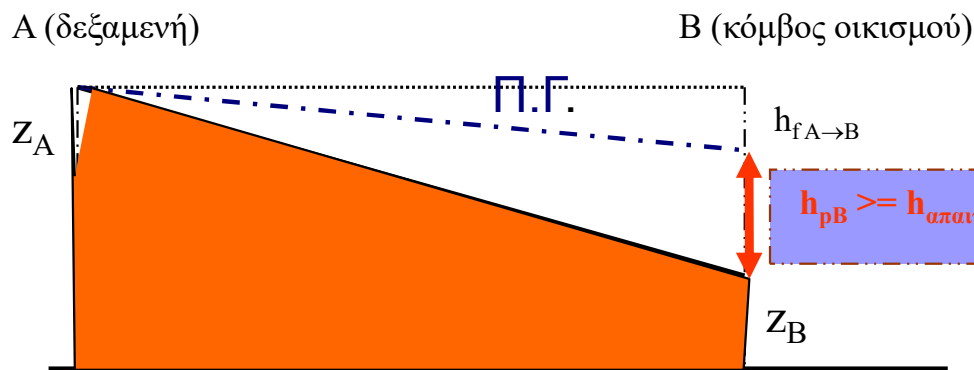
Έλεγχος ύψους πίεσης (για τελική αποδοχή διαμέτρων)

Για το δίκτυο όπου διαμορφώθηκε ελέγχεται αν οι πιέσεις που αναπτύσσονται ικανοποιούν τους περιορισμούς της πίεσης. Έτσι ξεκινώντας από το ανάντη σημείο με γνωστό το ενεργειακό υψόμετρο (δεξαμενή) υπολογίζονται οι πιέσεις των κόμβων, αφαιρώντας από το αρχικό υψόμετρο τις ενεργειακές απώλειες των κλάδων και την υψομετρικά διαφορά. Οι υπολογισμοί σε αυτό το βήμα γίνονται από ανάντη προς κατόντη. Τα ύψη κινητικής ενέργειας θεωρούνται αμελητέα.

Ενεργειακή διαδρομή για έλεγχο ύψους πίεσης σε κόμβο

Έλεγχος: Με βάση τη μέγιστη ωριαία παροχή

και με βάση τη κατώτατη στάθμη λειτουργίας της δεξαμενής
ρύθμισης



$H = z + p/\gamma + v^2/2g$
H περίπου ίσο με
 $z + p/\gamma = \text{π.γ.ραμμή}$

$$\left. \begin{aligned} H_A &= H_B + h_{fA \rightarrow B} \\ H_B &= h_{pB} + Z_B \\ H_A &= Z_{A\text{δεξαμενή}} \end{aligned} \right\}$$

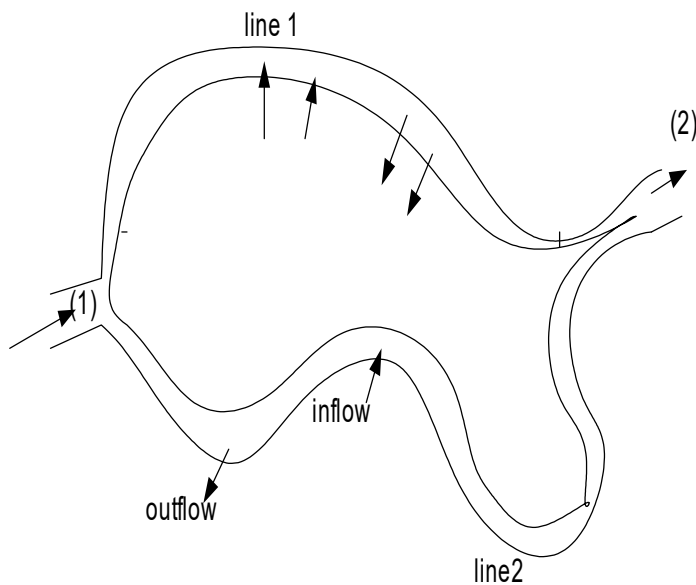


$$\left\{ \begin{aligned} H_B &= H_A - h_{fA \rightarrow B} \\ h_{pB} &= H_B - Z_B \end{aligned} \right\}$$

Έλεγχος

$h_{pB} \geq h_{\text{απαιτ}}$

Ενεργειακή διαδρομή σε κλειστό δίκτυο



Εφαρμόζοντας την εξίσωση της ενέργειας από την $\square$ στην $\square$ μέσω της γραμμής 1 $\Rightarrow$

$$H_{(2)} + (h_{\text{losses}})_{\text{Line1}} = H_{(1)} \Rightarrow$$

$$(h_{\text{losses}})_{\text{Line1}} = H_{(1)} - H_{(2)}$$

Εφαρμόζοντας την εξίσωση της ενέργειας από την $\square$ στην $\square$ μέσω της γραμμής 2 $\Rightarrow$

$$H_{(1)} = H_{(2)} + (h_{\text{losses}})_{\text{Line2}} = H_{(1)}$$

$$\Rightarrow (h_{\text{losses}})_{\text{Line2}} = H_{(1)} - H_{(2)}$$

$$\left(\begin{array}{l} H_{(1)} = \left(\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} \right) \\ H_{(2)} = \left(\frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right) \end{array} \right)$$

Ενεργειακή διαδρομή σε κλειστό δίκτυο (B)

- Οπότε σε ένα κλειστό δίκτυο οι απώλειες για κάθε εναλλακτική διαδρομή με κοινό μπάρας και αρχή είναι

$$\begin{aligned} \text{ίσες} \\ (h_L)_{\text{Line1}} &= (h_L)_{\text{Line2}} \\ \text{ή} \quad (h_L)_{\text{Line1}} - (h_L)_{\text{Line2}} &= 0 \end{aligned}$$

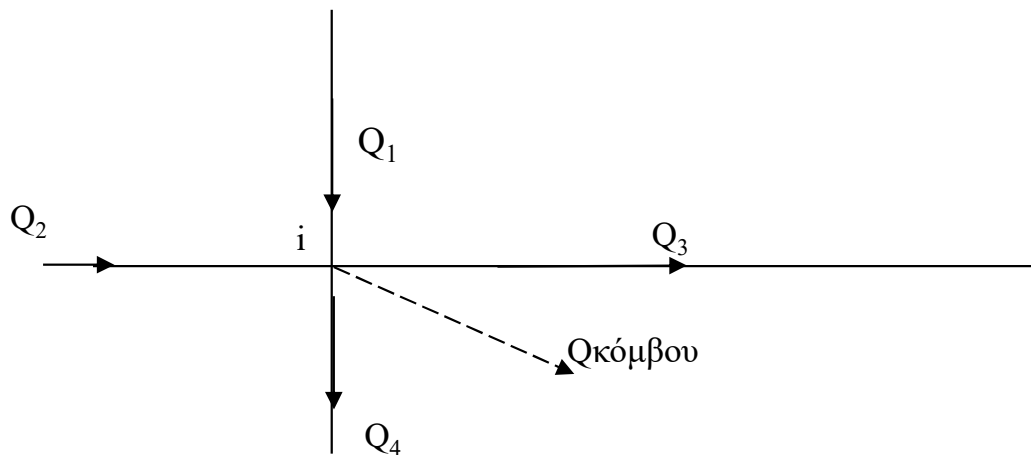
- Έτσι από την τελευταία εξίσωση προκύπτει το συμπέρασμα ότι το αλγεβρικό άθροισμα (με αναγκαία την παραδοχή θετικής φοράς) των απωλειών φορτίου για ένα κλειστό κύκλωμα (βρόχο) πρέπει να ισούται με μηδέν, δηλ

$$(\sum h_{\text{losses}})_{\text{γύρω από τον βρόχο}} = 0$$

Βασικές αρχές της Υδραυλικής για την επίλυση κλειστών δικτύων (1)

- Αρχή της διατήρησης της μάζας

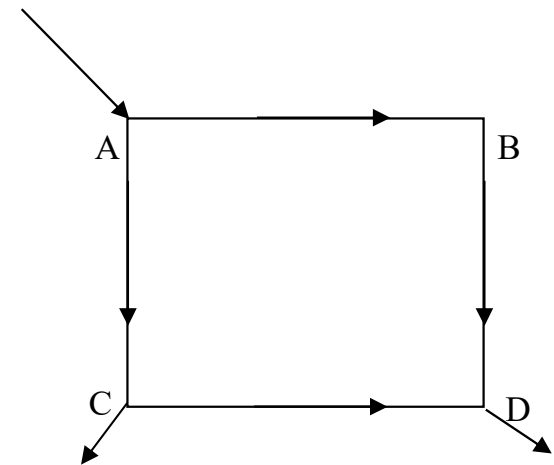
$$\sum Q_{in} = \sum Q_{out}$$



Βασικές αρχές της Υδραυλικής για την επίλυση κλειστών δικτύων (2)

- Εξίσωση της ενέργειας (ή εν προκειμένω συνέχεια της πίεσης). Το αλγεβρικό άθροισμα των απωλειών φορτίου για ένα κλειστό κύκλωμα (βρόχο) ισούται με μηδέν:

$$(\sum h_{\text{losses}})_{\text{γύρω από τον βρόχο}} = 0$$



Βασικές αρχές της Υδραυλικής για την επίλυση κλειστών δικτύων (3)

Εκθετική μορφή για τον προσδιορισμό των απωλειών

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{Q^2}{2g(\pi D^2 / 4)^2},$$

Θέτω

$$R = \frac{8fL}{g\pi^2 D^5}$$

Οπότε: $h_f = R \cdot Q^2$

Μονάδες $R = h_f / Q^2 \left(\frac{\text{m}}{(\text{m}^3/\text{s})^2} \right)$

f συντ. τριβής Swamee and Jain (1976):

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{5.74}{\text{Re}^{0.9}} + \frac{\kappa/D}{3.72} \right) \right]^2},$$

(αντίσταση του αγωγού)

(γραμμικές απώλειες (m))

Q-Εξισώσεις

Για κάθε κόμβο του δικτύου υπάρχει μία εξίσωση συνέχειας των παροχών.
Αν το κλειστό δίκτυο έχει m κόμβους τότε προκύπτουν $m-1$ γραμμικώς ανεξάρτητες εξισώσεις :

$$\sum Q_{in} = \sum Q_{out} \quad m-1 \text{ εξισώσεις}$$

Για κάθε βρόχο του κλειστού δικτύου προκύπτει μία εξίσωση ενέργειας βρόχου:

$$\sum_1^1 h_{fl} = 0$$

.

.

.

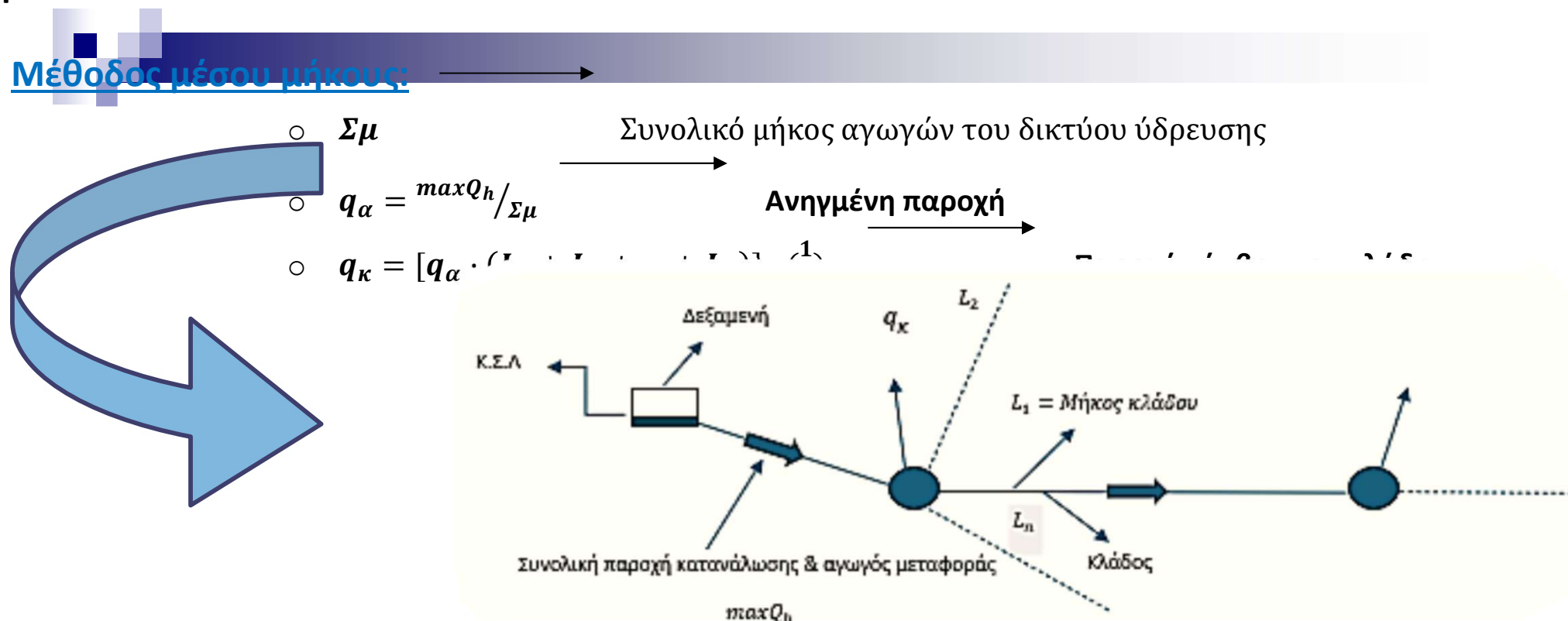
$$\sum_1^L h_{fl} = 0$$

L εξισώσεις ενέργειας βρόχου

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΟΥΣ ΚΟΜΒΟΥΣ

Υπάρχουν δύο τακτικές με τις οποίες διαμοιράζεται η παροχή σχεδιασμού στους κόμβους του κλάδου. Η μία είναι αυτή του μέσου μήκους και η άλλη αυτή των εμβαδών. Περιγράφονται οι δύο μέθοδοι παρακάτω:

• Μέθοδος μέσου μήκους:



• Μέθοδος των εμβαδών:

- $q_{\delta} = \Pi \cdot E_{\alpha,\delta} \cdot \max Q_{h_{\alpha,\kappa}}$

- q_{δ} = Η παροχή διανομής του σωλήνα
- Π = Η πυκνότητα του πληθυσμού
- E_{δ} = Η συνολική επιφάνεια εκατέρωθεν του αγωγού διανομής
- $\max q_{h_{\alpha,\kappa}}$ = Η μέγιστη ωριαία ατομική κατανάλωση

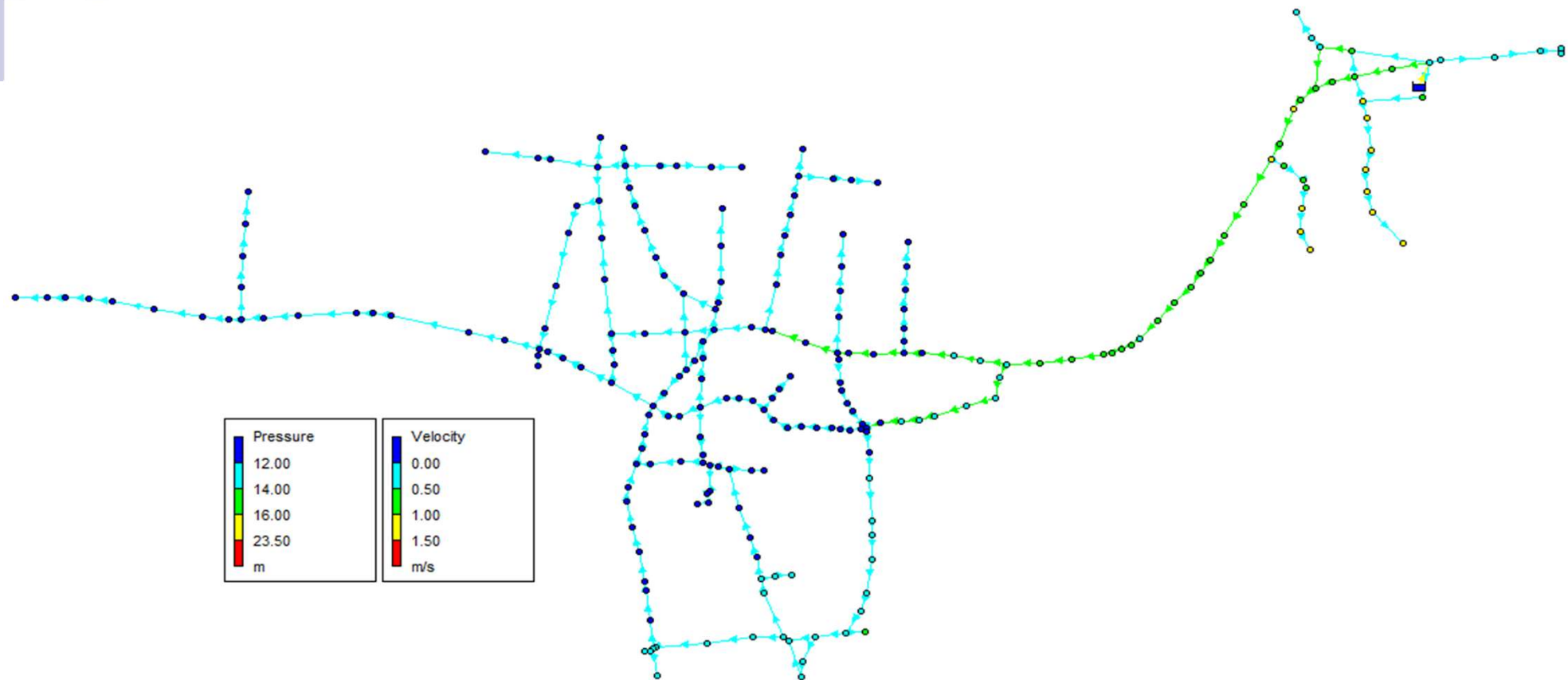
$$\Pi = P / E$$

- Π = Η πυκνότητα του πληθυσμού
- P = Ο αριθμός των κατοίκων
- E = Συνολικό εμβαδόν του οικισμού

ΣΧΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ

Αυτό που έγινε στην ουσία είναι ότι πήραμε το δίκτυο της Ροδιάς και βάλαμε **ελάχιστη** διάμετρο αγωγού **(Φ90)ΡΕ 3ης γενιάς**. Θεωρήθηκε δεξαμενή σταθερής στάθμης, όπου αυξήσαμε το **υψόμετρο του υδατόπυργου** και με τον τρόπο αυτό **συμπεριλάβαμε και το ύψος της αντλίας**. Έγινε η **θεώρηση της αύξησης των κατοίκων** για να ληφθεί υπόψη και η τυχόν αύξηση του πληθυσμού. Επομένως καταλήξαμε σε





EPANET 2.2.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- **Ανάλυση και Προσομοίωση Δικτύων Ύδρευσης:** Το EPANET 2.2.0 επιτρέπει την εκτεταμένη προσομοίωση της υδραυλικής και ποιοτικής συμπεριφοράς του νερού σε δίκτυα σωληνώσεων, παρέχοντας δεδομένα για τη ροή, την πίεση, τη στάθμη δεξαμενών και τη συγκέντρωση χημικών ουσιών.
- **Υδραυλικές Δυνατότητες του EPANET 2.2.0:**
 - Υπολογίζει τις απώλειες τριβών χρησιμοποιώντας τις μεθόδους Hazen-Williams, Darcy-Weisbach ή Chezy-Manning
 - Περιλαμβάνει τις μικρές απώλειες τριβών στις καμπύλες και τους συνδέσμους
 - Το μέγεθος του δικτύου που πρόκειται να αναπτυχθεί δεν το λαμβάνει υπόψη
 - Περιλαμβάνει μοντέλα συνεχούς ή μεταβαλλόμενης ταχύτητας λόγω αντλιών
 - Υπολογίζει την άντληση της ενέργειας και του κόστους
 - Διαθέτει βαλβίδες διαφόρων τύπων, όπως ρύθμισης της πίεσης και βαλβίδες ελέγχου
- **Μοντελοποίηση της ποιότητας του νερού**
 - Εντοπίζει συντηρητικά και μη συντηρητικά συστατικά στο δίκτυο
 - Προσδιορίζει την πηγή του νερού καθώς και την ηλικία του νερού και των υπόλοιπων στοιχείων του δικτύου
 - Ανιχνεύει το ποσοστό της ροής από έναν συγκεκριμένο κόμβο φθάνοντας στους υπόλοιπους κόμβους
 - Υπολογίζει την απώλεια υπολειμμάτων χλωρίου
 - Παρακολουθεί την εκδήλωση διάδοσης των ρύπων

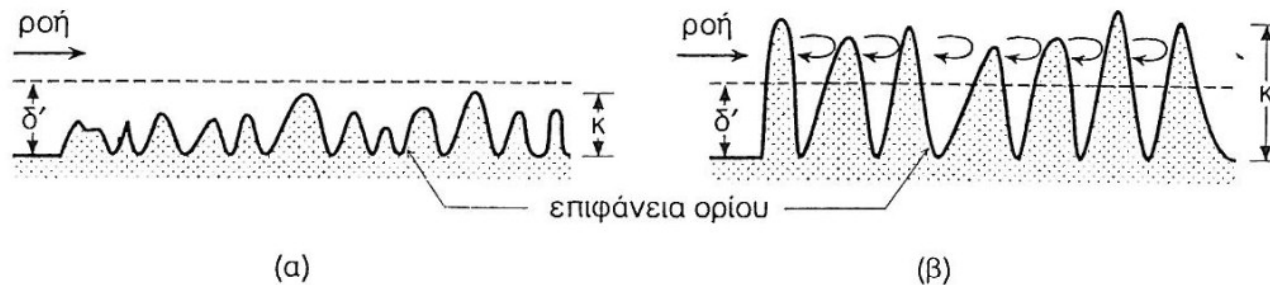




ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΟ ΔΙΑΒΑΣΜΑ)

Υδραυλικά λείοι και υδραυλικά τραχείς σωλήνες

Η επίδραση της τραχύτητας στα υδροδυναμικά μεγέθη τυρβώδους οριακού στρώματος εξαρτάται από τη διακοπή ή μή του στρωτού οριακού υποστρώματος δ' από τις προεξοχές και επομένως ο βαθμός επίδρασης της τραχύτητας εξαρτάται από τον λόγο k_s/δ' .



Σχήμα 12.11.

Όπως φαίνεται στο Σχ. (12.11), αν $k < \delta'$ οι προεξοχές παραμένουν βυθισμένες μέσα στο στρωτό υπόστρωμα, άρα η κίνηση των ρευστών σωματιδίων στην γειτονία των προεξοχών παραμένει στρωτή και οι ενδεχόμενες διακυμάνσεις μπορούν να αποσβεστούν από τις ισχυρές δυνάμεις συνεκτικότητας. Αν όμως $k > \delta'$ τότε οι προεξοχές επιδρούν στην τυρβώδη κίνηση των σωματιδίων εκτός του στρωτού υποστρώματος, δημιουργώντας φαινόμενα αποκόλλησης και στροβιλισμού που δεν μπορούν να αποσβε-

ΔQ -Qross

- Η μέθοδος ΔQ -Cross είναι μία επαναληπτική διαδικασία προσδιορισμού των παροχών με βάση την επαναληπτική διαδικασία βρόχου στηριζόμενη στις ΔQ -εξισώσεις.
- Αρχικά όπως έχει περιγραφεί στις ΔQ -εξισώσεις θεωρούνται αυθαίρετα «αρχικές» παροχές με τρόπο που να ικανοποιούν την εξίσωση της συνέχειας παροχών στους κόμβους:

Μέθοδος Q-Cross

- Οι εξισώσεις συνέχειας των πιέσεων βρόχου είναι:

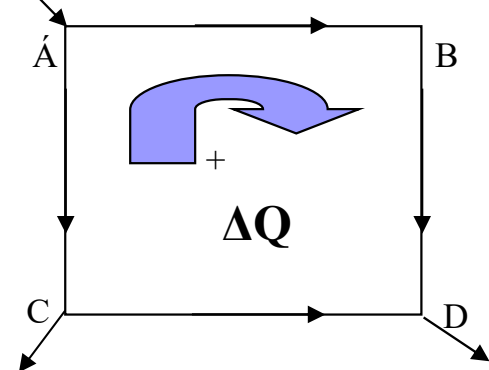
$$\sum h_f = 0$$

$$\sum R_i (Q_i^a + \Delta Q)^2 = 0$$

- Αναπτύσσοντας το διώνυμο προκύπτει, αμελώντας τους όρους ανώτερης τάξης $\Delta Q \ll Q$ προκύπτει: :

$$h_f = R_i (Q_i^a + \Delta Q)^2 =$$

$$= R_i Q_i^{a^2} + 2R_i Q_i^a \Delta Q$$



Μέθοδος Q-Cross-διορθωτική παροχή

$$\sum h_{fi} = 0 \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow \sum \left(R_i Q_i^a{}^2 + 2R_i Q_i^a \Delta Q \right) = 0$$

- Λύνοντας ως προς ΔQ προκύπτει

$$\Delta Q = - \frac{\sum R_i Q_i^a{}^2}{\sum |2R_i Q_i^a|} = \frac{-\sum h_f}{\sum |2R_i Q_i^a|}$$

- Επαναληπτική διαδικασία οι οι υπολογισμοί σταματούν για $|\Delta Q| \leq 0.0001 \text{ m}^3 / \text{s}$

Γενίκευση

- Γενική εκθετική μορφή για τον προσδιορισμό των απωλειών

$$h_f = R \cdot Q^n$$

- Συνακόλουθη διορθωτική παροχή Cross

$$\Delta Q = - \frac{\sum R_i Q_i^{a^n}}{\sum \left| n R_i Q_i^{a^{n-1}} \right|}$$