

Αστικά Υδραυλικά Έργα – Υδρεύσεις



Γενικά χαρακτηριστικά δικτύων διανομής

Δημήτρης Κουτσογιάννης & Ανδρέας Ευστρατιάδης

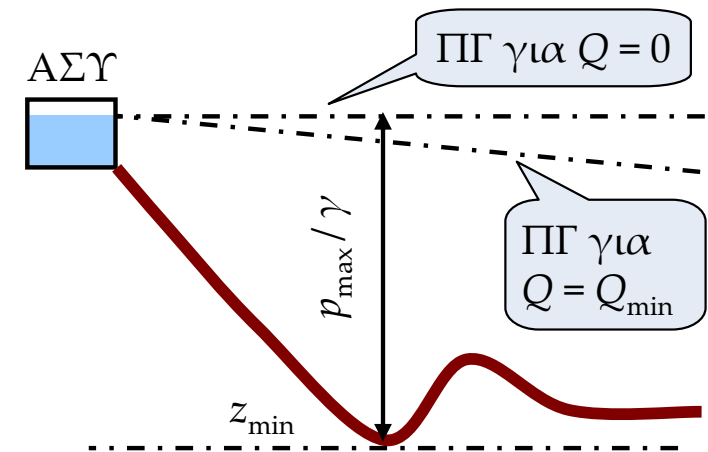
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ακαδημαϊκό έτος 2011-12

Προδιαγραφές δικτύων: μέγιστες πιέσεις

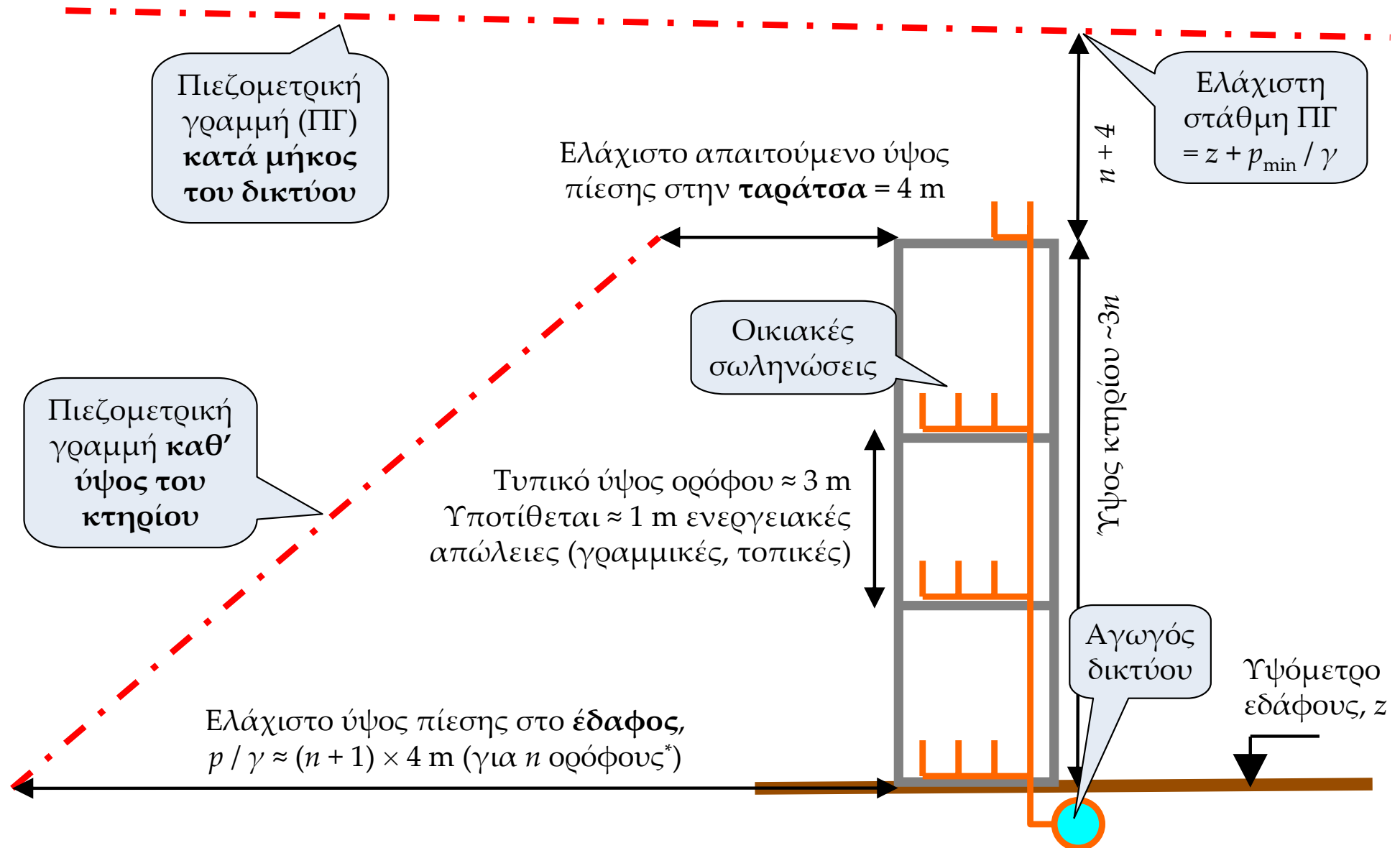
- Για την προστασία των ευάλωτων σημείων του δικτύου (π.χ. συνδέσεις αγωγών), των εσωτερικών υδραυλικών εγκαταστάσεων και των οικιακών συσκευών, η πίεση σε όλο το μήκος του δικτύου δεν πρέπει να ξεπερνά ένα μέγιστο όριο.
- Γενικά, το ανώτερο επιθυμητό όριο είναι 6-7 atm (60-70 m ισοδύναμου ύψους νερού).
- Ο έλεγχος μέγιστων πιέσεων αναφέρεται στην υψομετρικά δυσμενέστερη θέση του δικτύου, δηλαδή στο χαμηλότερο σημείο, z_{\min} , θεωρώντας τη δεξαμενή στην ανώτερη στάθμη ύδατος (ΑΣΥ). Τυπικά, λαμβάνεται οριζόντια πιεζομετρική γραμμή, που υποδηλώνει συνθήκες μηδενικής κατανάλωσης νερού στο δίκτυο, οπότε ο σχετικός έλεγχος γίνεται για στατικό ύψος πίεσης ίσο με $p_{\max} / \gamma = \text{ΑΣΥ} - z_{\min}$.
- Στην πράξη, γίνονται δεκτά αρκετά μεγαλύτερα όρια σε σχέση με το επιθυμητό (π.χ. 12 atm στο δίκτυο της ΕΥΔΑΠ), δεδομένου ότι, κυρίως στα αστικά κέντρα, οι νυκτερινές παροχές (και συνακόλουθα οι υδραυλικές απώλειες) είναι σημαντικές, οπότε κρίνεται υπερβολικά συντηρητική η υπόθεση οριζόντιας πιεζομετρικής γραμμής.
- Ο έλεγχος γίνεται πριν τη διαστασιολόγηση του δικτύου διανομής, και αφορά στην υψομετρική τοποθέτηση της δεξαμενής και τον καθορισμό των απαιτούμενων πιεζομετρικών ζωνών.
- Εφόσον δεν τηρείται το όριο των 6-7 atm, απαιτείται η εφαρμογή αγωγών κατάλληλης αντοχής και η χρήση μειωτών πίεσης στην είσοδο της υδραυλικής εγκατάστασης κάθε κτηρίου.



Προδιαγραφές δικτύων: ελάχιστες πιέσεις

- Σύμφωνα με τους κανονισμούς, στις εσωτερικές υδραυλικές εγκαταστάσεις, η ελάχιστη πίεση εκροής των λήψεων κυμαίνεται από 0.4 έως 1.2 atm (ΤΟΤΕΕ-2411/86, “Εγκαταστάσεις σε κτίρια και οικόπεδα – Διανομή κρύου ζεστού νερού”). Συνεπώς, στο υψηλότερο σημείο των κτηρίων (υφιστάμενων ή προβλεπόμενων, με βάση τον πολεοδομικό σχεδιασμό) πρέπει να εξασφαλίζεται ύψος πίεσης τουλάχιστον 4 m.
- Αν n είναι ο αριθμός των ορόφων ενός κτηρίου (προσμετρώντας και την ταράτσα), και θεωρώντας τυπικό ύψος ορόφου 3 m και υδραυλικές απώλειες 1 m ανά όροφο, προκύπτει ότι το ελάχιστο ύψος πίεσης στο έδαφος πρέπει να είναι ίσο με $4(n + 1)$.
- Συχνά, αντί της παραπάνω εμπειρικής σχέσης, το ελάχιστο όριο πίεσης ορίζεται από τον κανονισμό λειτουργίας του δικτύου ύδρευσης (π.χ. 2 atm στο δίκτυο της ΕΥΔΑΠ).
- Ο έλεγχος ελάχιστων πιέσεων αναφέρεται σε συνθήκες κατώτατης στάθμης δεξαμενής και μέγιστης κατανάλωσης, και προϋποθέτει μαθηματική προσομοίωση του δικτύου. Ο έλεγχος πραγματοποιείται σε όλο το μήκος του δικτύου, και αφορά τόσο στη γενική διάταξη των έργων όσο και στη διαστασιολόγηση των αγωγών διανομής
- Η ανεπαρκής πίεση σε μια περιοχή του δικτύου αντιμετωπίζεται με:
 - αύξηση του υψομέτρου τοποθέτησης της δεξαμενής (όχι πάντα εφικτό).
 - αντικατάσταση κρίσιμων κλάδων από αγωγούς μεγαλύτερης διαμέτρου.
 - τοποθέτηση αντλιών (αν έχουν εξαντληθεί άλλες εναλλακτικές λύσεις).
- Στην πράξη, ζητούμενο του σχεδιασμού είναι η λειτουργία του δικτύου σε ένα μικρό, εύρος πιέσεων, της τάξης των 30 ως 40 m.

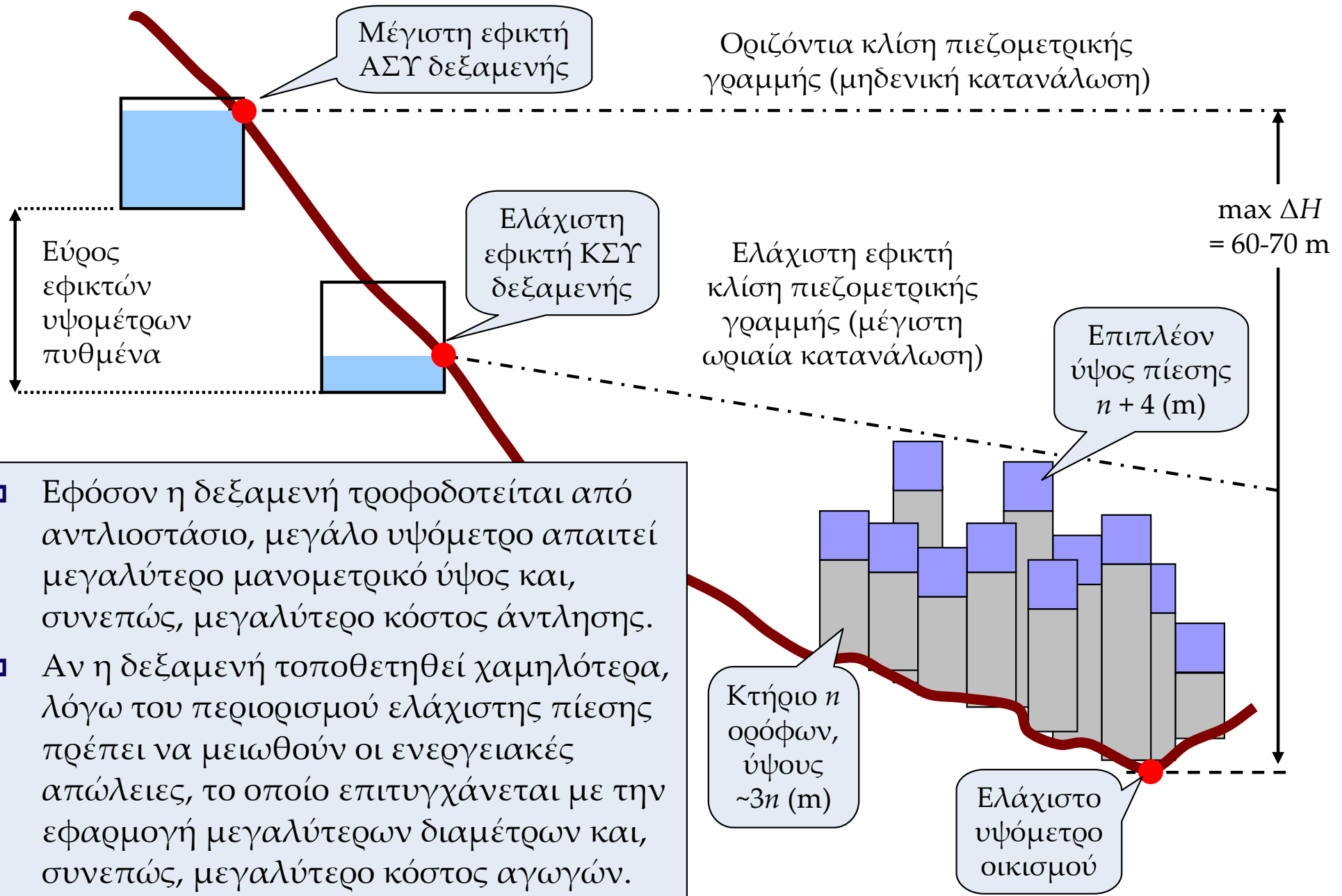
Ερμηνεία του περιορισμού ελάχιστης πίεσης, με βάση το εμπειρικό κριτήριο ελέγχου



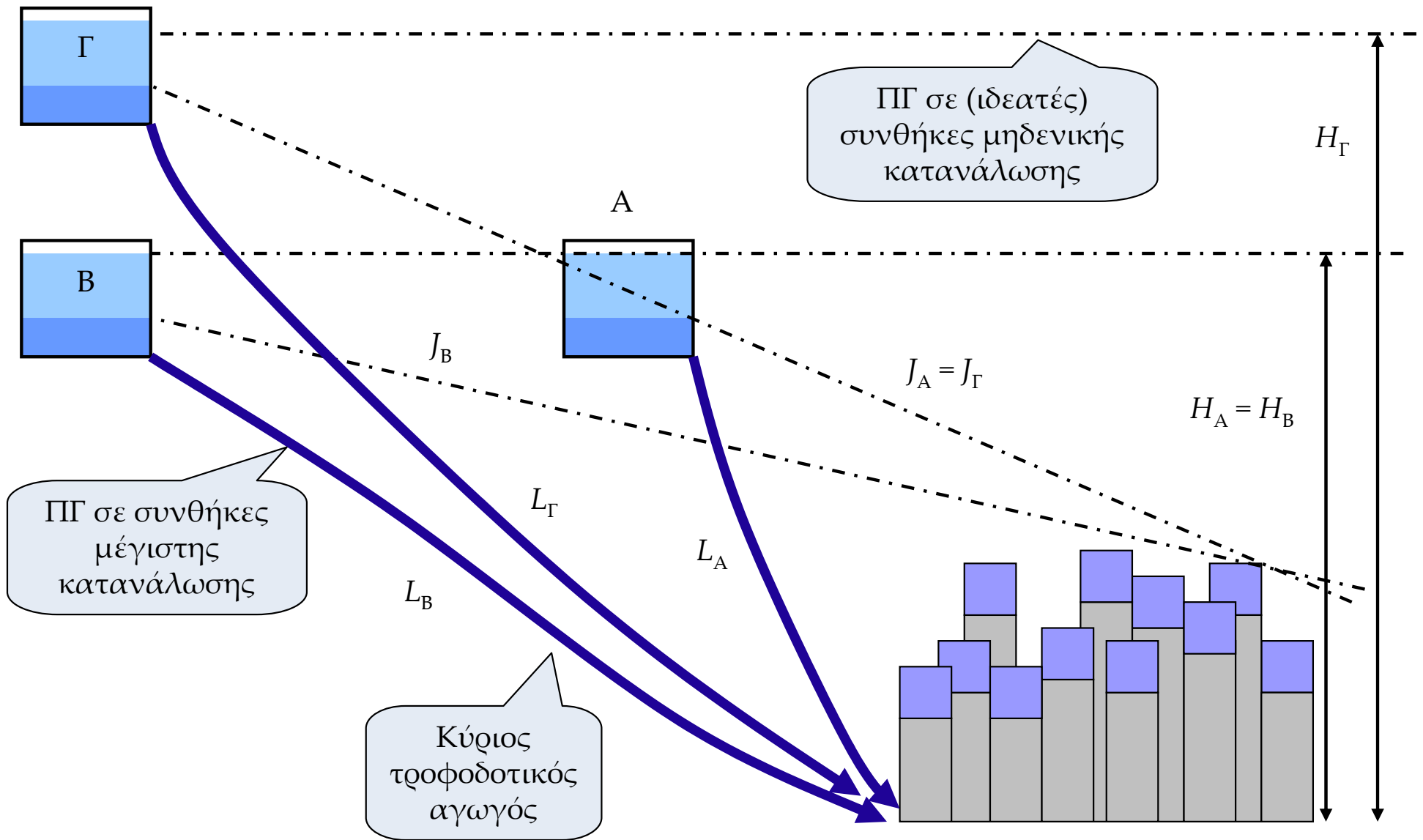
Λοιπές προδιαγραφές και σχετικοί έλεγχοι

- **Έλεγχοι ποιότητας νερού:** Κατά τη λειτουργία του δικτύου, πρέπει να παρακολουθείται συστηματικά η διαίτα κρίσιμων ποιοτικών παραμέτρων του πόσιμου νερού (κυρίως το υπολειμματικό χλώριο), κατά τη διαδρομή του από τη μονάδα επεξεργασίας (όπου πραγματοποιείται η χλωρίωση) έως την κατανάλωση. Οι σχετικοί έλεγχοι γίνονται τόσο μέσω δειγματοληψιών, όσο και με την υποστήριξη εξειδικευμένων μοντέλων υδραυλικής και ποιοτικής προσομοίωσης. Στο επίπεδο του σχεδιασμού, πρέπει να αποφεύγεται η εφαρμογή πολύ μεγάλων διαμέτρων σε περιοχές με χαμηλές καταναλώσεις, το οποίο έχει ως συνέπεια την ανάπτυξη υπερβολικά μικρών (ακόμα και μηδενικών) ταχυτήτων ροής για μακρά χρονικά διαστήματα.
- **Έλεγχος αντιπληγματικής προστασίας:** Το δίκτυο πρέπει να ελέγχεται (και να εξοπλίζεται κατάλληλες υδραυλικές διατάξεις) έναντι της εμφάνισης μεγάλων υποπιέσεων και υπερπιέσεων, λόγω υδραυλικού πλήγματος, το οποίο οφείλεται σε απότομες αυξομειώσεις της παροχής (π.χ. λόγω βλάβης). Ο έλεγχος αυτός αναφέρεται σε συνθήκες μη μόνιμης ροής, και απαιτεί εξειδικευμένα μοντέλα. Στην πράξη, κίνδυνο υδραυλικού πλήγματος αντιμετωπίζουν μόνο τα ακτινωτά τμήματα ενός δικτύου και οι καταθλιπτικοί αγωγοί. Η διαμόρφωση κλειστών διαδρομών (βρόχοι) κατά τον σχεδιασμό του δικτύου, παρόλο που αυξάνει το ολικό μήκος των σωληνώσεων, εξασφαλίζει εξαιρετικά καλή αντιπληγματική προστασία.

Υψομετρική τοποθέτηση δεξαμενής



Χωροθέτηση δεξαμενής ως προς τον οικισμό



Κριτήρια επιλογής απόστασης δεξαμενής

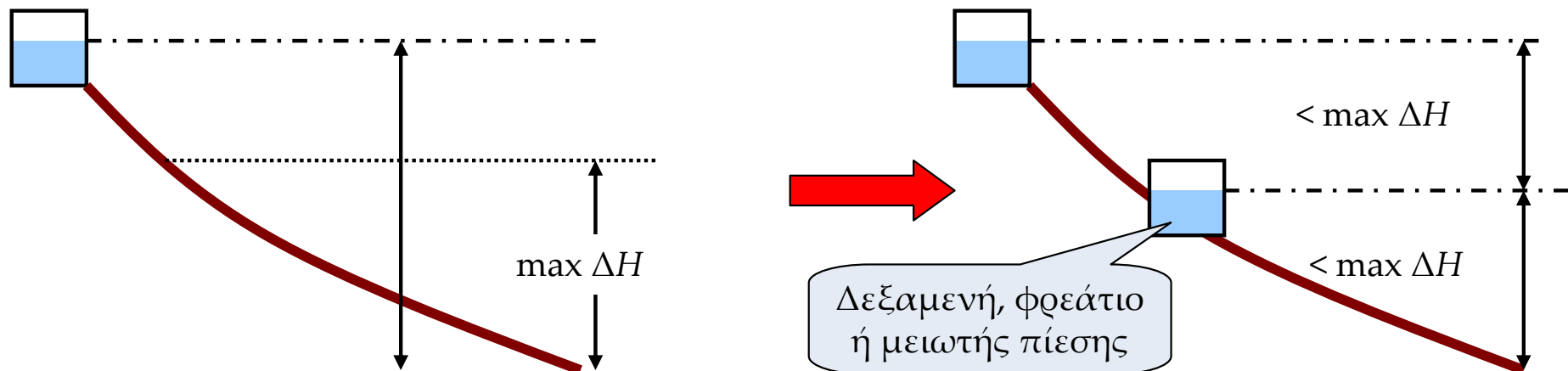
- Ως γενική αρχή, συστήνεται η τοποθέτηση της δεξαμενής όσο το δυνατόν **πιο κοντά στο κέντρο βάρους** του οικισμού. Η επιλογή αυτή παρουσιάζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:
 - για δεδομένο υψόμετρο δεξαμενής, μεγιστοποιείται η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής στην κατάσταση δυσμενέστερης φόρτισης (μέγιστη κατανάλωση) του δικτύου (= έλεγχος ελάχιστων πιέσεων), που συνεπάγεται οικονομικότερες (μικρότερες) διαμέτρους αγωγών.
 - για δεδομένη κλίση της Π.Γ., ελαχιστοποιείται το υδροστατικό φορτίο στην κατάσταση μηδενικής φόρτισης (= έλεγχος μέγιστων πιέσεων), αλλά και μειώνεται το μανομετρικό ύψος, στην περίπτωση που η μεταφορά νερού από την υδροληψία γίνεται μέσω άντλησης.
 - μειώνεται το μήκος του κύριου τροφοδοτικού αγωγού σε σχέση με το μήκος του αγωγού μεταφοράς (εξωτερικό υδραγωγείο), που ωστόσο σχεδιάζεται με μικρότερη παροχή (= μέση παροχή της ημέρας με τη μέγιστη κατανάλωση).
- Η τελική επιλογή της θέσης (υψόμετρο και απόσταση) της δεξαμενής ρύθμισης προκύπτει με βελτιστοποίηση του **συνολικού κόστους επένδυσης** των έργων του εξωτερικού και του εσωτερικού υδραγωγείου (κόστος αγωγών, αντλιών, συντήρησης μηχανολογικού εξοπλισμού, κτλ.).

Γενικές αρχές χάραξης αγωγών

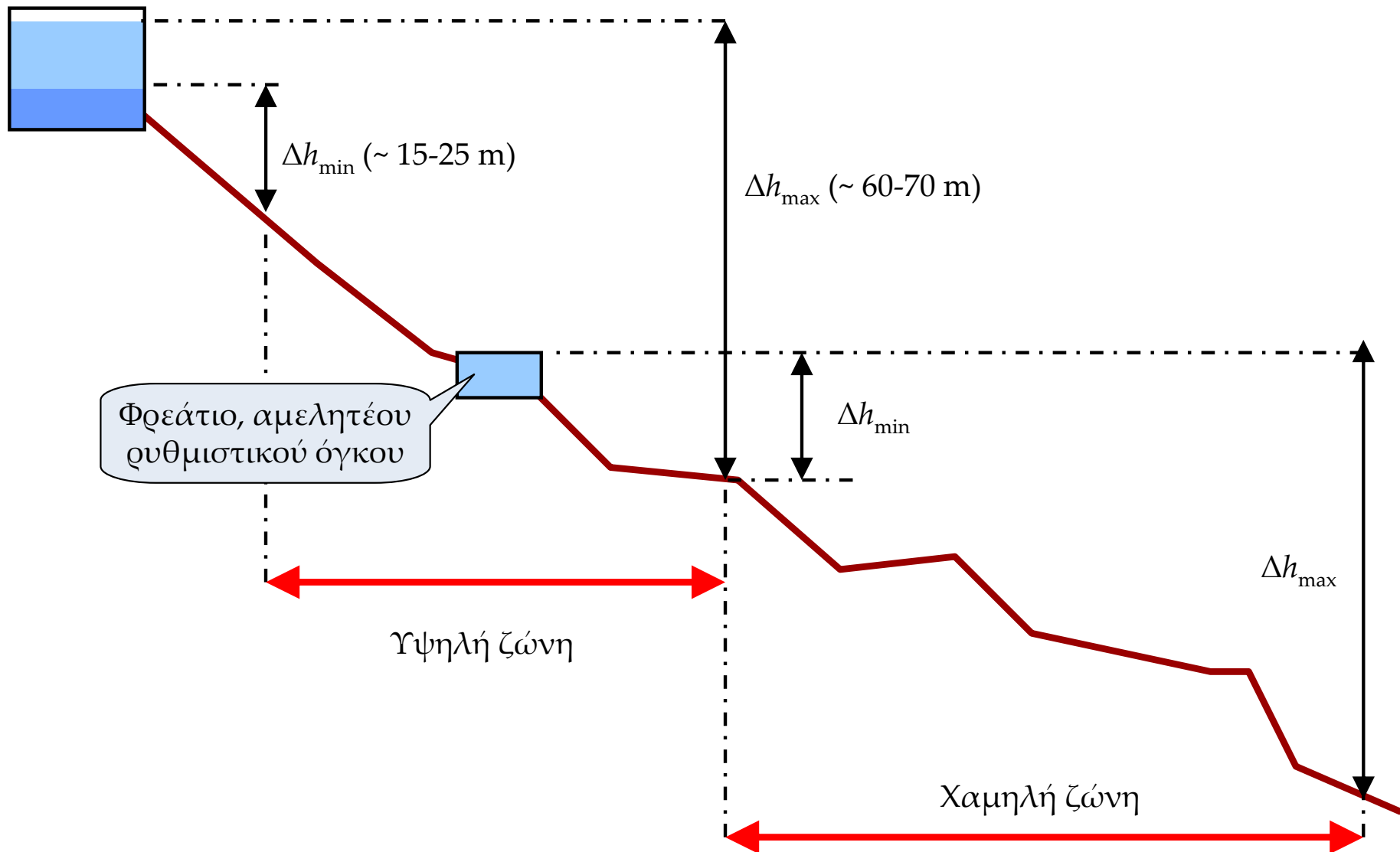
- Στη χάραξη του δικτύου χρησιμοποιούνται τοπογραφικοί χάρτες, καθώς και χάρτες γενικής πολεοδομικής διάταξης (συνήθεις κλίμακες 1:2000, 1:1000).
- Από τη δεξαμενή ξεκινά ο κύριος τροφοδοτικός αγωγός που φτάνει στην περίμετρο της πόλης, απ' όπου διακλαδίζεται προς όλους τους πρωτεύοντες αγωγούς διανομής.
- Το δίκτυο διανομής καλύπτει το 100% του οδικού δικτύου. Στις μεγάλες οδικές αρτηρίες τοποθετούνται δίδυμοι αγωγοί, εκατέρωθεν των πεζοδρομίων.
- Επιδιώκεται η τροφοδοσία κάθε καταναλωτή από εναλλακτικές διαδρομές (βροχωτή διάταξη αγωγών), ώστε να εξασφαλίζεται απρόσκοπτη λειτουργία του δικτύου σε περιπτώσεις βλάβης και να εκμηδενίζεται ο κίνδυνος υδραυλικού πλήγματος.
- Οι κύριοι και δευτερεύοντες αγωγοί που τίθενται κατά μήκος διαδρομών που εξυπηρετούν στόμια πυρκαγιάς έχουν διαμέτρους 125-150 mm και άνω, ενώ στις εμπορικές και πυκνοκατοικημένες περιοχές, οι διάμετροι ξεπερνούν τα 200 mm.
- Επιδιώκεται η τοποθέτηση των αγωγών μεγάλης διαμέτρου στις κορυφογραμμές, ενώ, αντίθετα, αντενδείκνυται η τοποθέτησή τους στις μισγάγγειες .
- Οι ελάχιστες διάμετροι που εφαρμόζονται είναι 90 mm, και αφορούν μόνο στους τριτεύοντες αγωγούς που δεν εξυπηρετούν κρουνοίς.
- Οι πυροσβεστικοί κρουνοί τοποθετούνται σε αποστάσεις έως 200 m, ενώ σε μεγάλες πόλεις η τοποθέτηση των κρουνοίς είναι πιο πυκνή (ανά 75-100 m).
- Το δίκτυο διανομής συμπληρώνεται από ειδικές συσκευές, για τη ρύθμιση της παροχής (δικλείδες, εκκενωτές) και της πίεσης (μειωτές, φρεάτια, αερεξαγωγοί).

Πιεζομετρικές ζώνες δικτύων

- Σε λοφώδεις περιοχές, μια μεμονωμένη δεξαμενή ενδέχεται να μην επαρκεί για την εξυπηρέτηση όλου του οικισμού, χωρίς να προκαλεί προβλήματα χαμηλών πιέσεων στα μεγάλα υψόμετρα και υψηλών πιέσεων στα μικρά.
- Στην περίπτωση αυτή, ο οικισμός χωρίζεται σε **υδραυλικά ανεξάρτητες** πιεζομετρικές ζώνες καθ' ύψος της επιτρεπόμενης πίεσης, π.χ. με χρήση ανεξάρτητων δεξαμενών που λειτουργούν και ως πιεζοθραυστικές διατάξεις.
- Συστήνεται η πτώση πίεσης μεταξύ διαδοχικών ζωνών να κυμαίνεται μεταξύ 15 και 40 μέτρων. Υπερβολικά μικρό εύρος πίεσης οδηγεί σε αντισυμβατικό σχεδιασμό (απαιτεί πολλές δεξαμενές και μεγάλες διαμέτρους), ενώ υπερβολικά μεγάλο εύρος έχει ως συνέπεια έντονες διακυμάνσεις της διατιθέμενης πίεσης στους καταναλωτές.



Χωρισμός σε πιεζομετρικές ζώνες με σύστημα δεξαμενής – φρεατίου



Χωρισμός σε πιεζομετρικές ζώνες με χρήση μειωτών πίεσης

- ❑ Οι μειωτές πίεσης χρησιμοποιούνται στα σημεία διαχωρισμού των πιεζομετρικών ζωνών και όπου, γενικά, επιδιώκεται περιορισμός του ενεργειακού υψομέτρου, στην περίπτωση που η τοπογραφία και χωροταξία δεν επιτρέπουν τη χρήση φρεατίων ή δεξαμενών.
- ❑ Πρόκειται για ειδικές αυτόματες βαλβίδες που εξασφαλίζουν σταθερή πίεση εξόδου P_0 , αν η ανάντη πίεση P_α είναι μεγαλύτερη από την P_0 , ενώ σε περίπτωση αντιστροφής της ροής λειτουργούν ως βαλβίδες αντεπιστροφής.
- ❑ Ο τριπλός τρόπος λειτουργίας των μειωτών πίεσης (βλ. σκαρίφημα) καθιστά δύσκολη την προσομοίωσή τους στα μαθηματικά μοντέλα.
- ❑ Αν η τοπογραφία το επιτρέπει, είναι προτιμητέα η διαμόρφωση των πιεζομετρικών ζωνών με υδραυλικές διατάξεις, παρά η εκτεταμένη χρήση μειωτών πίεσης.

