



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ
ΤΟΝ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΗΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗΣ ΖΩΓΡΑΦΟΥ**

ΜΠΕΣΙΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ, ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΜΠ

besiou@yahoo.gr

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2010

Δομή της παρουσίασης

- Εισαγωγικά Στοιχεία
- Βιβλιογραφική Επισκόπηση
- Υφιστάμενο δίκτυο Πολυτεχνειούπολης
- Διαστασιολόγηση νέου δικτύου πόσιμου νερού
- Εναλλακτικές λύσεις παροχής πόσιμου νερού
- Τεχνικοοικονομική Διερεύνηση
- Συμπεράσματα

Εισαγωγικά Στοιχεία

Εισαγωγικά Στοιχεία

Περιοχή Μελέτης



Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

Νομός Αττικής – Δήμος Ζωγράφου

Έκταση περίπου 100 εκταρίων (910.000m²)

15.000 φοιτητές & 1.400 άτομα προσωπικό

Μεταμορφωμένα πετρώματα



Παλιό δίκτυο ύδρευσης



Διαρροές και υποβάθμιση νερού κατά τη διανομή



ΠΥΛΗ
ΚΟΚΚΙΝΟΠΟΥΛΟΥ

ΠΥΛΗ
ΚΑΤΕΧΑΚΗ

ΠΥΛΗ
ΖΩΓΡΑΦΟΥ

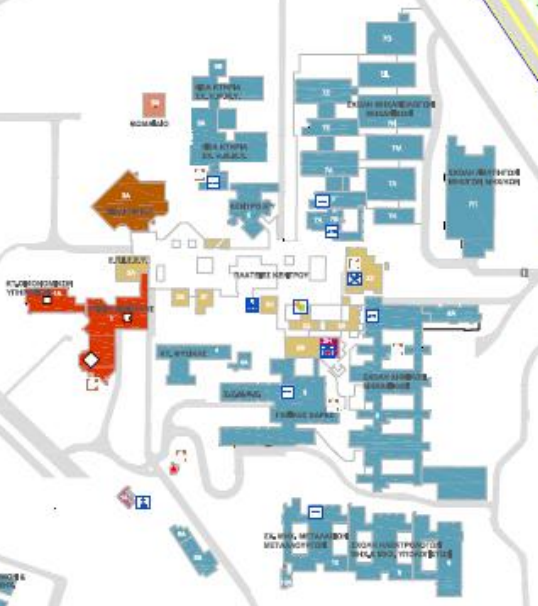
ΛΕΩΦΟΡΟΣ Ε ΚΟΚΚΙΝΟΠΟΥΛΟΥ

ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΚΑΤΕΧΑΚΗ (Π ΚΑΡΕΛΛΟΠΟΥΛΟΥ)

ΟΔΟΣ ΚΡΑΘΝ ΠΡΑΥΤΕΚΗΝΕΙΟΥ

ΟΔΟΣ ΒΡΑΧΜΟΣ

| ΥΠΟΣΗΜΑ | |
|---------|----------------------|
| | ΟΡΕΣΤΕΙΟ |
| | ΟΡΕΣΤΕΙΟ |
| | ΠΥΛΗ |
| | ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ |
| | ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ |
| | ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ |
| | ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ |
| | ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ |
| | ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ |
| | ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ |



ΑΠΕΡ ΚΕΝΤΡΟ Α.Ε.



Εισαγωγικά Στοιχεία

Ιστορικό δικτύου

- Έως το 1974-75 → Δίκτυο που εξυπηρετούσε τις λιγοστές κτιριακές υποδομές με απευθείας υδροδότηση από αγωγό της ΕΥΔΑΠ.
-
- Έως το 1982 → Ολοκλήρωση του δικτύου ταυτόχρονα με τα έργα οδοποιίας
Κατασκευή δεξαμενής 200 m³ - Παροχή νερού από ΕΥΔΑΠ
- 1982: Πρώτη μελέτη για το συνολικό σχεδιασμό της ύδρευσης-άρδευσης**
-
- Έως το 1986-87 → Ολοκλήρωση της κατασκευής του δικτύου της μελέτης του '82
Αποδέσμευση από την ΕΥΔΑΠ – Υδροδότηση μέσω δύο γεωτρήσεων
-
- Από το 1992- → Εκτεταμένη ανοικοδόμηση – Αυξημένες υδατικές ανάγκες
-
- 2004 → Διάνοιξη 3ης γεώτρησης – Νέα Δεξαμενή 600 m³
Εφεδρική σύνδεση δεξαμενής με αγωγό της ΕΥΔΑΠ

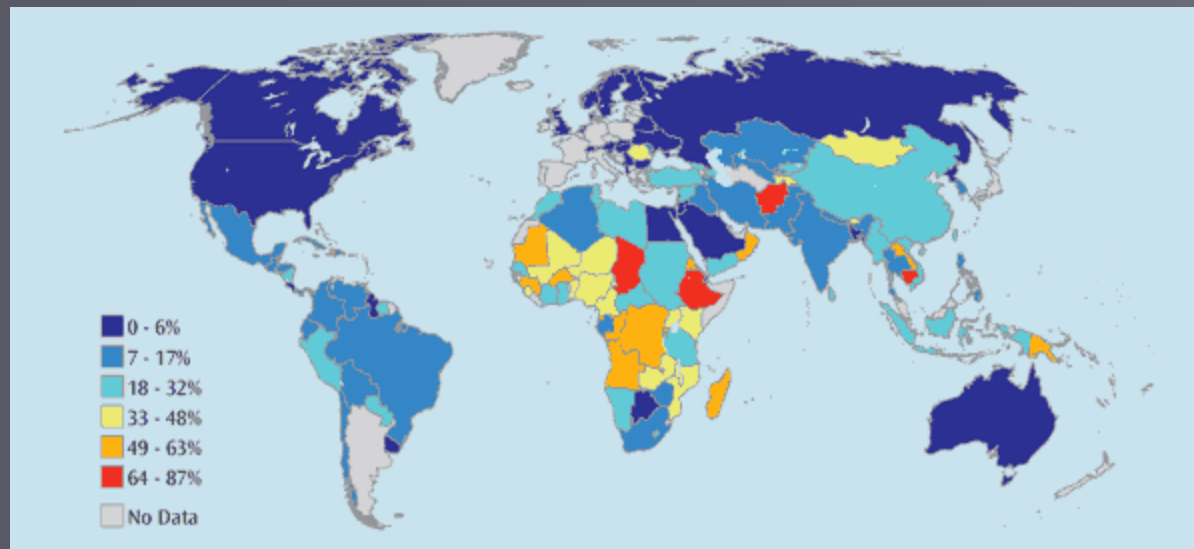
Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Το καθαρό πόσιμο νερό είναι απαραίτητο στον άνθρωπο για τη διατήρηση της ζωής.

Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας → 2-4 L/day/cap (6-8 ποτήρια)

Πόσιμο νερό χαρακτηρίζεται το νερό που είναι καθαρό από φυσική, χημική, βιολογική και μικροβιολογική άποψη και μπορεί να καταναλώνεται χωρίς να κινδυνεύει η υγεία του ανθρώπου.



Βιβλιογραφική Επισκόπηση

UN (2009)



Έως το 2030 η ζήτηση σε ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες θα ξεπεράσει το 50% της διαθεσιμότητας

UN (2010)



Αύξηση του πληθυσμού στα 10 δις κατοίκους μέχρι το 2050

Αύξηση πληθυσμού



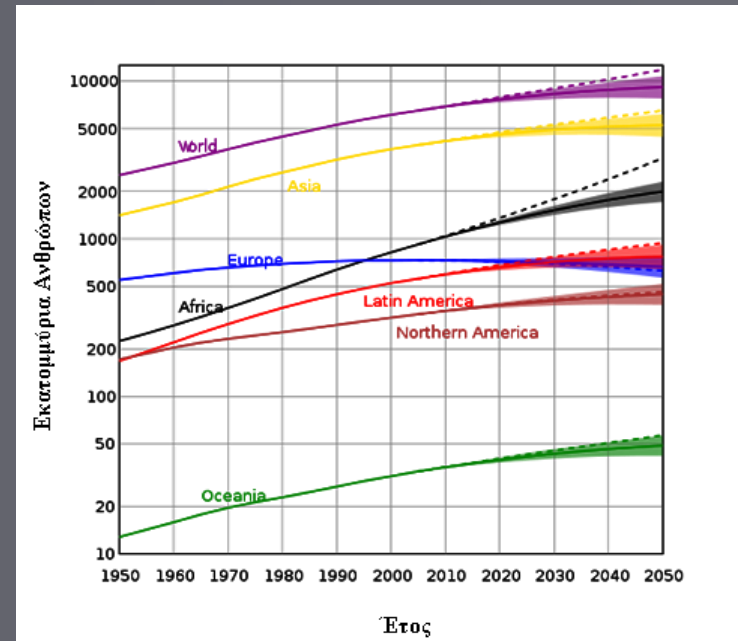
Αύξηση της ζήτησης σε νερό



Επιτακτική η ανάγκη για προστασία των υδατικών μας πόρων και ορθή διαχείριση αυτών



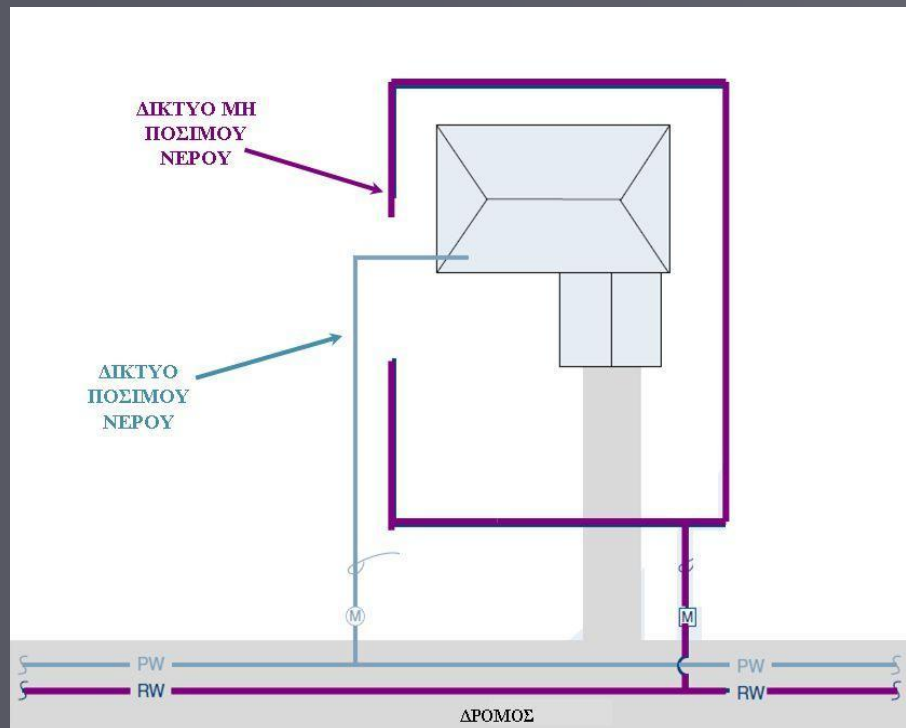
Αναθεώρηση του τρόπου λειτουργίας των δικτύων ύδρευσης



(Πρόβλεψη UN & US Census Bureau, 2009-2010)

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Διπλά Δίκτυα



- Δύο διαφορετικές πηγές προέλευσης
- Δύο διαφορετικά δίκτυα διανομής

Δίκτυο πόσιμου νερού →

Διυλισμένο νερό υψηλών προδιαγραφών

Δίκτυο μη-πόσιμου νερού →

Νερό χαμηλότερης ποιότητας

- Θαλασσινό νερό
- Ακατέργαστο από πηγές
- Ανακτημένο από απόβλητα
- Ανακυκλωμένο (γκρίζο νερό)

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Δίκτυο μη-πόσιμου νερού (Δευτερεύον Σύστημα)

Χρήσεις

- Πυρόσβεση
- Πλύσιμο αυτοκινήτων
- Καθάρισμα δρόμων
- Καθαρισμός κτιρίων
- Καζανάκια τουαλέτας
- Air-conditioning εμπορικών και βιομηχανικών χώρων
- Θέρμανση εμπορικών και οικιστικών κτιρίων
- Άρδευση δημοσίων χώρων πρασίνου και ορισμένων ειδών καλλιέργειας

Επεξεργασία

- ➔ Ρύθμιση pH & φίλτρανση για κατακράτηση στερεών αν προέρχονται από επιφανειακά ή υπόγεια νερά.
- ➔ Απολύμανση αν αυτό κρίνεται αναγκαίο.

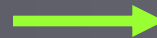
Υλικά αγωγών

- Πολυβυτιλοχλωρίδιο (PVC)
- Πολυαιθυλένιο (PE)
- Χάλυβας (όχι στα δίκτυα που χρησιμοποιούν θαλασσινό νερό)

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Δίκτυο πόσιμου νερού (Κυρίως Σύστημα)

Λειτουργία όπως κάθε
τυπικό υδρευτικό σύστημα

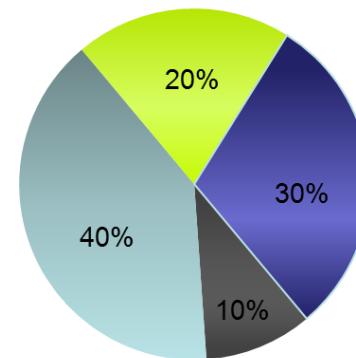


- Πηγή
- Μονάδα επεξεργασίας
- Εγκαταστάσεις αποθήκευσης
- Δίκτυο διανομής

**Αποδέσμευση του 50% σχεδόν της
συνολικής κατανάλωσης**



- Μικρότερες διαμέτροι αγωγών
- Μικρότερες απαιτήσεις αποθήκευσης



- Κουζίνα
- Υγιεινή
- Τουαλέτα
- Πλυντήριο, καθαριότητα, πόσιμα

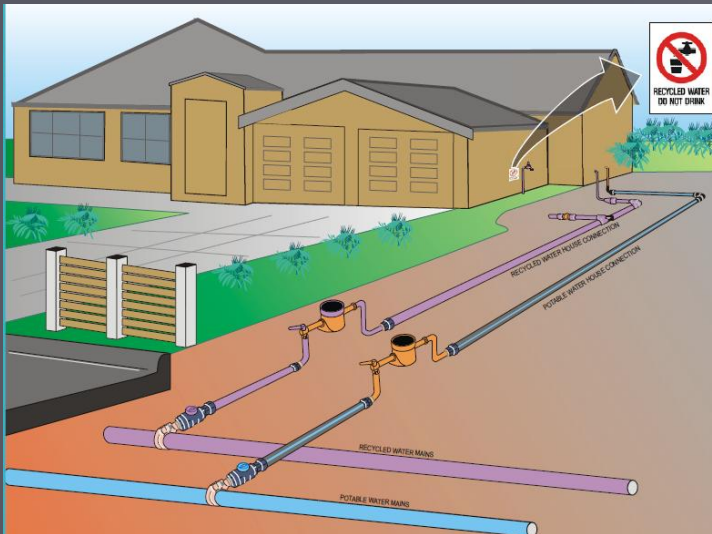
(Ανδρεαδάκης, Μαμάης, 2009)

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Αποφυγή πιθανών συνδέσεων των δύο δικτύων (cross connections)

Σωστή χωροθέτηση και εγκατάσταση αγωγών

Χρωματισμός αγωγών



(Πηγή www.sydneywater.com.au)

(Πηγή www.limno.com)

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Παραδείγματα εφαρμογής διπλών δικτύων

Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής

Χρησιμοποίηση ανακτημένου νερού σε ξεχωριστό δίκτυο
(3% του συνολικού παρεχόμενου νερού, 2002)



- Πυρόσβεση
- Άρδευση χώρων πρασίνου
- Πλύσιμο δρόμων

Υπαρξη ειδικών κανονισμών για τη χρήση του δευτερεύοντος νερού

Κυρίως στις πολιτείες της Καλιφόρνια και της Φλόριντα (65% του συνολικού ποσοστού)



Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Αυστραλία

Μάχη με 7-10 χρόνια ξηρασίας → Χρήση ανακτημένου νερού

Σχέδιο SEQ Water Grid στην Νοτιοανατολική περιοχή Queensland

Ισραήλ

Σε ποσοστά της τάξεως του 70% η χρήση ανακτημένου νερού

Στο Τελ Αβίβ 100% επαναχρησιμοποίηση του ανακτημένου νερού για άρδευση

Παρίσι

Εδώ και δύο αιώνες υπάρχει διπλό δίκτυο με άντληση απευθείας από το ποτάμι για άρδευση Δημοσίων πάρκων, καθαρισμό των δρόμων και ξέπλυμα των υπονόμων



(Πηγή www.sydneywater.com.au)

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Χόνγκ Κόνγκ

Από το 1950 λειτουργεί διπλό δίκτυο με παροχή του δευτερεύοντος δικτύου από τη θάλασσα

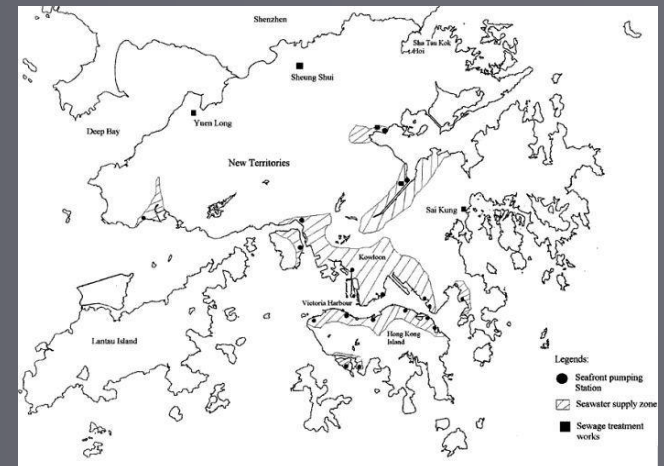
Τα 3/4 του πληθυσμού του Χόνγκ Κόνγκ χρησιμοποιούν στα καζανάκια της τουαλέτας θαλασσινό νερό το οποίο διανέμεται έχοντας υποστεί πολύ μικρή επεξεργασία

➔ 38 αντλιοστάσια θαλασσινού νερού (1.43 hm³/day)

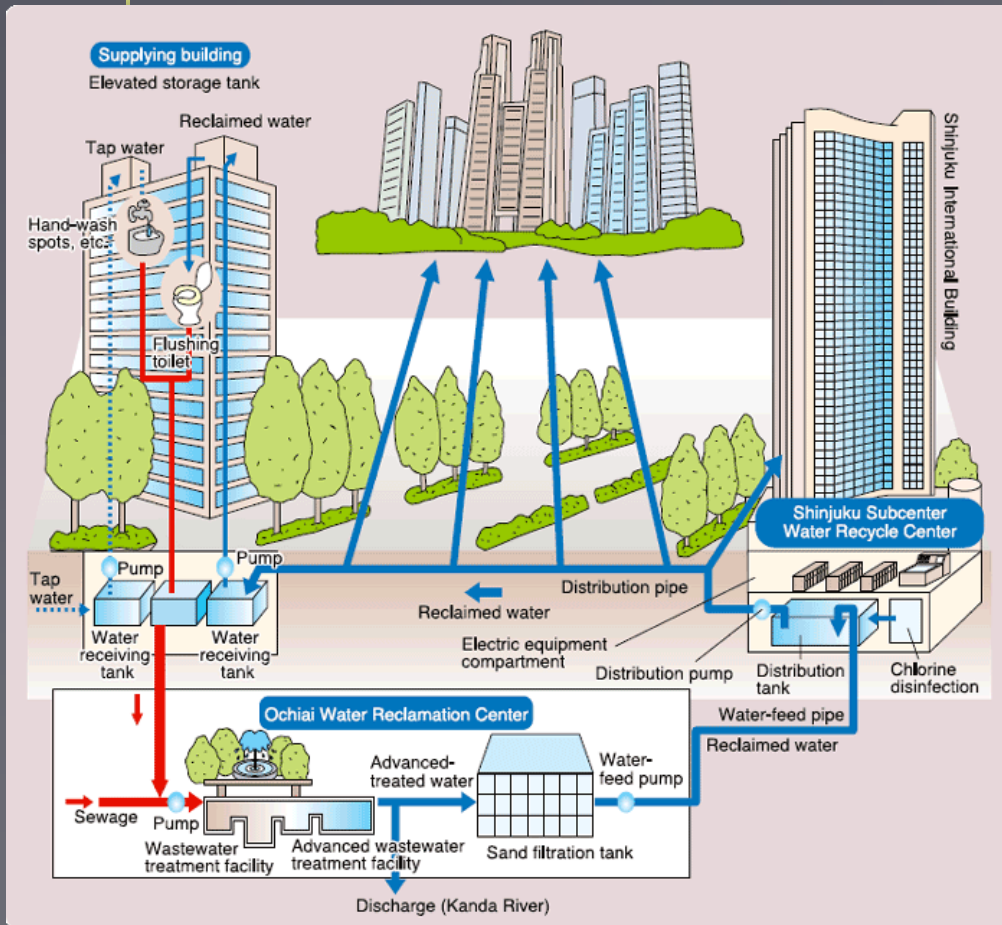
➔ 49 δεξαμενές αποθήκευσης (0.2 hm³)

➔ συνολικό μήκος δικτύου 1100 km

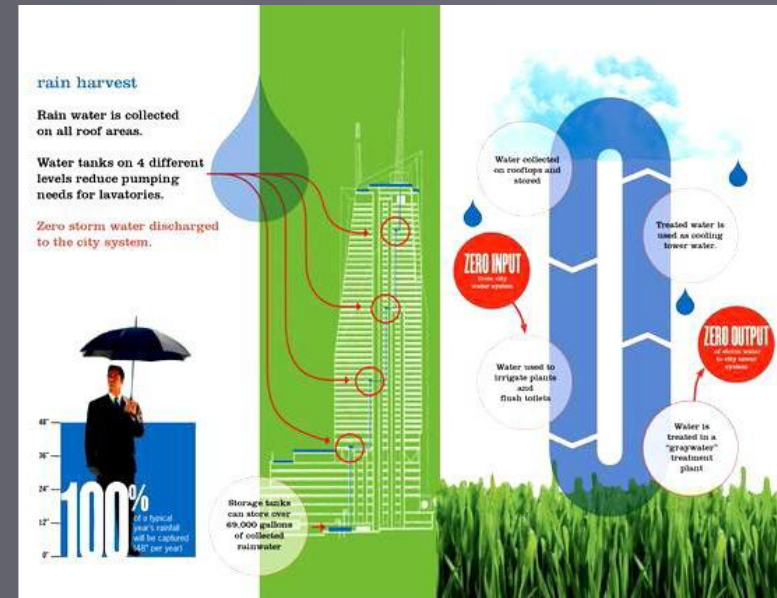
Και τα δύο δίκτυα καταλήγουν στο ίδιο αποχετευτικό σύστημα



Βιβλιογραφική Επισκόπηση



Ochiai Center, Tokyo-Japan (Πηγή www.gesui.metro.tokyo.jp)



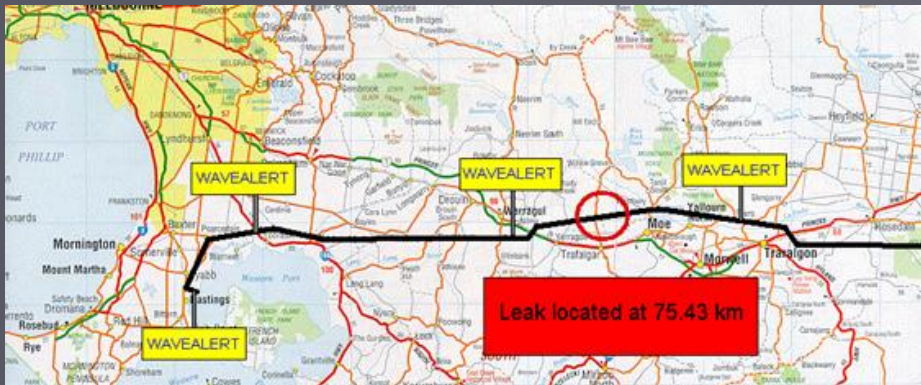
Χρήση ανακυκλωμένου και βρόχινου νερού στο κτίριο
Bank of America Tower, NY

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

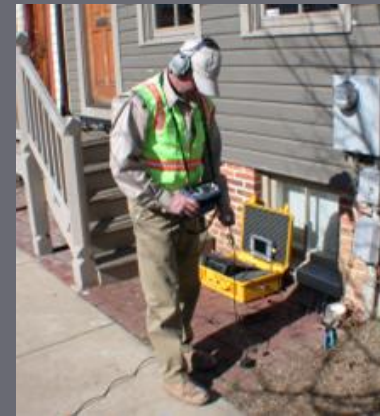
Τεχνολογίες μικρότερης κλίμακας

Ανίχνευση διαρροών δικτύων

- Γεωγραφικές βάσεις δεδομένων
- Μαθηματικά μοντέλα συνεχούς προσομοίωσης δικτύων
- Συσκευές εντοπισμού διαρροών
- Ραντάρ εδάφους και κάμερες εντοπισμού και ελέγχου αγωγών
- Υλικά επισκευών



(www.azwater.gov)



(www.linelocators.com)



(www.watercopdealer.com)

Τοποθέτηση αισθητήρων κατά μήκος των αγωγών

→ Μεταφορά πληροφοριών μέσω GSM

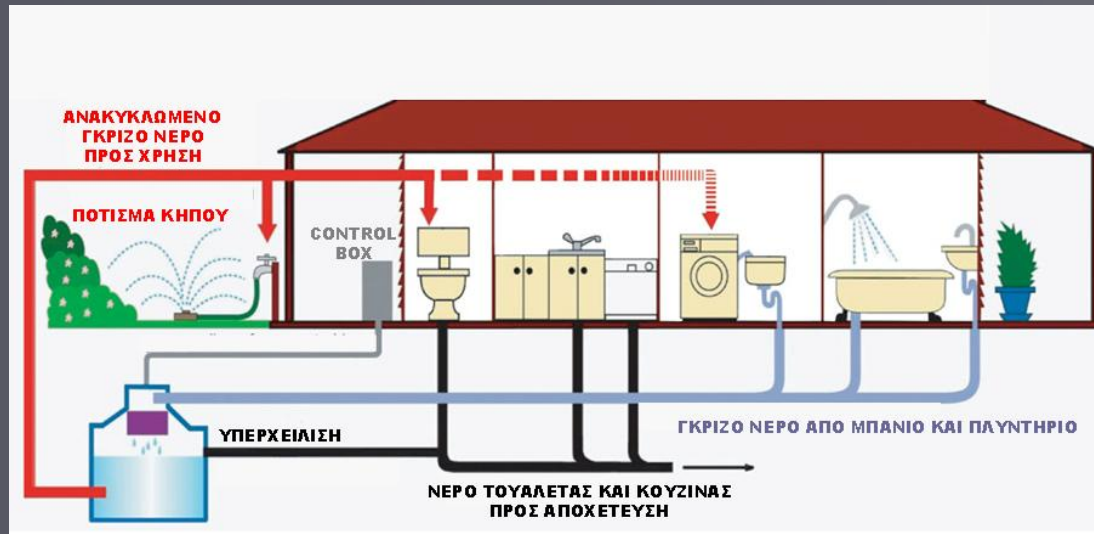
Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Ανακύκλωση γκριζου νερού στο εσωτερικό των κατοικιών

Νερό από διάφορες οικιακές δραστηριότητες (μπάνιο, πλυντήρια) → 50-80% των καταναλώσεων

- Πότισμα κήπων
- Καζανάκια τουαλέτας

Όχι μαύρο νερό (ανθρώπινα απόβλητα)



Δεξαμενή σε μικρό βάθος από έδαφος ή σε υπόγεια κτιρίων

Φιλτράνση εντός δεξαμενής

Εύκολη εγκατάσταση

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Ανακύκλωση γκρίζου νερού στο εσωτερικό των κατοικιών

Συλλέκτες βρόχινου νερού → Επικουρικά σε περίοδο βροχοπτώσεων



Μικρής κλίμακας ανακύκλωση



Sloan® AQUUS™ Greywater System



(gabriele and oscar buratti)

Υφιστάμενο δίκτυο

Υφιστάμενο δίκτυο

Ολοκλήρωση κατασκευής 1986-87

Υδροδότηση από τις 3 γεωτρήσεις (24ώρου βάσεως για 7 μήνες το χρόνο)

Παροχή άντλησης → 600 m³/d

Βάθος άντλησης → 220-250 m

Άντληση → Δεξαμενή ρύθμισης → Διανομή



Προσθήκη υποχλωριώδους νατρίου με κατάλληλο σύστημα χλωρίωσης

Εγκατάσταση μίξης του νερού, μέτρησης του ελεύθερου χλωρίου και δυνατότητα προσθήκης επιπλέον ποσότητας

Υφιστάμενο δίκτυο

Το κύριο τμήμα

(Μεγαλύτερες διαμέτροι)

→ Κέντρο Πολυτεχνειούπολης

Το δεύτερο τμήμα

→ Νοτιοδυτικό κομμάτι Πολυτεχνειούπολης

Το τρίτο τμήμα

→ Άρδευση

Τμήμα του παλαιού δικτύου

→ Πιθανώς εκτός λειτουργίας



→ Πυροσβεστικοί κρουνοί

- Χαλυβδοσωλήνες ελικοειδούς ραφής διαμέτρων 127 mm (5") έως 273 mm (10¾")
- Γαλβανισμένοι χαλυβδοσωλήνες διαμέτρων 60 mm (2½") έως 102 mm (4")

Άρδευση από τις 8 μμ έως τις 6 πμ

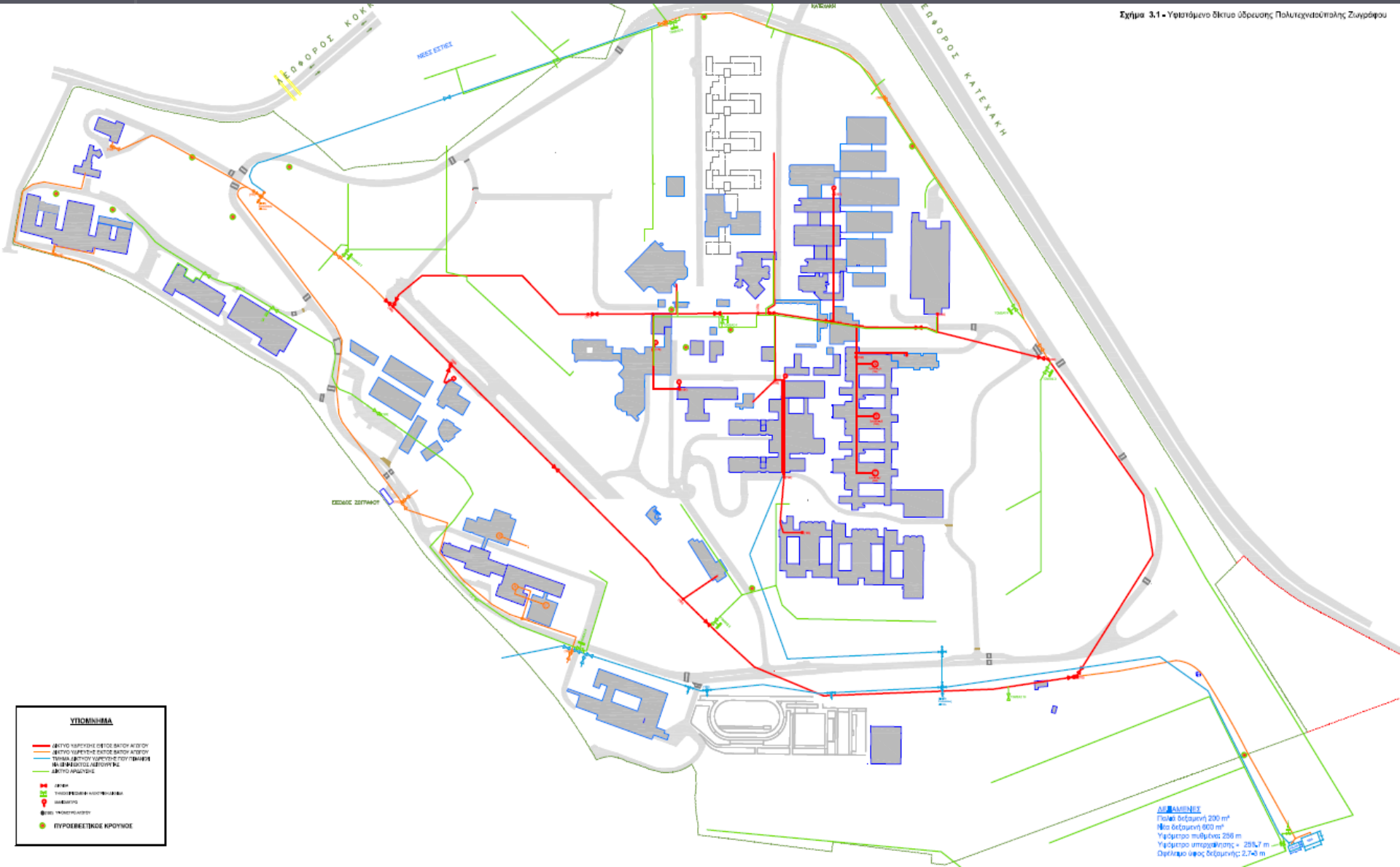
Συνολική έκταση

→ 62500 m²

Ημερήσια Κατανάλωση

→ 805 m³/d

Σχίμα 3.1 - Υφιστάμενο Δίκτυο ύδρευσης Πολιτεχνικόπολης Ζευγάρου



Υφιστάμενο δίκτυο

Ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού του δικτύου

Έλεγχος ποιοτικών χαρακτηριστικών νερού από το
Εργ. Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας του ΕΜΠ (2007)



Μέτρηση
φυσικοχημικών, τοξικών
και μικροβιολογικών
παραμέτρων

Σημεία δειγματοληψίας

1. Γεώτρηση 1, παλαιά
2. Δεξαμενή αποθήκευσης χλωριωμένου νερού
3. Γεώτρηση 2, νέα
4. Κτίριο Αντοχής Υλικών, ΣΕΜΦΕ
5. Εργαστήριο Λιμενικών Έργων
6. Νέο Κτίριο Πολιτικών Μηχανικών, Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών
7. Κτίριο Διοίκησης (Κυλικείο)
8. Εστιατόριο (Μαγειρείο)
9. Κτίριο Ναυπηγών
10. Κτίριο Μεταλλειολόγων (γραφείο καθηγητή κ. Α. Βγενόπουλου)
11. Κυλικείο Γενικών Εδρών
12. Σχολή Χημικών Μηχανικών, Παλαιό Κτίριο, Εργ. Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας
13. Σχολή Χημικών Μηχανικών, Νέο Κτίριο, Β' Φάση, Εργ. Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας

Υφιστάμενο δίκτυο

Νερό γεωτρήσεων



(Εντός επιτρεπτών ορίων)

- Υψηλή σχετικά θερμοκρασία (20,4 και 22,8 °C)
- Τριπλάσιες τιμές σκληρότητας και αγωγιμότητας από ΕΥΔΑΠ
- Υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών
- Υψηλές συγκεντρώσεις μετάλλων και χλωριώντων

Νερό δεξαμενής



(Καλή προστασία από εξωγενείς ρύπους)

- Ίδια χαρακτηριστικά σχεδόν με τις γεωτρήσεις
- Ικανοποιητικές τιμές υπολειμματικού χλωρίου

Νερό κτιρίων



- Διαφοροποιήσεις σε σχέση με δεξαμενή και γεωτρήσεις
- Αυξημένη θολότητα (σε ορισμένα σημεία πάνω από το όριο)
- Αυξημένες συγκεντρώσεις μετάλλων



- Το νερό των γεωτρήσεων και της δεξαμενής δεν παρουσιάζει ίδιες τιμές με το δίκτυο
- Η επιβάρυνση (θολότητα) οφείλεται στην κατάσταση του δικτύου διανομής
- Συγκεντρώσεις μετάλλων οφείλονται σε διάβρωση των χαλυβδοσωλήνων

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

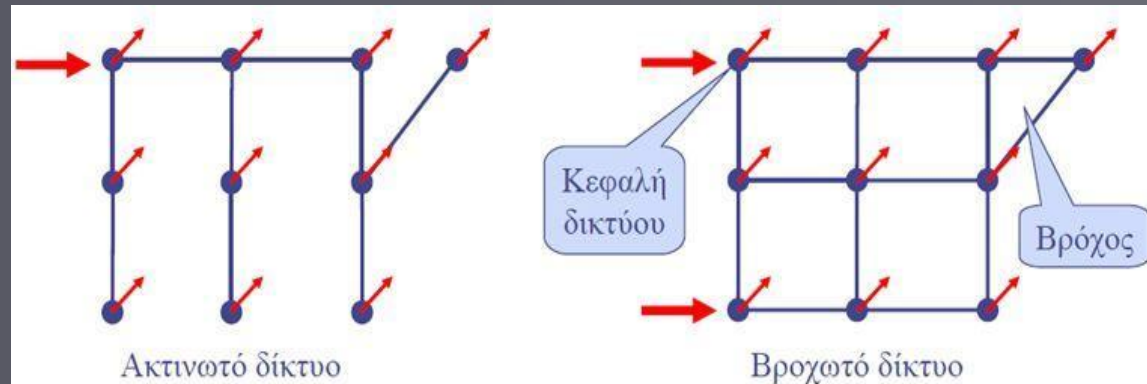
Δίκτυο ύδρευσης → Σύστημα αγωγών υπό πίεση με σημεία εισόδου (πηγές) και εξόδου (καταναλώσεις) του νερού

Ακτινωτά δίκτυα →

- Τροφοδοτούνται από ένα μοναδικό σημείο (κεφαλή)
- Δε σχηματίζουν κλειστές διαδρομές

Βροχωτά δίκτυα →

- Τροφοδοτούνται από ένα ή περισσότερα σημεία
- Σχηματίζουν κλειστές διαδρομές



Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

| Ακτινωτά δίκτυα | Βροχωτά δίκτυα |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">Ελαχιστοποίηση του μήκους του δικτύουΕλαχιστοποίηση του κόστους | <ul style="list-style-type: none">Μειωμένες ενεργειακές απώλειεςΣε περίπτωση βλάβης εξασφαλίζεται η λειτουργία του δικτύου |
| <ul style="list-style-type: none">Αυξημένες ενεργειακές απώλειεςΣε περίπτωση βλάβης απαιτείται απομόνωση των κατάντη κλάδωνΑπαιτείται προστασία έναντι υδραυλικού πλήγματος | <ul style="list-style-type: none">Μεγαλύτερο μήκος δικτύουΜεγαλύτερο κόστοςΔυσκολία στην εποπτεία και τη διαχείριση |

Σήμερα χρησιμοποιούνται κυρίως βροχωτά δίκτυα (κυρίως δίκτυο) με ορισμένες ακτινωτές απολήξεις

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Λειτουργικές απαιτήσεις δικτύων

Εξασφάλιση της ελάχιστης απαιτούμενης πίεσης

$p_{\min} = 4(n + 1) \text{ m}$, όπου n ο αριθμός των ορόφων του κτιρίου

Ανεπαρκής πίεση σε κόμβο →

- Τοποθέτηση δεξαμενής ψηλότερα
- Μεγαλύτερες διαμέτροι ανάντη
- Παράλληλοι ανακουφιστικοί αγωγοί
- Αντλίες

Περιορισμός της μέγιστης πίεσης

Προστασία εξαρτημάτων δικτύου, υδραυλικών εγκαταστάσεων κτιρίων και οικιακών συσκευών

Συνθήκες ακινησίας → Η πίεση σε κάθε κόμβο max 60-70 m

Προστασία από υδραυλικό πλήγμα

Απότομη εκκίνηση ή διακοπή της ροής → Κίνδυνος υπερπιέσεων και υποπιέσεων

→ Χρήση βροχωτών δικτύων

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Είδη αγωγών

Πλαστικοί σωλήνες από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)

Οικονομική επιλογή για αγωγούς μικρής διαμέτρου (< 400 mm) και ονομαστικής πίεσης έως 16 atm

→ ελαφρύ και εύκαμπτο υλικό

Πλαστικοί σωλήνες από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE)

Αντικαθιστούν σταδιακά τους αγωγούς από PVC

Εξαιρετικά εύκαμπτοι → Παράγονται για κλάσεις έως 32 atm

Προτιμώνται για μικρές διαμέτρους (< 125 mm)

Χαλυβδοσωλήνες (Χ/Σ)

Αρκετά δαπανηροί → Χρησιμοποιούνται για μεγάλες διαμέτρους (> 1000 mm).

Αμιαντοσιμεντοσωλήνες (Α/Σ)

Εκτεταμένη χρήση στο παρελθόν → Πιθανές αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Ειδικές συσκευές δικτύων

Δικλείδες (βάνες) ρύθμισης της παροχής

→ Σε όλες τις διακλαδώσεις του δικτύου για απομόνωση τμημάτων σε περίπτωση βλάβης



(Πηγή www.chryssafidis.com)

Βαλβίδες αντεπιστροφής

Εξασφαλίζουν ότι η ροή γίνεται μόνο προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση

→ Προστασία από υδραυλικό πλήγμα



(Πηγή www.gemak.gr)

ΕΚΚΕΝΩΤЭС

Διακλαδώσεις τύπου T → Στα χαμηλά σημεία του δικτύου

Ελεύθερη εκροή προς φυσικό αποδέκτη για έκπλυση του δικτύου και απομάκρυνση φερτών

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Αερεξαγωγοί

Τοποθετούνται στα υψηλά σημεία του δικτύου (χαμηλή πίεση)

Συνθήκες κανονικής λειτουργίας → Απομάκρυνση αέρα

Συνθήκες πλήγματος → Εισαγωγή αέρα → Αποσυμπίεση



(Πηγή www.gemak.gr)

Μειωτές πίεσης

Τοποθετούνται στα σημεία που απαιτείται μείωση του ενεργειακού υψομέτρου

Βαλβίδες που προκαλούν σταθερή πίεση εξόδου

Αν η πίεση ανάντη είναι μεγαλύτερη της εξόδου



Λειτουργούν ως βαλβίδες αντεπιστροφής



(Πηγή www.chryssafidis.com)

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Μαθηματικά μοντέλα δικτύων ύδρευσης

Το δίκτυο ως ένα φυσικό σύστημα

- Όρια του συστήματος → Σημεία εισόδου και εξόδου του νερού
(δεξαμενές ρύθμισης και συνδέσεις καταναλωτών)
- Συμμετρήσεις του συστήματος → Έργα αποθήκευσης, αγωγοί διανομής, συσκευές έλεγχου ροής και πίεσης, συσκευές εξόδου του νερού προς την κατανάλωση
- Μεταβλητές του συστήματος → Παροχή, πίεση και παράμετροι ποιότητας

Επίλυση του δικτύου μέσω μιας μαθηματικής περιγραφής

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Κόμβος

- Σημεία εκροής ή εισροής νερού
- Σημεία αλλαγής της γεωμετρίας του δικτύου ή μεταβολής των χαρακτηριστικών των αγωγών

Γνωστά \longrightarrow Απόλυτο υψόμετρο z , παροχή εξόδου c

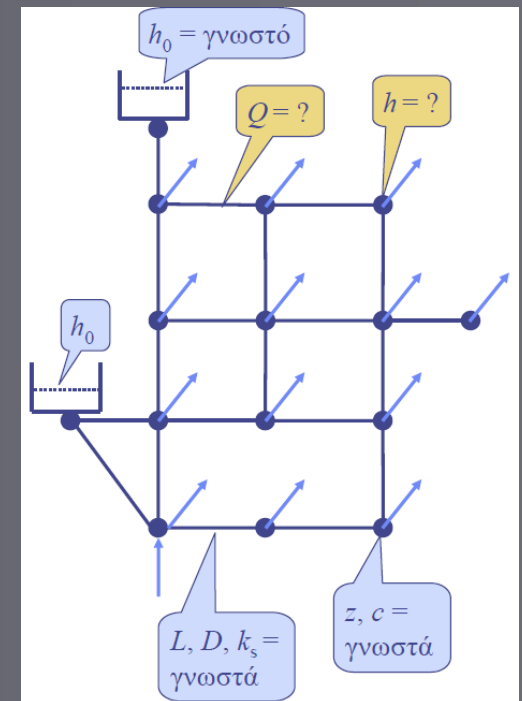
Άγνωστο \longrightarrow Ενεργειακό υψόμετρο h

Κλάδος (αγωγός)

Στοιχεία μεταφοράς νερού

Γνωστά \longrightarrow Μήκος L , διάμετρος D , κλάση, τραχύτητα k_s

Άγνωστο \longrightarrow Παροχή Q



Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Μαθηματικές σχέσεις

- Για τους κόμβους  Αρχή διατήρησης της μάζας

$$\sum_i q_{ik} - \sum_j q_{kj} - Q_k = 0$$

- Για τους κλάδους  Αρχή διατήρησης της ενέργειας

$$h_i - h_j = f(q_{ij})$$

- Γραμμικές απώλειες ενέργειας (hf), σχέση Darcy – Weisbach

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

- Σχέση Colebrook– White που εκφράζει το συντελεστή f

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k_s}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$



Μη γραμμικό σύστημα εξισώσεων η επίλυση του οποίου δίνει τα άγνωστα μεγέθη

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Το λογισμικό EPANET

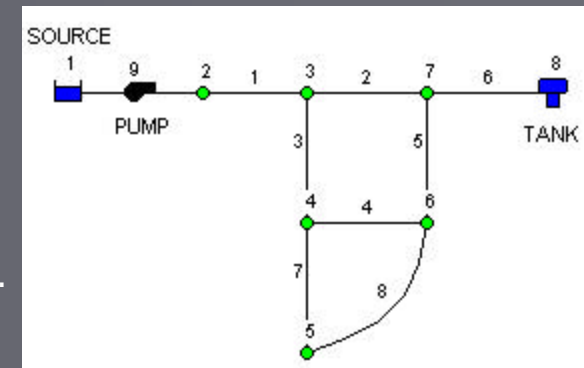
Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των ΗΠΑ (U.S. Environmental Protection Agency)

1^η έκδοση 1993 → 2^η έκδοση 1999

Προσομοιώνει τη χρονική διακύμανση των υδραυλικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της ροής σε δίκτυα διανομής υπό πίεση, κάθε μεγέθους και οποιασδήποτε τοπολογίας.

Υδραυλική λειτουργία δικτύου

- Λαμβάνει υπόψη γραμμικές αλλά και τοπικές απώλειες
- Προσομοιώνει δεξαμενές σταθερής ή μεταβλητής γεωμετρίας, διάφορους τύπους ειδικών συσκευών (δικλείδες, μειωτές πίεσης) καθώς και αντλίες σταθερής ή μεταβλητής παροχής
- Υπολογίζει την κατανάλωση ενέργειας και το κόστος λειτουργίας του δικτύου
- Επιτρέπει τη χρήση διαφορετικών προτύπων χρονικής διακύμανσης της κατανάλωσης για πολλαπλές χρήσεις και για κάθε κόμβο



Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Σχεδιασμός νέου δικτύου

Παροχή πόσιμου νερού με τα χαρακτηριστικά της ΕΥΔΑΠ

Τροφοδοσία → Τρεις αγωγοί ΕΥΔΑΠ → Τρία επιμέρους δίκτυα

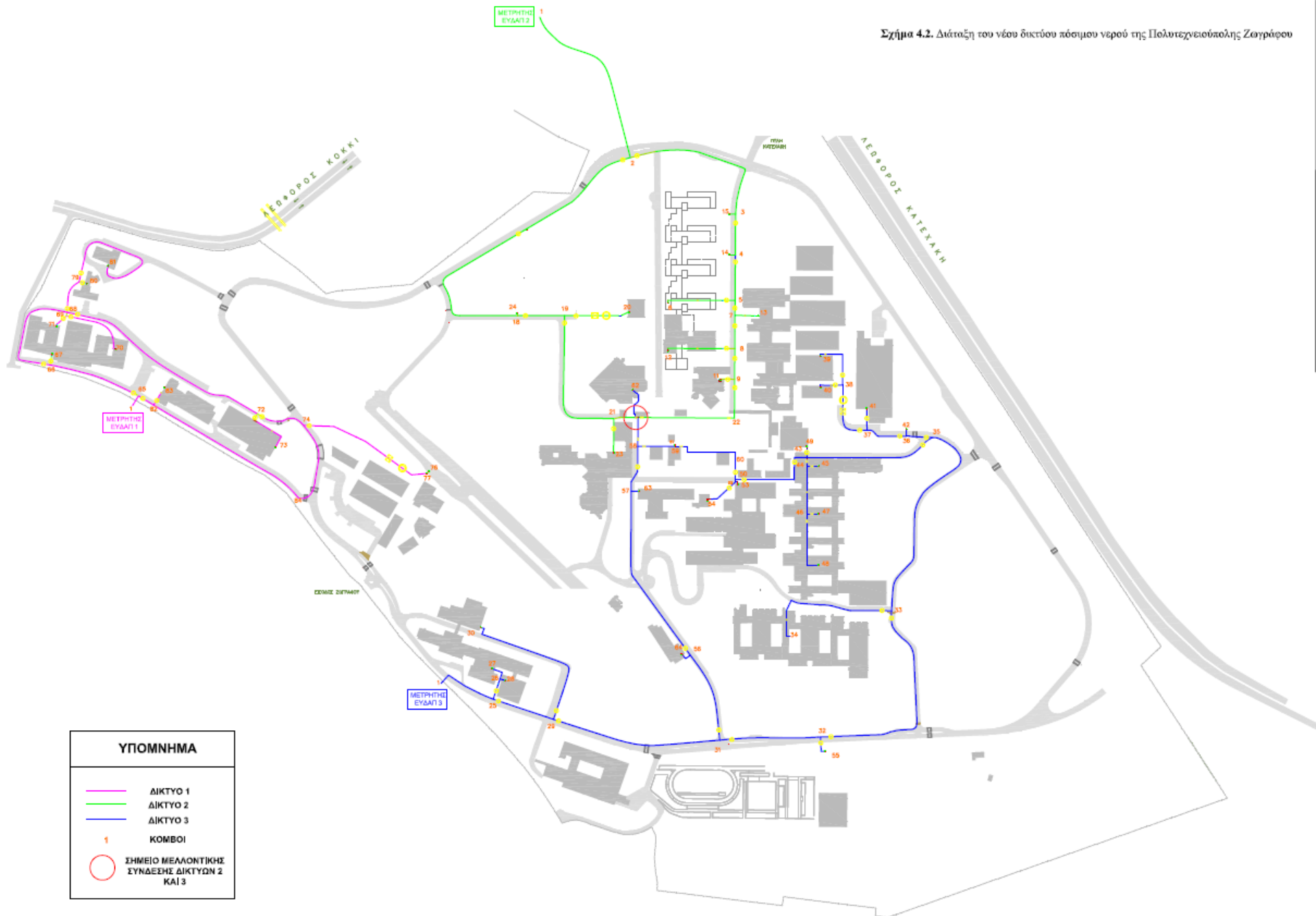
Μελλοντικές εγκαταστάσεις

- Νέα Αμφιθέατρα της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών
- Νέα Κτίρια ΗΜΜΥ Γ' Φάση
- Νέα Κτίρια ΗΜΜΥ Δ' Φάση
- Παιδικός Σταθμός
- Λεβητοστάσιο
- Νέο Κτίριο Ναυπηγών Μηχανικών
- Μελλοντική Ανοικοδόμηση Α
- Μελλοντική Ανοικοδόμηση Β

Χάραξη με βάση την
τοπογραφία της περιοχής

Αθλητικό κέντρο ΕΜΠ & Νέες Φοιτητικές Εστίες εκτός σχεδιασμού → Υδροδοτούνται αυτόνομα από ΕΥΔΑΠ

Σχήμα 4.2. Διάταξη του νέου δικτύου πόσιμου νερού της Πολυτεχνειούπολης Ζαγράφου



Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

| Όνομασία κτηρίου | Κόμβος | Εμβαδό (m ²) | Ε.Ε.Υ ¹⁵ (m) | Μ.Ε.Υ. ¹⁶ (m) | Ύψος κτηρίου (m) |
|-------------------------------------------|--------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|
| Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας | 81 | 1.000 | 160 | 168 | 8 |
| Εργαστήριο Ηχοτεχνίας | 80 | 1.176 | 165 | 171 | 6 |
| Κτήριο Θεογάρη Πτέρυγα Α | 71 | 1.162 | 169 | 185 | 16 |
| Κτήριο Θεογάρη Πτέρυγα Β | 70 | 771 | 169 | 185 | 16 |
| Κτήριο Θεογάρη Αντοχή Υλικών | 67 | 22.831 | 169 | 185 | 16 |
| Κτήριο Υδραυλικής | 83 | 5.250 | 169 | 185 | 16 |
| Εργαστήριο Λιμενικών Έργων | 73 | 5.300 | 169 | 185 | 16 |
| Κτήρια Πολιτικών Μηχανικών | 76 | 10.450 | 169 | 191 | 22 |
| Νέα Αμφιθέατρα Σχολής Πολιτικών Μηχανικών | 76 | 2.315 | 176 | 192 | 16 |
| Σύνολα | | 50.255 | | | |

Κόμβοι, εμβαδά και υψόμετρα δικτύου 1

Υψόμετρο αγωγού ΕΥΔΑΠ = 170 m

| Όνομασία κτηρίου | Κόμβος | Εμβαδό (m ²) | Ε.Ε.Υ (m) | Μ.Ε.Υ. (m) | Ύψος κτηρίου (m) |
|--------------------------------|--------|--------------------------|-----------|------------|------------------|
| Κτήριο Μηχανολόγων Μηχανικών | 13 | 27.785 | 187 | 201 | 14 |
| Κτήριο Υπολογιστών | 11 | 3.850 | 184 | 201 | 17 |
| Κτήριο Ηλεκτρολόγων Α Φάση | 12 | 4.070 | 184 | 200 | 16 |
| Κτήριο Ηλεκτρολόγων Β Φάση | 6 | 7.934 | 184 | 200 | 16 |
| Θωμάϊδειο | 20 | 1.666 | 178 | 190 | 12 |
| Κτήριο Διοίκησης | 23 | 7.776 | 178 | 190 | 12 |
| Οικονομικές Υπηρεσίες | 23 | 2.851 | 178 | 190 | 12 |
| Ε.Π.Ι.Σ.Ε.Υ. | 23 | 505 | 178 | 190 | 12 |
| Νέο Κτήριο Ηλεκτρολόγων Γ Φάση | 14 | 5.000 | 184 | 200 | 16 |
| Νέο Κτήριο Ηλεκτρολόγων Δ Φάση | 15 | 5.000 | 184 | 200 | 16 |
| Μελλοντική ανοικοδόμηση Α | 12 | 10.000 | 168 | 184 | 16 |
| Μελλοντική ανοικοδόμηση Β | 6 | 10.000 | 177 | 193 | 16 |
| Σύνολα | | 86.437 | | | |

Κόμβοι, εμβαδά και υψόμετρα δικτύου 2

Υψόμετρο αγωγού ΕΥΔΑΠ = 170 m

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

| Όνομασία κτηρίου | Κόμβος | Εμβαδό (m ²) | Ε.Ε.Υ (m) | Μ.Ε.Υ. (m) | Ύψος κτηρίου (m) |
|----------------------------------|--------|--------------------------|-----------|------------|------------------|
| Κτήριο Τοπογράφων - Κτήριο Α | 27 | 8.850 | 186 | 206 | 20 |
| Κτήριο Τοπογράφων - Κτήριο Β | 30 | 4.512 | 186 | 206 | 20 |
| Κτήριο Τοπογράφων - Κτήριο Γ | 28 | 1.896 | 186 | 206 | 20 |
| Νέο Κτήριο ΣΕΜΦΕ | 64 | 3.900 | 183 | 191 | 8 |
| Κτήριο Μεταλλειολόγων και ΗΜΜΥ | 34 | 25.800 | 195 | 215 | 20 |
| Κτήριο Χημικών - Συλλέκτης Α | 45 | 12.383 | 190 | 210 | 20 |
| Κτήριο Χημικών - Συλλέκτης Β | 47 | 12.383 | 190 | 210 | 20 |
| Κτήριο Χημικών - Συλλέκτης Γ | 48 | 12.383 | 190 | 210 | 20 |
| Κτήριο Εργαστηρίων Ναυπηγικής | 41 | 7.220 | 192 | 211 | 19 |
| Κτήριο Εργαστηρίων Κ Μηχανολόγων | 40 | 1.222 | 187 | 201 | 14 |
| Κτήριο Εργαστηρίων Α Μηχανολόγων | 39 | 3.340 | 187 | 201 | 14 |
| Εστιατόριο | 49 | 1.900 | 187 | 201 | 14 |
| ΚΕΔ | 61 | 263 | 178 | 185 | 7 |
| Γραφεία συλλόγων | 61 | 328 | 178 | 185 | 7 |
| Βιβλιοπωλείο | 61 | 378 | 178 | 185 | 7 |
| Χορευτικό | 61 | 459 | 178 | 185 | 7 |
| Χορευτικό - Νέα πτέρυγα | 61 | 230 | 178 | 185 | 7 |
| Στούντιο Μουσικής | 61 | 263 | 178 | 185 | 7 |
| Βιβλιοθήκη | 62 | 8.347 | 178 | 202 | 24 |
| Κτήριο Γενικών Εδρών | 52 | 19.591 | 186 | 208 | 22 |
| Νέα Πτέρυγα Κ Κτηρίου Φυσικής | 54 | 1.177 | 186 | 196 | 10 |
| Κτήριο Φυσικής | 63 | 4.915 | 184 | 196 | 12 |
| Παιδικός Σταθμός | 55 | 706 | 190 | 196 | 6 |
| Λεβητοστάσιο | 55 | 2.000 | 190 | 215 | 25 |
| Νέο Κτήριο Ναυπηγών | 42 | 3.750 | 192 | 211 | 19 |
| Σύνολα | | 138.196 | | | |

Κόμβοι, εμβαδά και υψόμετρα δικτύου 3

Υψόμετρο αγωγού ΕΥΔΑΠ = 200 m

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Καταναλώσεις

Νέο δίκτυο  Νερό μόνο προς πόση, προσωπική υγιεινή και κατανάλωση στα κυλικεία

| Περιγραφή | Ειδική κατανάλωση (L/d) | Ατομα | Ημερήσια κατανάλωση (m ³) | Ώρες (h) | Μέση ωριαία κατανάλωση (m ³ /h) | Μέγιστη ωριαία κατανάλωση (L/s) |
|---------------------------------|-------------------------|-------|---------------------------------------|----------|--------------------------------------------|---------------------------------|
| Φοιτητές με παραμονή έως 4 ώρες | 5 | 7500 | 37,5 | 4 | 9,4 | 2,6 |
| Φοιτητές με παραμονή έως 8 ώρες | 10 | 7500 | 75 | 8 | 9,4 | 2,6 |
| Προσωπικό με παραμονή 8 ώρες | 15 | 1500 | 22,5 | 8 | 2,8 | 0,8 |
| Γεύματα | 30 | 3000 | 90 | 8 | 11,3 | 3,1 |
| Σύνολο | | | 225 | | 32,8 | 9,1 |

Καταναλώσεις ορισμένων εργαστηρίων  Συνυπολογίστηκαν και διαμοιράστηκαν στο σύνολο

Στο εστιατόριο παρασκευάζονται 3000 γεύματα ημερησίως με ειδική κατανάλωση 30 L/γεύμα

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Στιγμαϊές καταναλώσεις δικτύων 1 και 2

| ΔΙΚΤΥΟ 1 | | |
|-------------------------------------------|--------|-------------------------|
| Όνομασία κτηρίου | Κόμβος | Στιγμαϊά κατανάλωση L/s |
| Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας | 81 | 0,01 |
| Εργαστήριο Ηχοτεχνίας | 80 | 0,01 |
| Κτήριο Θεογάρη Πτέρυγα Α | 71 | 0,01 |
| Κτήριο Θεογάρη Πτέρυγα Β | 70 | 0,01 |
| Κτήριο Θεογάρη Αντοχή Υλικών | 67 | 0,18 |
| Κτήριο Υδραυλικής | 83 | 0,05 |
| Εργαστήριο Λιμενικών Έργων | 73 | 0,03 |
| Κτήρια Πολιτικών Μηχανικών | 76 | 0,29 |
| Νέα Αμφιθέατρα Σχολής Πολιτικών Μηχανικών | 76 | 0,06 |
| Σύνολο | | 0,65 |

| ΔΙΚΤΥΟ 2 | | |
|--------------------------------|--------|-------------------------|
| Όνομασία κτηρίου | Κόμβος | Στιγμαϊά κατανάλωση L/s |
| Κτήριο Μηχανολόγων Μηχανικών | 13 | 0,77 |
| Κτήριο Υπολογιστών | 11 | 0,11 |
| Κτήριο Ηλεκτρολόγων Α Φάση | 12 | 0,11 |
| Κτήριο Ηλεκτρολόγων Β Φάση | 6 | 0,22 |
| Θωμαΐδειο | 20 | 0,01 |
| Κτήριο Διοίκησης | 23 | 0,04 |
| Οικονομικές Υπηρεσίες | 23 | 0,02 |
| ΕΠΙΣΕΥ | 23 | 0,003 |
| Νέο Κτήριο Ηλεκτρολόγων Γ Φάση | 14 | 0,14 |
| Νέο Κτήριο Ηλεκτρολόγων Δ Φάση | 15 | 0,14 |
| Μελλοντική ανοικοδόμηση Α | 12 | 0,28 |
| Μελλοντική ανοικοδόμηση Β | 6 | 0,28 |
| Σύνολο | | 2,12 |

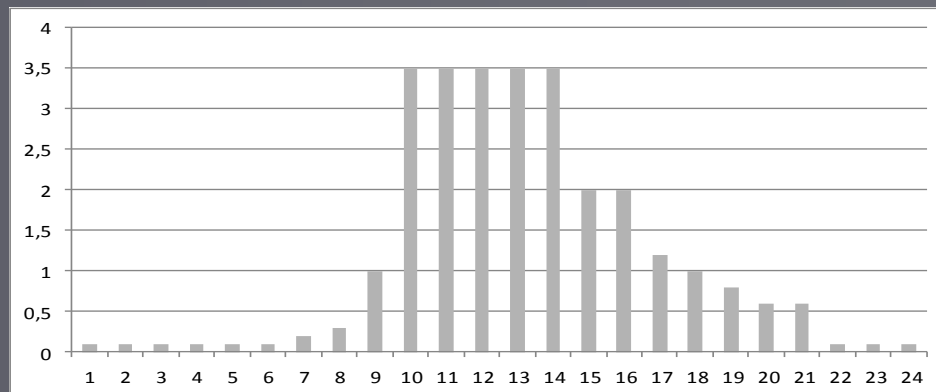
Πολύ χαμηλές δεδομένων των αναγκών που καλύπτουν

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

ΔΙΚΤΥΟ 3

| Όνομασία κτηρίου | Κόμβος | Στιγμαϊαία κατανάλωση L/s |
|----------------------------------|--------|---------------------------|
| Κτήριο Τοπογράφων - Κτήριο Α | 27 | 0,246 |
| Κτήριο Τοπογράφων - Κτήριο Β | 30 | 0,125 |
| Κτήριο Τοπογράφων - Κτήριο Γ | 28 | 0,053 |
| Νέο Κτήριο ΣΕΜΦΕ | 64 | 0,108 |
| Κτήριο Μεταλλειολόγων και ΗΜΜΥ | 34 | 0,717 |
| Κτήριο Χημικών - Συλλέκτης Α | 45 | 0,344 |
| Κτήριο Χημικών - Συλλέκτης Β | 47 | 0,344 |
| Κτήριο Χημικών - Συλλέκτης Γ | 48 | 0,344 |
| Κτήριο Εργαστηρίων Ναυπηγικής | 41 | 0,057 |
| Κτήριο Εργαστηρίων Κ Μηχανολόγων | 40 | 0,010 |
| Κτήριο Εργαστηρίων Λ Μηχανολόγων | 39 | 0,026 |
| Εστιατόριο | 49 | 3,130 |
| ΚΕΔ | 61 | 0,001 |
| Γραφεία συλλόγων | 61 | 0,002 |
| Βιβλιοπωλείο | 61 | 0,002 |
| Χορευτικό | 61 | 0,002 |
| Χορευτικό - Νέα πτέρυγα | 61 | 0,001 |
| Στούντιο Μουσικής | 61 | 0,004 |
| Βιβλιοθήκη | 62 | 0,128 |
| Κτήριο Γενικών Εδρών | 52 | 0,545 |
| Νέα Πτέρυγα Κ Κτηρίου Φυσικής | 54 | 0,009 |
| Κτήριο Φυσικής | 63 | 0,039 |
| Παιδικός Σταθμός | 55 | 0,002 |
| Λεβητοστάσιο | 55 | 0,006 |
| Νέο Κτήριο Ναυπηγών | 42 | 0,104 |
| Σύνολο | | 6,35 |

← Στιγμαϊαίες καταναλώσεις δικτύου 3



Διακύμανση κατανάλωσης (ωριαίοι συντελεστές)

Ώρες αιχμής 10:00 πμ – 14:00 μμ

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Στοιχεία δικτύου

3 διαφορετικά δίκτυα λόγω τοπογραφίας → Ξεχωριστή επίλυση

Αγωγοί HDPE 3ης Γενιάς DN 90 mm και PN 12.5 atm

Θεωρήθηκε $k_s = 1.0 \text{ mm}$

- Οικονομικοί
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Ανθεκτικοί στην οξείδωση και σε άλλες χημικές δράσεις,
- Λείο τοίχωμα (μικρό k_s)
- Μικρό λόγο βάρους/αντοχής
- Μειωμένες διαρροές (μεγάλα τεμάχια, λιγότερες και ανθεκτικότερες συνδέσεις)
- Η θραύση τους δεν παρουσιάζει εκτεταμένες ρωγμές όπως στους σωλήνες από PVC ενώ έχουν ελαστικότητα και καλή συμπεριφορά σε σεισμικές δράσεις.

Συνολικό μήκος των αγωγών 6520.76 m



Μήκος Δικτύου 1: 1621.48 m

Μήκος Δικτύου 2: 1864.03 m

Μήκος Δικτύου 3: 3035.25 m

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Σκάμμα τοποθέτησης αγωγών

➔ Βάθος = 1 m

➔ Πλάτος = 0.80 m

0.20 m εξυγίανση εδάφους

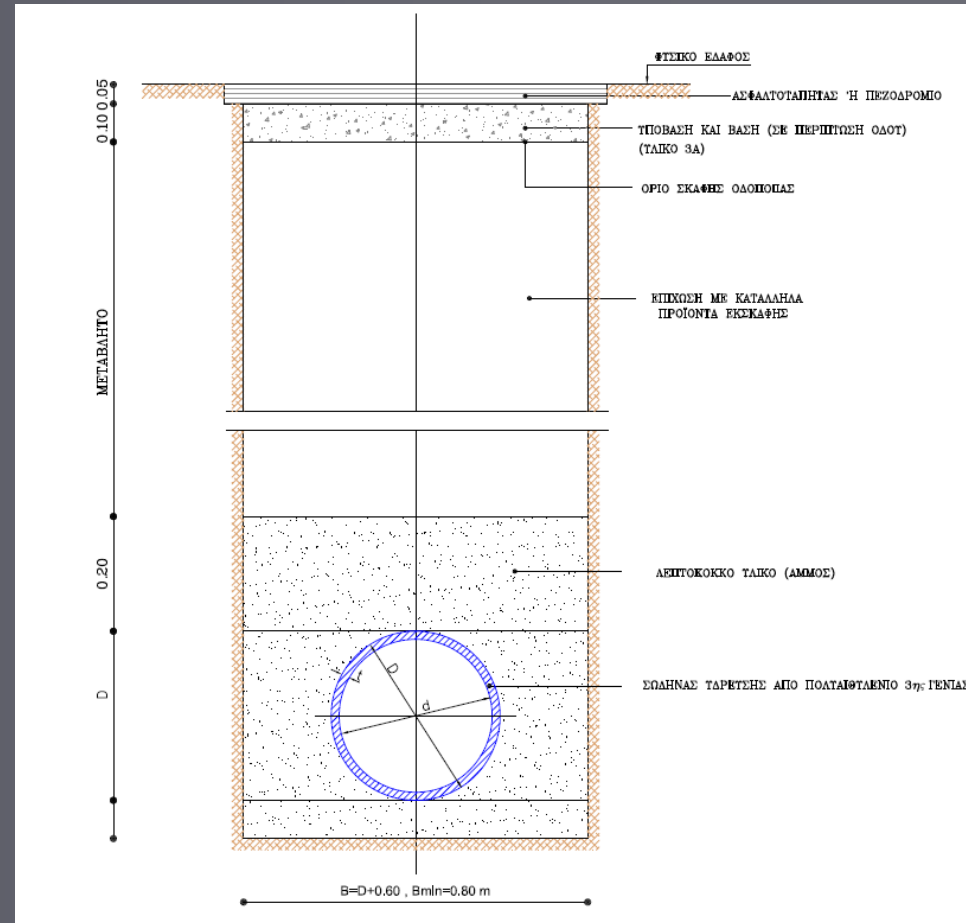
Επίχωση σε άμμο λατομείου 0.40 m

Επικάλυψη με θραυστό υλικό 0.30 m

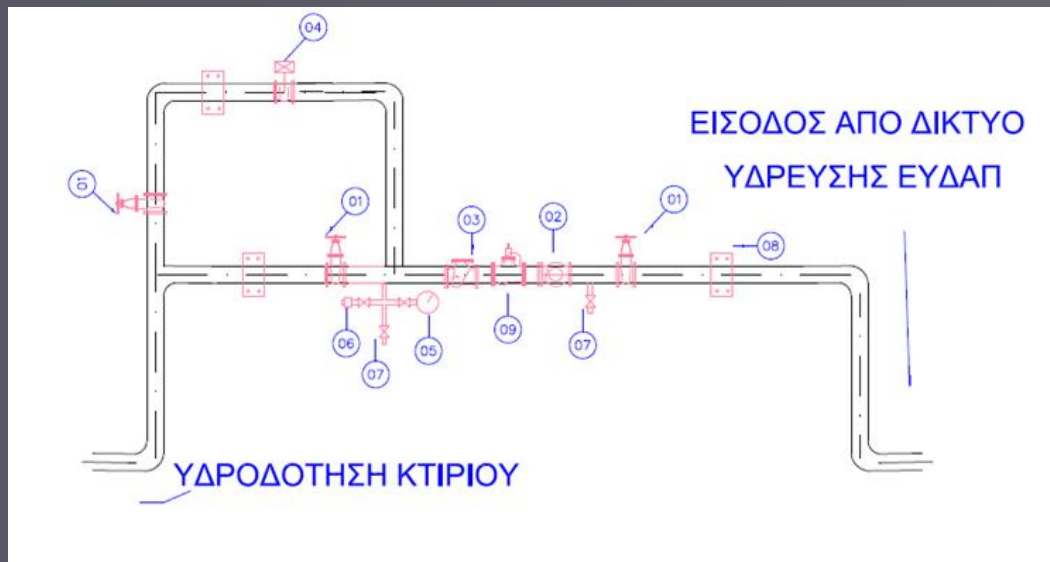
Πίεση ΕΥΔΑΠ 1-12 bar

Κατηγορία III τιμολογίου της ΕΥΔΑΠ

Χρέωση 0.9972 €/m³



Διαστασιολόγηση νέου δικτύου



Υδροδότηση κτιρίων

| | |
|----|--------------------------------------|
| 09 | ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ-ΜΕΙΩΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ 2-5 ATM |
| 08 | ΣΤΗΡΙΓΜΑ ΣΩΛΗΝΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΚΑΙ ΔΑΚΤΥΛΙΟ |
| 07 | ΒΑΝΑ BV 1/2" |
| 06 | ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΙΚΟΣ |
| 05 | ΜΑΝΟΜΕΤΡΟ 0-16 ATM |
| 04 | ΒΑΝΑ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΑ |
| 03 | ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΒΑΝΑ |
| 02 | ΠΑΡΟΧΟΜΕΤΡΟ |
| 01 | ΒΑΝΑ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ Ή ΣΦΑΙΡΙΚΗ |
| | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ |

Προσοχή στα υφιστάμενα δίκτυα

Παροχόμετρα → Σύνδεση με σύστημα παρακολούθησης → Συλλογή δεδομένων → Έρευνα

Σύνδεση με κτίρια → Εξωτερικά Ειδικά τεμάχια επικάλυψης αγωγών για προστασία

→ Αναδιάταξη και επισκευές εσωτερικών δικτύων των κτιρίων

Εναλλακτικά τοποθέτηση εξωτερικών κρηνών

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

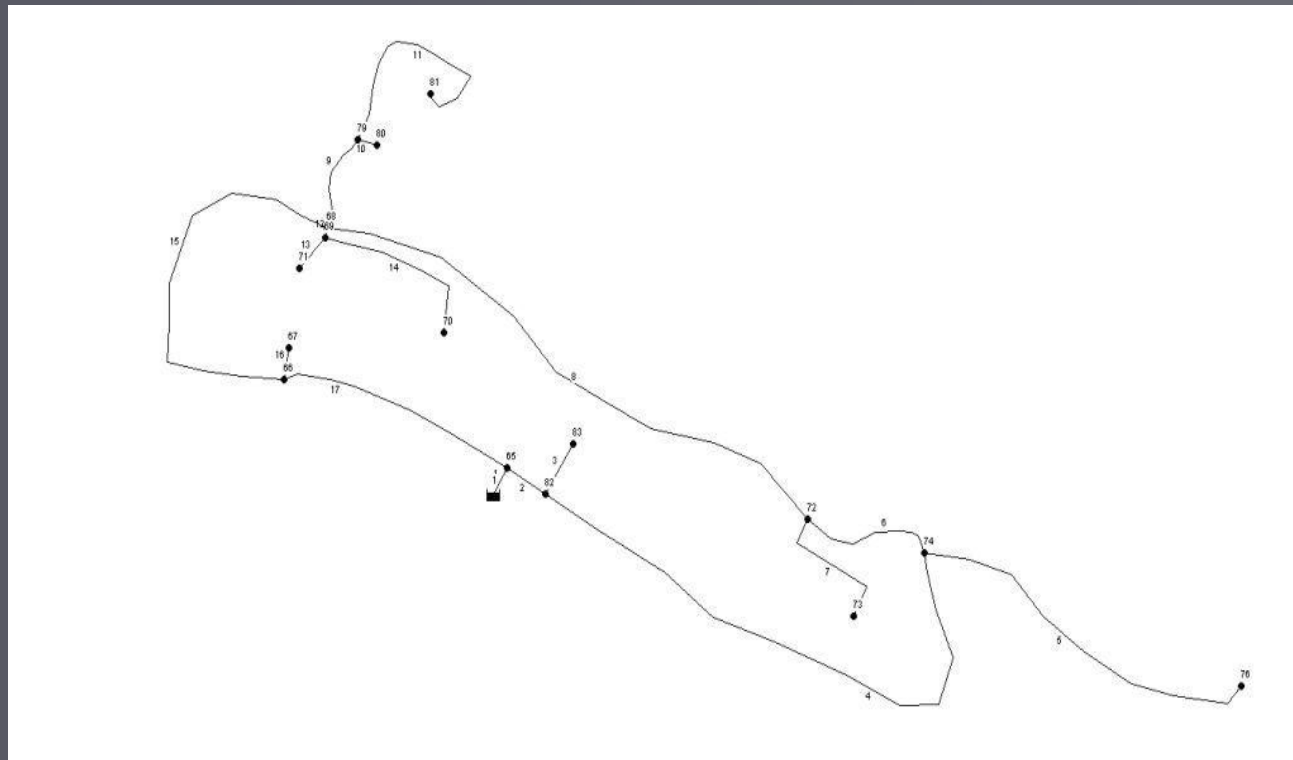
Προσομοίωση του δικτύου

Επίλυση με θεώρηση σταθερής κατάστασης (steady state)

Υπολογισμών γραμμικών απωλειών Darcy-Weisbach

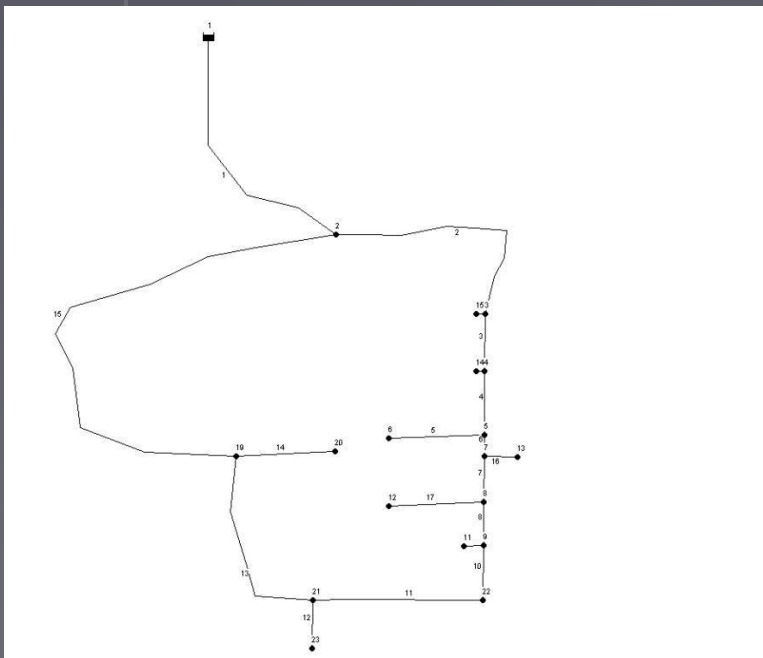
Μονάδα μέτρησης παροχών L/s

Σχηματική απεικόνιση δικτύου 1

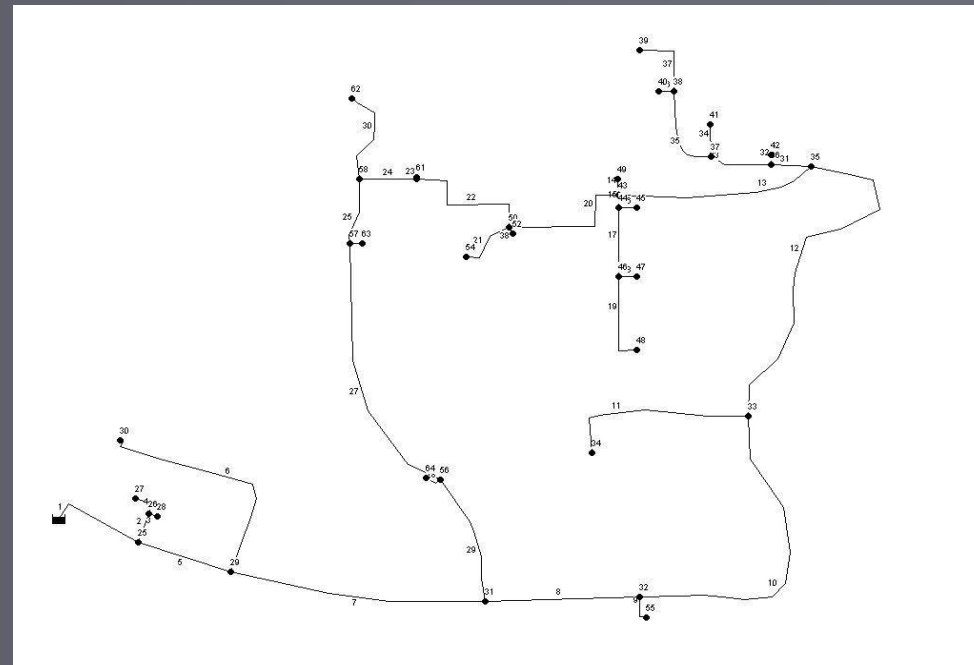


Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Σχηματική απεικόνιση δικτύου 2



Σχηματική απεικόνιση δικτύου 3



Χαρακτηριστικά αγωγών και κόμβων δικτύου 1

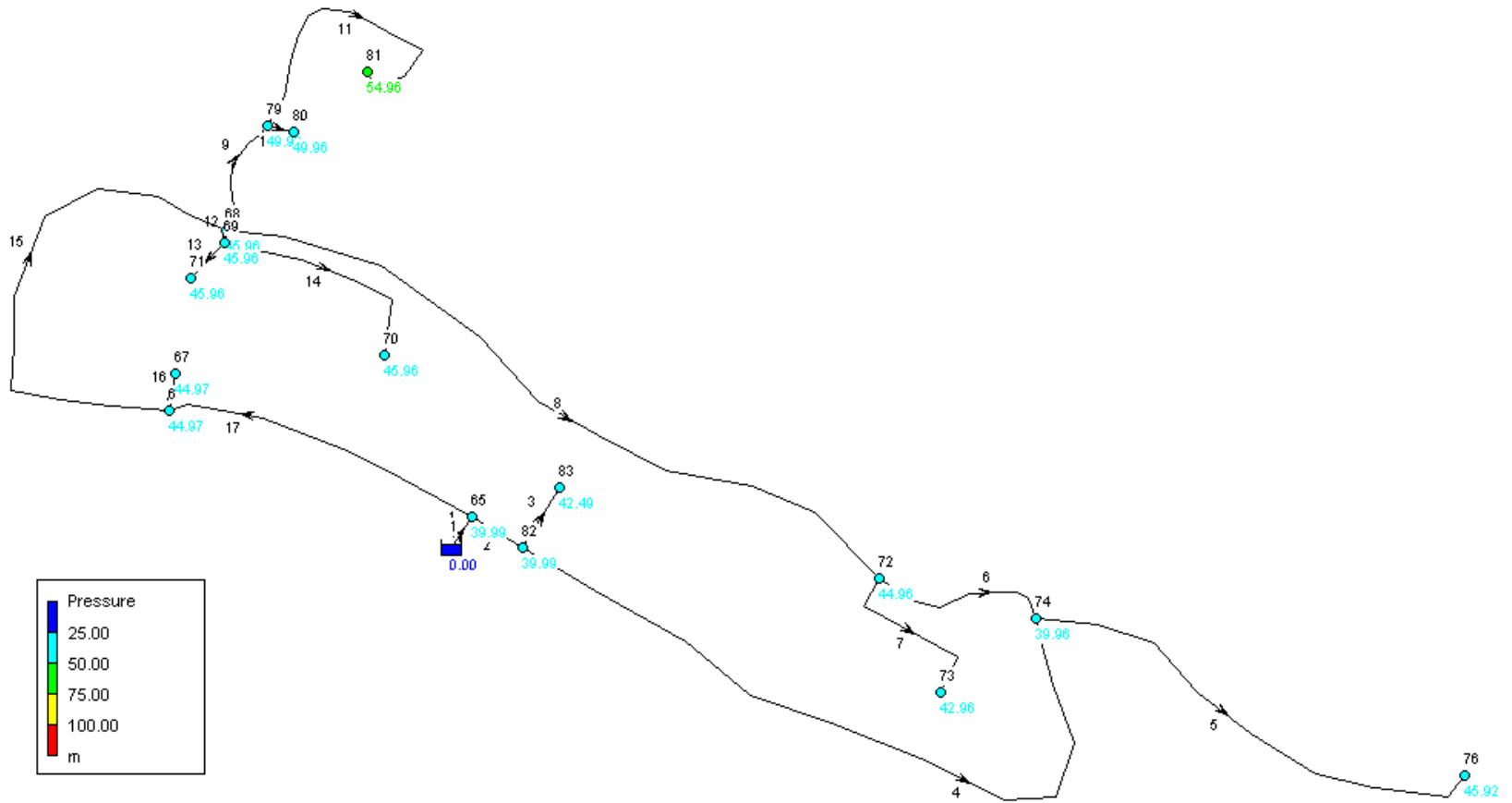
| Κόμβος | Υψόμετρο (m) | Ζήτηση (L/s) | Απαιτούμενη πίεση (m) | Πίεση (m) |
|--------|--------------|--------------|-----------------------|-----------|
| 81 | 160 | 0,01 | 16 | 54,97 |
| 80 | 165 | 0,01 | 13 | 49,96 |
| 71 | 169 | 0,01 | 26 | 45,96 |
| 70 | 169 | 0,01 | 26 | 45,96 |
| 67 | 169 | 0,18 | 26 | 44,97 |
| 83 | 169 | 0,05 | 26 | 42,49 |
| 73 | 169 | 0,03 | 26 | 42,96 |
| 76 | 169 | 0,35 | 34 | 45,92 |

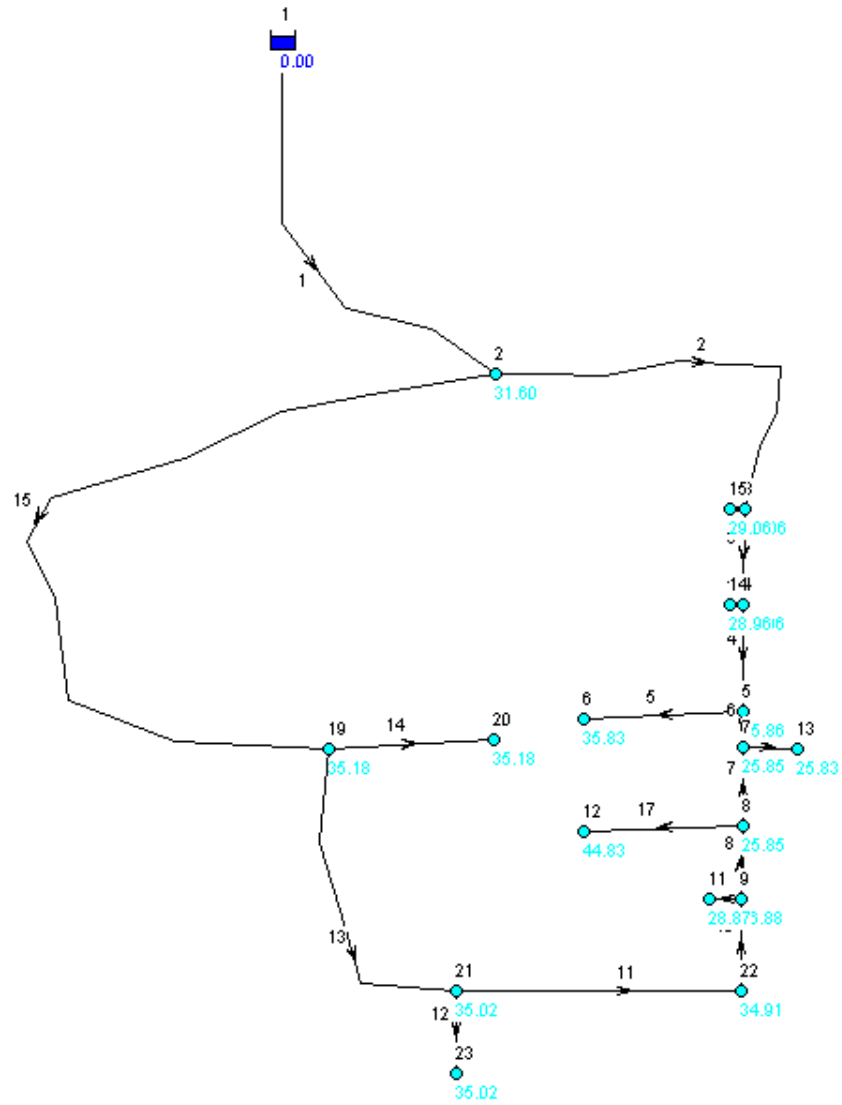
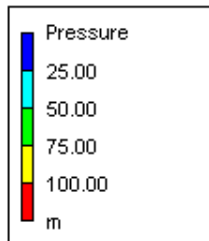
Χαρακτηριστικά αγωγών και κόμβων δικτύου 2

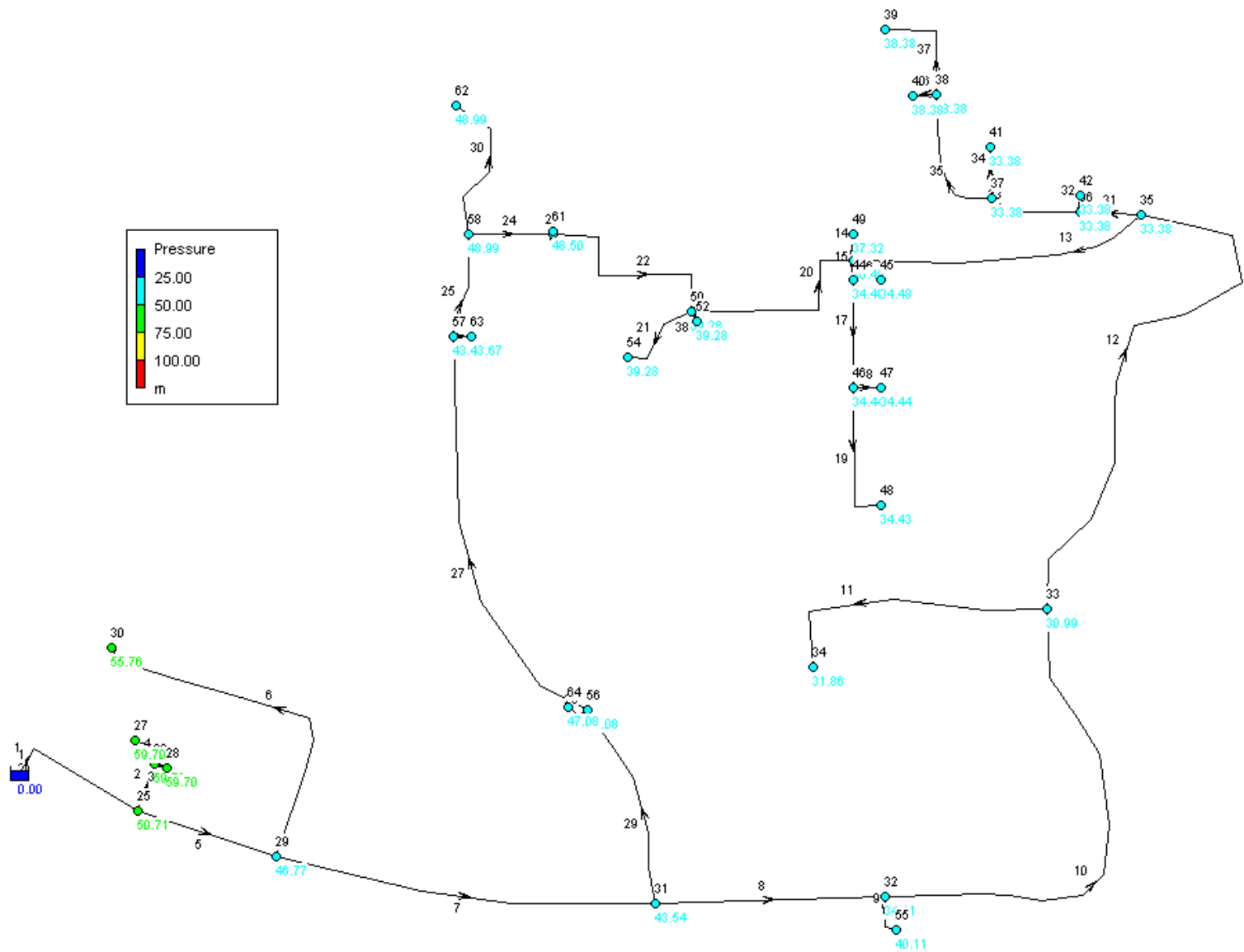
| Κόμβος | Υψόμετρο (m) | Ζήτηση (L/s) | Απαιτούμενη πίεση (m) | Πίεση (m) |
|--------|--------------|--------------|-----------------------|-----------|
| 13 | 187 | 0,77 | 24 | 25,83 |
| 11 | 184 | 0,11 | 28 | 28,87 |
| 6 | 177 | 0,50 | 26 | 35,83 |
| 20 | 178 | 0,01 | 21 | 35,18 |
| 23 | 178 | 0,06 | 21 | 35,02 |
| 14 | 184 | 0,14 | 26 | 28,96 |
| 15 | 184 | 0,14 | 26 | 29,06 |
| 12 | 168 | 0,39 | 26 | 44,83 |

Χαρακτηριστικά αγωγών και κόμβων δικτύου 3

| Κόμβος | Υψόμετρο (m) | Ζήτηση (L/s) | Απαιτούμενη πίεση (m) | Πίεση (m) |
|--------|--------------|--------------|-----------------------|-----------|
| 27 | 186 | 0,25 | 32 | 59,7 |
| 30 | 186 | 0,13 | 32 | 55,76 |
| 28 | 186 | 0,05 | 32 | 59,7 |
| 64 | 183 | 0,11 | 16 | 47,08 |
| 34 | 195 | 0,72 | 32 | 31,86 |
| 45 | 190 | 0,34 | 32 | 34,84 |
| 47 | 190 | 0,34 | 32 | 34,44 |
| 48 | 190 | 0,34 | 32 | 34,43 |
| 41 | 192 | 0,06 | 30 | 33,38 |
| 40 | 187 | 0,01 | 24 | 38,38 |
| 39 | 187 | 0,03 | 24 | 38,38 |
| 49 | 187 | 3,13 | 24 | 37,32 |
| 61 | 178 | 0,01 | 14 | 48,5 |
| 62 | 178 | 0,13 | 37 | 48,99 |
| 52 | 186 | 0,54 | 34 | 39,28 |
| 54 | 186 | 0,01 | 18 | 39,28 |
| 63 | 184 | 0,04 | 21 | 43,67 |
| 55 | 190 | 0,12 | 38 | 40,11 |
| 42 | 192 | 0,01 | 30 | 33,38 |







Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

Με χρήση των εξωτερικών κρηνών οι απαιτήσεις σε πίεση θα είναι πολύ χαμηλότερες

→ Χρήση μικρότερων διαμέτρων αγωγών και ονομαστικής πίεσης → Μικρότερο κόστος

Στην περίπτωση των κρηνών → Ελάχιστη απαιτούμενη πίεση 4 m

Κόστος αγωγών διαφόρων διαμέτρων (για μήκος 6520.76 m)

- Σωλήνες πολυαιθυλενίου 3ης γενιάς (HDPE) διαμέτρου 90 mm και ονομαστικής πίεσης PN 12.5 atm :
 $6520,76 \text{ m} * 9,10 \text{ €/m} = 59339 \text{ €}$
- Σωλήνες πολυαιθυλενίου 3ης γενιάς (HDPE) διαμέτρου 90 mm και ονομαστικής πίεσης PN 10 atm:
 $6520,76 \text{ m} * 7,60 \text{ €/m} = 49558 \text{ €}$
- Σωλήνες πολυαιθυλενίου 3ης γενιάς (HDPE) διαμέτρου 63 mm και ονομαστικής πίεσης PN 12.5 atm:
 $6520,76 \text{ m} * 5.3 \text{ €/m} = 34560 \text{ €}$
- Σωλήνες πολυαιθυλενίου 3ης γενιάς (HDPE) διαμέτρου 63 mm και ονομαστικής πίεσης PN 10 atm:
 $6520,76 \text{ m} * 4,60 \text{ €/m} = 29995 \text{ €}$

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

| Κόμβος | Πίεση (m) | | | |
|--------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | DN 90 mm, PN 12.5atm | DN 90 mm, PN 10atm | DN 63 mm, PN 12.5atm | DN 63 mm, PN 10atm |
| 81 | 54,97 | 29,97 | 54,75 | 29,79 |
| 80 | 49,96 | 24,97 | 49,75 | 24,79 |
| 71 | 45,96 | 20,97 | 45,75 | 20,79 |
| 70 | 45,96 | 20,97 | 45,75 | 20,79 |
| 67 | 44,97 | 19,97 | 44,79 | 19,82 |
| 83 | 42,49 | 17,49 | 42,42 | 17,43 |
| 73 | 42,96 | 17,96 | 42,71 | 17,76 |
| 76 | 45,92 | 20,93 | 45,49 | 20,57 |

| Κόμβος | Πίεση (m) | | | |
|--------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | DN 90 mm, PN 12.5atm | DN 90 mm, PN 10atm | DN 63 mm, PN 12.5atm | DN 63 mm, PN 10atm |
| 13 | 25,83 | 1,18 | 13,61 | -9,07 |
| 11 | 28,87 | 4,22 | 16,93 | -5,8 |
| 6 | 35,83 | 11,18 | 23,63 | 0,95 |
| 20 | 35,18 | 10,47 | 24,93 | 1,88 |
| 23 | 35,02 | 10,34 | 23,88 | 1 |
| 14 | 28,96 | 4,29 | 17,45 | -5,36 |
| 15 | 29,06 | 4,37 | 18,15 | -4,78 |
| 12 | 44,83 | 20,18 | 32,67 | 9,98 |

| Κόμβος | Πίεση (m) | | | |
|--------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | DN 90 mm, PN 12.5atm | DN 90 mm, PN 10atm | DN 63 mm, PN 12.5atm | DN 63 mm, PN 10atm |
| 27 | 59,7 | 30,4 | | |
| 30 | 55,76 | 27,1 | | |
| 28 | 59,7 | 30,4 | | |
| 64 | 47,08 | 20,32 | | |
| 34 | 31,86 | 5,62 | | |
| 45 | 34,84 | 8,63 | | |
| 47 | 34,44 | 8,59 | | |
| 48 | 34,43 | 8,58 | | |
| 41 | 33,38 | 7,38 | | |
| 40 | 38,38 | 12,38 | | |
| 39 | 38,38 | 12,38 | | |
| 49 | 37,32 | 11,5 | | |
| 61 | 48,5 | 22,32 | | |
| 62 | 48,99 | 22,73 | | |
| 52 | 39,28 | 13,3 | | |
| 54 | 39,28 | 13,3 | | |
| 63 | 43,67 | 17,3 | | |
| 55 | 40,11 | 13,34 | | |
| 42 | 33,38 | 7,38 | | |

Πολύ υψηλές αρνητικές πιέσεις

Πολύ υψηλές αρνητικές πιέσεις

Διαστασιολόγηση νέου δικτύου

| ΔΙΚΤΥΟ | ΛΥΣΕΙΣ | | | | | | | |
|--------|--------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | Υδροδότηση κτιρίων | | | | Εξωτερικές Κρήνες | | | |
| | DN 90, PN 12.5 | DN 90, PN 10 | DN 63, PN 12.5 | DN 63, PN 10 | DN 90, PN 12.5 | DN 90, PN 10 | DN 63, PN 12.5 | DN 63, PN 10 |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |

➔ Για το δίκτυο 1, για την περίπτωση που επιλεγεί η απευθείας υδροδότηση των κτιρίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σωλήνες HDPE διαμέτρου 90 ή 63 mm και ονομαστικής πίεσης 12.5 atm, ενώ στην περίπτωση της εγκατάστασης εξωτερικών κρηνών μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σωλήνας διαμέτρου 63 mm και PN 10 atm.

➔ Για τα δίκτυα 2 και 3, στην περίπτωση της απευθείας υδροδότησης των κτιρίων θα χρησιμοποιηθούν σωλήνες διαμέτρου 90 mm και PN 12.5 atm, ενώ στην περίπτωση των εξωτερικών κρηνών μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σωλήνες διαμέτρου 90 mm και PN 10 atm.

Εναλλακτικές λύσεις παροχής πόσιμου νερού

Εναλλακτικές λύσεις παροχής πόσιμου νερού

Τοποθέτηση φίλτρων

Χρήση του υφιστάμενου δικτύου για παροχή νερού

Το νερό εντός ορίων κανονισμών

Επιβάρυνση



Μη ικανοποίηση των καταναλωτών κατά την πόση



Οφείλεται στην κατάσταση του δικτύου και όχι στις γεωτρήσεις

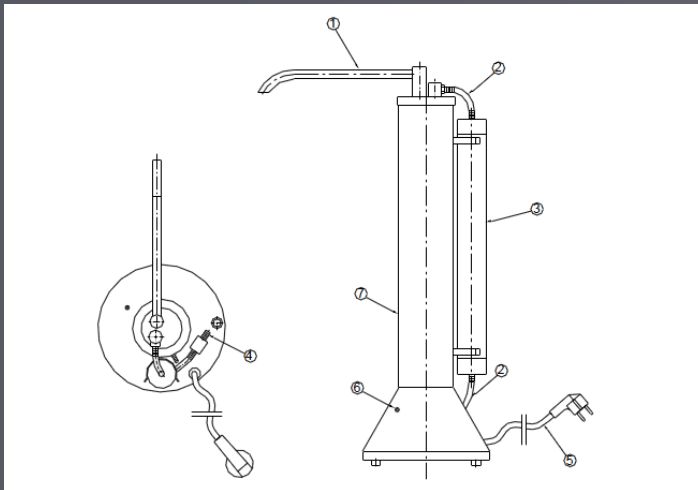
Διασπορά αιωρούμενων σωματιδίων



Θολότητα



Φίλτρο αιωρούμενων και ενεργού άνθρακα για αποχλωρίωση και τελική προληπτική απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία



Επιτραπέζιο φίλτρο πόσιμου νερού (Πηγή www.alarco.gr)



Φίλτρο πόσιμου νερού Home Carbon – UV (Πηγή www.temak.gr)

Εναλλακτικές λύσεις παροχής πόσιμου νερού

Φίλτρο κυτταρίνης-ενεργού άνθρακα και λυχνία υπεριώδους ακτινοβολίας



Αφαιρούνται σωματίδια, οσμές, χλώριο και οργανικά, ενώ ταυτόχρονα αποστειρώνεται από τυχόν μικρόβια και μικροοργανισμούς.

Είσοδος



Αρχικό φίλτρο ενεργού άνθρακα



Τελικά φίλτρα πολυπροπυλενίου



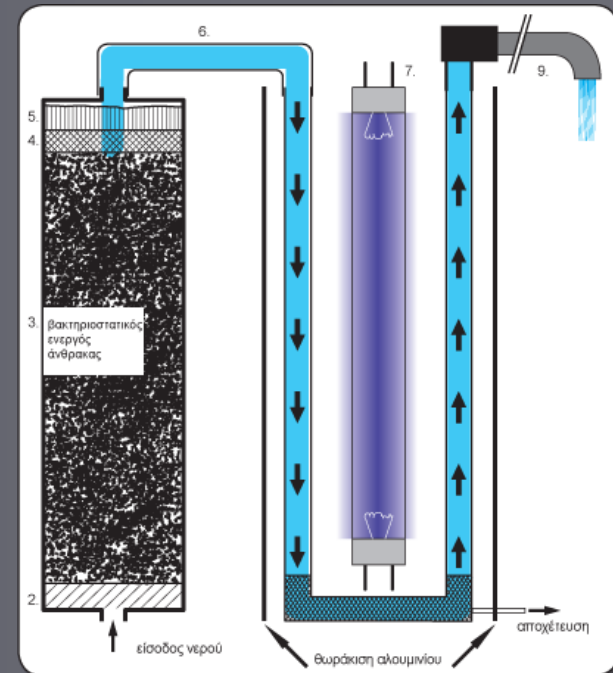
Θάλαμος αποστείρωσης



Έξοδος

Ο βακτηριοστατικός ενεργός άνθρακας κατακρατά επικίνδυνες χημικές ενώσεις και δεν επιτρέπει την ανάπτυξη μικροοργανισμών μετά την αφαίρεση του χλωρίου.

Μέσω της διαδρομής το νερό Εκτίθεται στην μικροβιοκτόνο δράση της λυχνίας αποστείρωσης και εξέρχεται από το φίλτρο εντελώς καθαρό και αποστειρωμένο



Τρόπος λειτουργίας ενός τυπικού οικιακού φίλτρου ενεργού άνθρακα-UV (Πηγή www.alarco.gr)

Εναλλακτικές λύσεις παροχής πόσιμου νερού

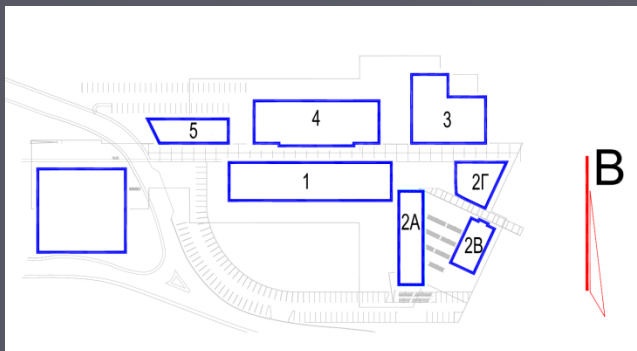
Κόστος αγοράς φίλτρων → 200-400 €

Κόστος συντήρησης → 10-30 € Αντικατάσταση φύσιγγας κάθε 2-3 μήνες

→ 50-100 € Αντικατάσταση λάμπας UV κάθε χρόνο

Παροχή φίλτρων → 300-500 L/h

Εκτίμηση απαιτούμενων φίλτρων με βάση τα Νέα κτίρια των Πολιτικών Μηχανικών
Μελέτη των αρχιτεκτονικών σχεδίων όλων των κτιρίων



- Κτίριο 1: Αίθουσες διδασκαλίας
- Κτίριο 2A: Γραμματεία και γραφεία
- Κτίριο 2B: Αίθουσα εκδηλώσεων, Βιβλιοθήκη
- Κτίριο 2Γ: Αμφιθέατρα
- Κτίριο 3: Εργαστήρια Σιδηρών Κατασκευών και γραφεία
- Κτίριο 4: Τομέας Γεωτεχνικής, εργαστήρια, γραφεία
- Κτίριο 5: Τομέας Δομοστατικής, γραφεία

Εναλλακτικές λύσεις παροχής πόσιμου νερού

Τοποθέτηση φίλτρων



Ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις (κουζίνες)

Όχι σε τουαλέτες

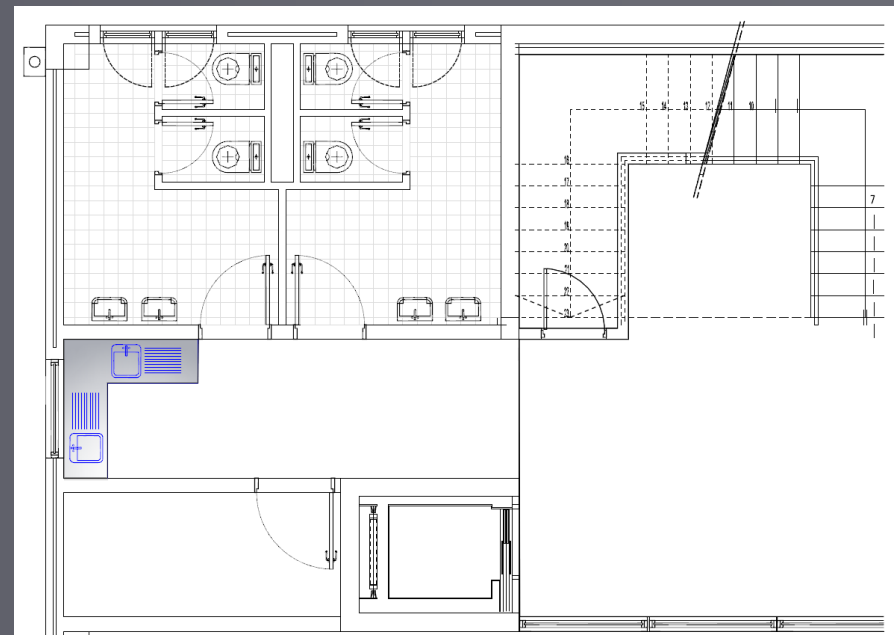
Σε νέες εκμεταλλεόμενοι τις υδραυλικές εγκαταστάσεις των κτιρίων

| | Αριθμός φίλτρων |
|-----------|-----------------|
| Κτίριο 1 | 10 |
| Κτίριο 2Α | 6 |
| Κτίριο 2Β | 2 |
| Κτίριο 2Γ | 4 |
| Κτίριο 3 | 6 |
| Κτίριο 4 | 4 |
| Κτίριο 5 | 5 |

Σε σύνολο 9995 m²



37 φίλτρα



Στο σύνολο της Πολυτεχνειούπολης συνολικά περί τα 800 φίλτρα

Εναλλακτικές λύσεις παροχής πόσιμου νερού

Θολότητα + Υψηλή θερμοκρασία → Χρήση ψυκτών νερού και ψυκτών δικτύου

Ψύκτες εμφιαλωμένου νερού

- Εφαρμόζεται σε ορισμένους χώρους
- Εμφιαλωμένο νερό που ψύχεται πριν την έξοδο
- Σημαντική η συντήρηση των ψυκτών

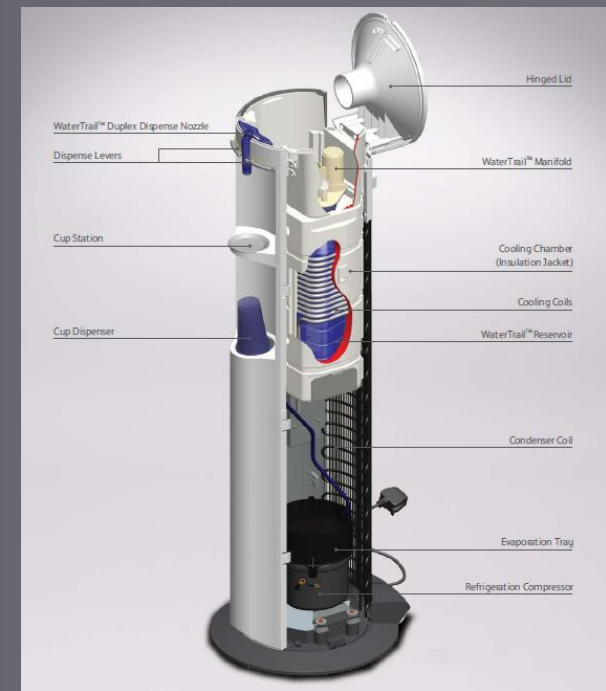
Κατά την Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία, οι ψύκτες νερού πρέπει να συντηρούνται υγειονομικά κάθε τέσσερις μήνες

Φιάλες των 10 και 18.9 L → 50-90 ποτήρια νερό

Διάθεση συνήθως δωρεάν με τη μορφή χρησιδανείου

Χρέωση → Φιάλες 6-12 € 100 άτομα 50 φιάλες μηνιαίως

→ Συντήρηση 60-100 € ετησίως



(Πηγή www.ebacwatercoolers.com)

Εναλλακτικές λύσεις παροχής πόσιμου νερού

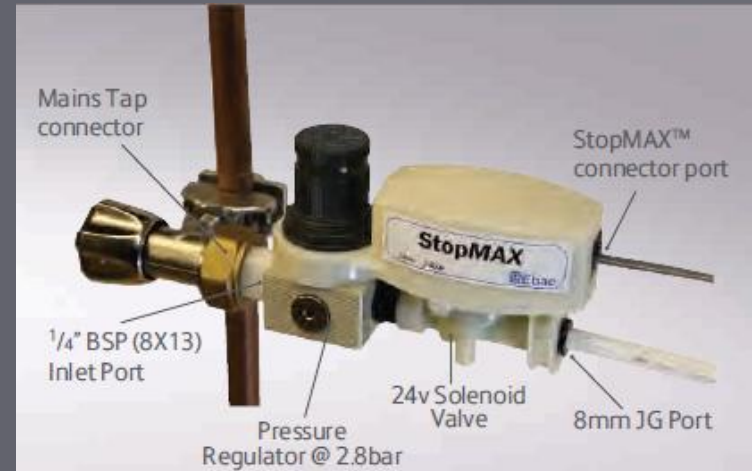
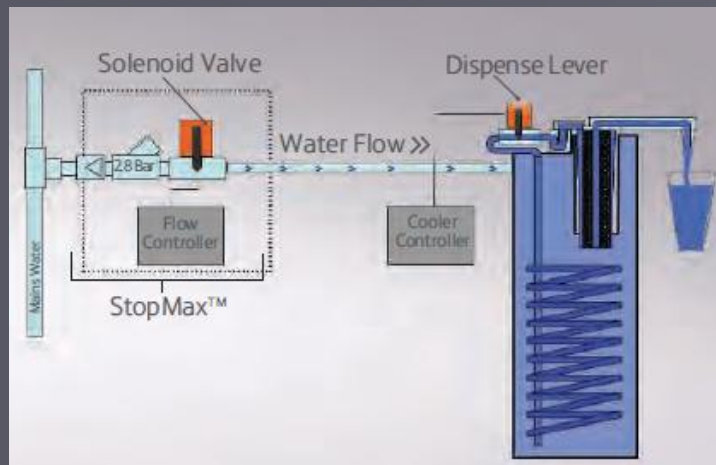
Ψύκτες δικτύου

Ειδικές συσκευές που χρησιμοποιούν το νερό του δικτύου και εφαρμόζουν εύκολα στις υπάρχουσες υδραυλικές εγκαταστάσεις των κτιρίων.

Φίλτραση με ενεργό άνθρακα →

Κατακρατούνται σωματίδια από τις σωληνώσεις του δικτύου (σκόνη, άμμος, σκουριά κλπ), σταθεροποιείται το pH και η γεύση του νερού ενώ ταυτόχρονα μέσω ειδικών μεμβρανών κατακρατούνται διάφορες επικίνδυνες χημικές ουσίες

Απολύμανση της συσκευής και αντικατάσταση των φίλτρων κάθε έξι μήνες



Εναλλακτικές λύσεις παροχής πόσιμου νερού

Κόστος αγοράς ψυκτών → 0- 1000 € Μηδενικό κόστος αγοράς σε περίπτωση χρησιδανείου

Κόστος συντήρησης → 150- 400 €

Λύση

Ψύκτες εμφιαλωμένου νερού σε χώρους γραφείων

Ψύκτες δικτύου σε αμφιθέατρα και χώρους διδασκαλίας

Εκτίμηση απαιτούμενων ψυκτών με βάση τα Νέα κτίρια των Πολιτικών Μηχανικών

Μελέτη των αρχιτεκτονικών σχεδίων όλων των κτιρίων

Οι ψύκτες δικτύου θα τοποθετούνται σε διαδρόμους

Κάθε άτομο περί τα 3 ποτήρια την ημέρα

Ένας ψύκτης δικτύου ανά 50- 70 m²



(Πηγή www.rainbowgroup.gr και www.w-s.gr)

Εναλλακτικές λύσεις παροχής πόσιμου νερού

| Κτίριο | Αριθμός Ψυκτών Δικτύου | Αριθμός Ψυκτών Εμφιαλωμένου νερού |
|---------------|------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 12 | 0 |
| 2Α | 1 | 5 |
| 2Β | 1 | 0 |
| 2Γ | 4 | 0 |
| 3 | 1 | 6 |
| 4 | 1 | 6 |
| 5 | 1 | 6 |
| Σύνολο | 21 | 23 |

Απαιτούμενος αριθμός ψυκτών στα Νέα Κτίρια των Πολιτικών Μηχανικών



450 ψύκτες δικτύου και 160 ψύκτες εμφιαλωμένου νερού στο σύνολο της Πολυτεχνειούπολης

Ψύκτες εμφιαλωμένου νερού μόνο σε γραφεία



Απαιτούμενος αριθμός φιαλών με βάση εργαζομένους

Για αριθμό 1400 εργαζομένων



700 φιάλες το μήνα

Τεχνικοοικονομική Διερεύνηση

Τεχνικοοικονομική Διερεύνηση

Κόστος αγοράς-κατασκευής και κόστος συντήρησης και λειτουργίας κάθε λύσης

➡ Προσεγγιστική κοστολόγηση με σκοπό τη μεταξύ τους σύγκριση σε επίπεδα κόστους

ΛΥΣΗ 1η – ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΝΕΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Κοστολόγηση δικτύου με τιμές βάση των Ενιαίων τιμολογίων Υδραυλικών του ΥΠΕΧΩΔΕ

➡ Κόστος κατασκευής δικτύου

➡ Κόστος λειτουργίας με βάση τιμολόγια ΕΥΔΑΠ

Μήκος 6520.76 m

Αγωγοί HDPE ονομαστικής διαμέτρου 90 mm και ονομαστικής πίεσης 12.5 atm

Σκάμμα Βάθους 1 m και πλάτους 0.80 m

Διαμόρφωση εκ νέου της επιφάνειας του εδάφους (ασφαλτοστρώσεις, πεζοδρόμια)

Τοποθέτηση βανών αποκοπής κατά μήκος του δικτύου στα σημεία διακλαδώσεων

Τεχνικοοικονομική Διερεύνηση

| Περιγραφή εργασίας | Μονάδα μέτρησης | Τιμή μονάδας (€) | Ποσότητα | Μερικό Σύνολο |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|----------|---------------|
| Εκσκαφή ορυγμάτων υπογείων δικτύων σε έδαφος γαιώδες ή ημιβραχώδες με μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής | m ³ | 7 | 5220 | 36540 |
| Διάσπρωση και εγκιβωτισμός σωλήνων με άμμο λατομείου | m ³ | 9,8 | 1050 | 10290 |
| Επίχωση ορυγμάτων με θραυστό υλικό λατομείου της | m ³ | 9,2 | 2600 | 23920 |
| Σωληνώσεις από σκληρό πολυαιθυλένιο (HDPE) CE 100, τρίτης γενιάς, Ονομ. διαμέτρου DN 90 mm / ονομ. πίεσης PN 12.5 atm | m | 9,1 | 6520,76 | 59339 |
| Βάνες αποκοπής (δικλείδες) | τμχ. | 200 | 60 | 12000 |
| Αποξηλώσεις πεζοδρομίων και ασφαλτοστρώσεων | m ² | 15 | 5200 | 78000 |
| Αποκατάσταση πεζοδρομίων και ασφαλτοστρώσεων | m ² | 18,4 | 5200 | 95680 |
| Σύνολο | | | | 315769 |

Ετήσιο κόστος του παρεχόμενου νερού από την ΕΥΔΑΠ



ΕΜΠ στην κατηγορία III
0.9972 €/m³



80773 €

Πραγματικό κόστος μεγαλύτερο  Παραλείφθηκαν ορισμένες ειδικές συσκευές

Τεχνικοοικονομική Διερεύνηση

ΛΥΣΗ 2η – ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΦΙΛΤΡΩΝ ΣΤΙΣ ΕΞΟΔΟΥΣ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Κόστος της αγοράς και τοποθέτησης → 160000-320000 € ανάλογα με τον οίκο προέλευσης

Ετήσιες δαπάνες συντήρησης → 72000-176000 €

ΛΥΣΗ 3η – ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΨΥΚΤΩΝ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΨΥΚΤΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ

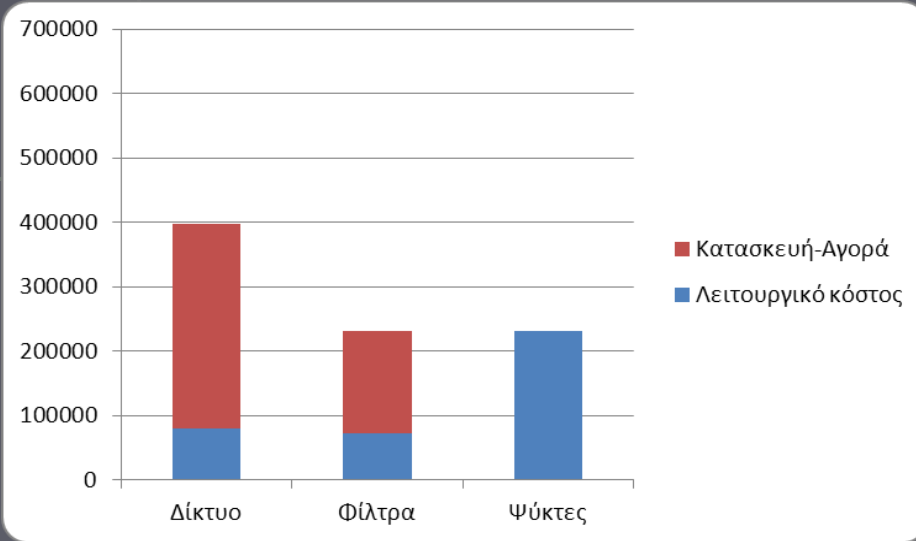
| ΨΥΚΤΕΣ | | | | | | |
|------------------|--------------|----------|-----------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | Εμφιαλωμένου | | Δικτύου | | | |
| | από | έως | από | έως | | |
| αγορά | 0 € | 0 € | 0 € | 450.000 € | 0 € | 450.000 € |
| συντήρηση | 9.600 € | 16.000 € | 180.000 € | 67.500 € | 189.600 € | 83.500 € |
| φιάλες | 42.000 € | 84.000 € | | | 42.000 € | 84.000 € |
| | | | | | min κόστος 1ου έτους | max κόστος 1ου έτους |
| | | | | | 231.600 € | 617.500 € |

Μεγαλύτερο κόστος αγοράς

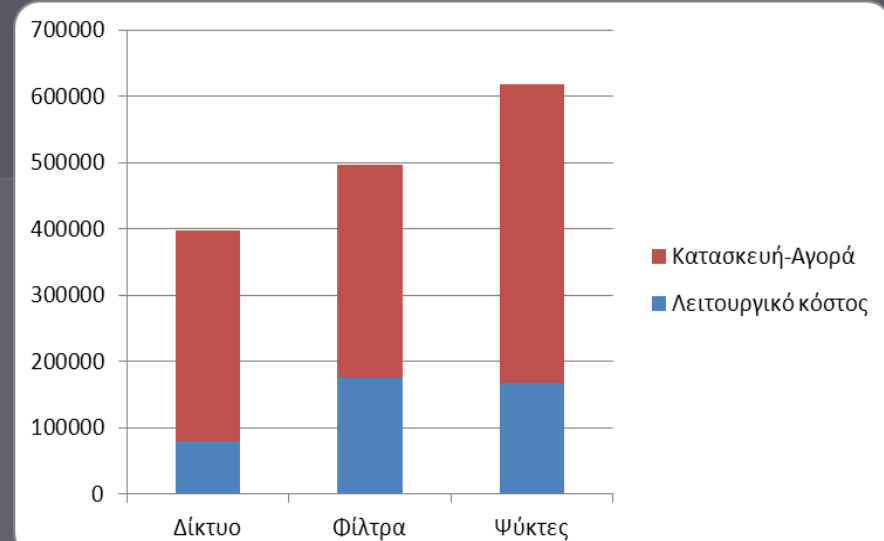


Μικρότερο κόστος συντήρησης

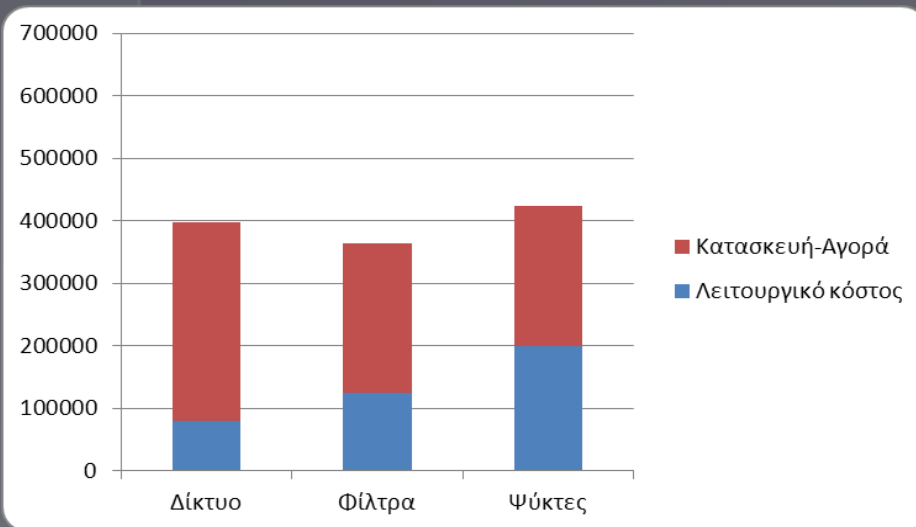
Δαπάνες 1^{ου} Έτους



Δαπάνες 1ου έτους με βάση τις χαμηλότερες διαθέσιμες τιμές



Δαπάνες 1ου έτους με βάση τις υψηλότερες διαθέσιμες τιμές



Δαπάνες 1ου έτους με βάση τις μέσες διαθέσιμες τιμές

Σφάλμα στη σύγκριση ➔ Διαφορετικών ειδών έργα

Διαφορετικός χρόνος ζωής

Διαφορετικές πιθανότητες φθορών

Ψύκτες και φίλτρα ➔ Κρυφά κόστη



Σύγκριση σε βάθος πενταετίας

Τεχνικοοικονομική Διερεύνηση

Συνολικές δαπάνες νέου δικτύου έως και το 5ο έτος

| ΝΕΟ ΔΙΚΤΥΟ | | |
|----------------------|------------------------------------------------------|------------------|
| | Κατασκευή | 316.000 € |
| Λειτουργικά έξοδα | 1ος χρόνος | 80.773 € |
| | 2ος χρόνος | 83.196 € |
| | 3ος χρόνος | 85.692 € |
| | 4ος χρόνος | 88.263 € |
| | 5ος χρόνος | 90.911 € |
| | Απρόβλεπτα | 31.600 € |
| | Σύνολο δαπανών έως και το 5ο έτος | 776.435 € |

- Ετήσια αύξηση τιμολογίου ΕΥΔΑΠ 3%
- Απρόβλεπτα κόστη (επισκευές, αποκαταστάσεις) 10% του αρχικού κόστους

5 χρόνια πολύ μικρό χρονικό διάστημα για μεγάλες και δαπανηρές αποκαταστάσεις σε έργα υποδομής

Συνολικές δαπάνες τοποθέτησης φίλτρων έως και το 5ο έτος

| ΦΙΛΤΡΑ | | | | |
|-------------------|------------------------------------------|--------------------|------------------|------------------|
| | | Υψηλή τιμή | Χαμηλή τιμή | Μέση τιμή |
| | | Αγορά | 320.000 € | 160.000 € |
| Λειτουργικά έξοδα | 1ος χρόνος | 176.000 € | 72.000 € | 124.000 € |
| | 2ος χρόνος | 181.280 € | 74.160 € | 127.720 € |
| | 3ος χρόνος | 186.718 € | 76.385 € | 131.552 € |
| | 4ος χρόνος | 192.320 € | 78.676 € | 135.498 € |
| | 5ος χρόνος | 198.090 € | 81.037 € | 139.563 € |
| | Απρόβλεπτα | 64.000 € | 64.000 € | 72.000 € |
| | Σύνολο δαπανών έως και το 5ο έτος | 1.318.408 € | 606.258 € | 970.333 € |

- Ετήσια αύξηση κόστους συντήρησης 3%
- Απρόβλεπτα κόστη (επισκευές, αποκαταστάσεις)

20% αρχικού κόστους → Υψηλότερες τιμές

40% αρχικού κόστους → Χαμηλότερες τιμές

Συνολικές δαπάνες τοποθέτησης ψυκτών έως και το 5ο έτος

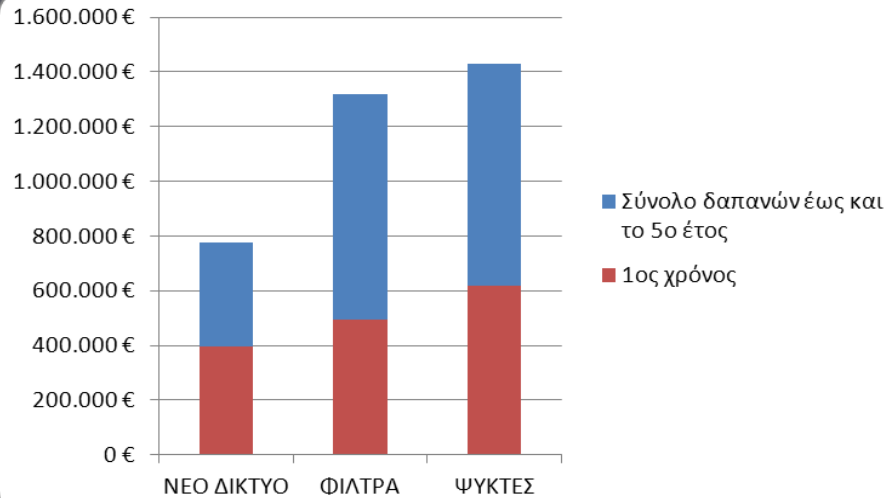
| ΨΥΚΤΕΣ | | | | |
|-------------------|------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | Υψηλή τιμή | Χαμηλή τιμή | Μέση τιμή |
| | | Αγορά | 450.000 € | 0 € |
| Λειτουργικά έξοδα | 1ος χρόνος | 167.500 € | 231.600 € | 199.550 € |
| | 2ος χρόνος | 172.525 € | 238.548 € | 205.537 € |
| | 3ος χρόνος | 177.701 € | 245.704 € | 211.703 € |
| | 4ος χρόνος | 183.032 € | 253.076 € | 218.054 € |
| | 5ος χρόνος | 188.523 € | 260.668 € | 224.595 € |
| | Απρόβλεπτα | 90.000 € | 67.500 € | 67.500 € |
| | Σύνολο δαπανών έως και το 5ο έτος | 1.429.280 € | 1.297.096 € | 1.351.938 € |

- Ετήσια αύξηση κόστους συντήρησης 3%
- Απρόβλεπτα κόστη (επισκευές, αποκαταστάσεις)

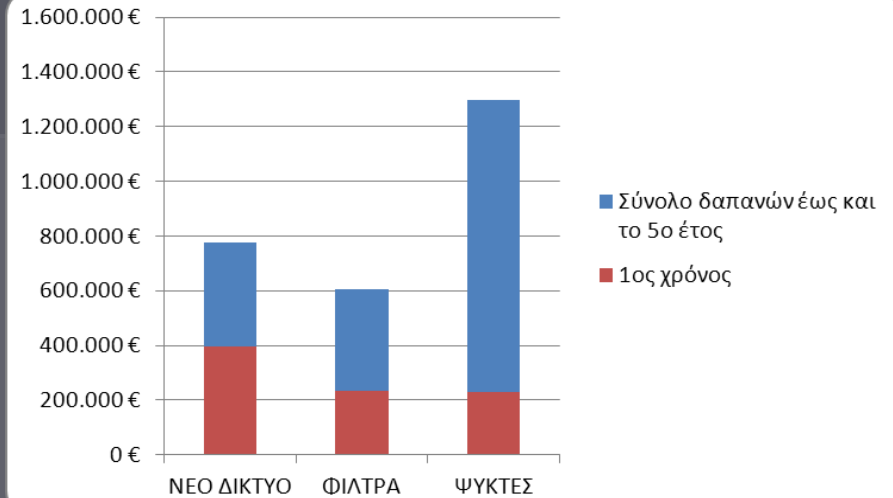
20% αρχικού κόστους → Υψηλότερες τιμές

30% αρχικού κόστους με βάση τις μέσες τιμές → Χαμηλότερες τιμές

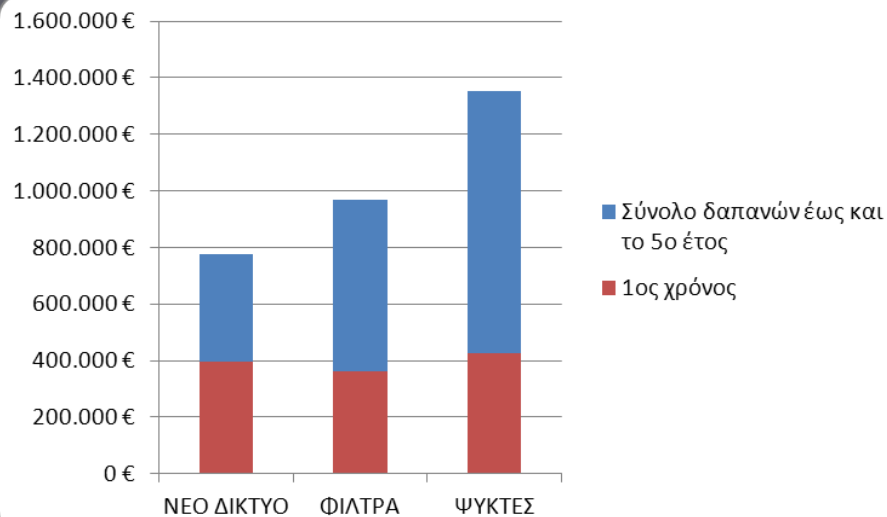
Συνολικές δαπάνες έως το 5^ο Έτος



Δαπάνες έως το 5ο έτος με βάση τις υψηλότερες διαθέσιμες τιμές



Δαπάνες έως το 5ο έτος με βάση τις χαμηλότερες διαθέσιμες τιμές



Δαπάνες έως το 5ο έτος με βάση τις μέσες διαθέσιμες τιμές

Λύση δικτύου → Μακροπρόθεσμη θεώρηση

Εγκατάσταση φίλτρων ή ψυκτών μπορεί να παρουσιάσει φθορές σε μικρό χρονικό διάστημα

↓
Ανάγκη εξεύρεσης μιας νέας λύσης

Η κατασκευή ενός νέου δικτύου είναι η λύση η οποία φαίνεται να ικανοποιεί περισσότερο τις παρούσες αλλά και μελλοντικές ανάγκες

Συμπεράσματα

→ Δίκτυο 3 το πιο απαιτητικό

Από τα τρία αυτά δίκτυα, το δίκτυο 3 ήταν το πιο απαιτητικό, δεδομένου των αρκετά μεγάλων υψομετρικών διαφορών ανάμεσα σε διάφορους κόμβους του, αλλά και του μεγάλου του μήκους.

→ Πολύ μικρές ταχύτητες στο δίκτυο λόγω χαμηλών καταναλώσεων

Από την προσομοίωση του δικτύου μέσω του EPANET παρατηρήσαμε αρκετά μικρές ταχύτητες στους αγωγούς, οι οποίες οφείλονται στις πολύ μικρές στιγμιαίες καταναλώσεις που έχουμε θεωρήσει. Ενδεχομένως ένας διαφορετικός σχεδιασμός της διάταξης του δικτύου να δώσει καλύτερα αποτελέσματα, όμως σε κάθε περίπτωση οι απαιτούμενες καταναλώσεις δεν μπορούν να διαφέρουν πολύ από αυτές που υπολογίστηκαν στην παρούσα εργασία.

→ Αναλυτικότερη διερεύνηση για τοποθέτηση ειδικών συσκευών στο νέο δίκτυο

Αν οδηγηθούμε στην επιλογή της κατασκευής ενός νέου δικτύου πόσιμου νερού, θα πρέπει να γίνει αναλυτικότερη διερεύνηση σχετικά με ορισμένες ειδικές συσκευές, των οποίων η τοποθέτηση κατά μήκος του δικτύου μπορεί να κριθεί αναγκαία, και οι οποίες δεν διερευνήθηκαν επαρκώς στην παρούσα εργασία.

→ Οι εναλλακτικές λύσεις με χρήση του υφιστάμενου δικτύου μόνο βραχυπρόθεσμα

Όσον αφορά στις εναλλακτικές λύσεις παροχής πόσιμου νερού με βάση το υφιστάμενο δίκτυο, οι οποίες διερευνήθηκαν, φαίνεται πως η χρήση τους μπορεί βραχυπρόθεσμα να βελτιώσει την παρούσα κατάσταση αλλά δεν μπορούν να αποτελούν ουσιαστικές λύσεις μακροπρόθεσμης αντιμετώπισης του προβλήματος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν αποτελούν ένα έργο υποδομής με μεγάλη διάρκεια ζωής και πιθανώς να εμπεριέχουν απρόβλεπτα κόστη τα οποία μπορούν να τις καταστήσουν μη συμφέρουσες σε βάθος χρόνου.

Συμπεράσματα

Σε κάθε ενδεχόμενη λύση, το υφιστάμενο δίκτυο θα χρησιμοποιηθεί είτε ως δευτερεύον είτε ως κύριο, και επομένως θα πρέπει να δοθεί προσοχή στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του.

→ Διερεύνηση εγκατάστασης συστήματος παρακολούθησης των διαρροών

Προτείνεται, λοιπόν, δεδομένης της παλαιότητας και των υλικών κατασκευής του, η διερεύνηση εγκατάστασης συστήματος παρακολούθησης των διαρροών με σκοπό να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανές απώλειες νερού.

→ Περιορισμός άσκοπης κατανάλωσης νερού

Ταυτόχρονα, στα πλαίσια της προσπάθειας για εξοικονόμηση των διαθέσιμων υδατικών πόρων, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και ορισμένες συσκευές (π.χ. αισθητήρες βροχής για ελεγχόμενη άρδευση) έτσι ώστε να περιορίσουμε την άσκοπη κατανάλωση νερού, ανεξαρτήτως αν αυτό προέρχεται από τις γεωτρήσεις ή από την ΕΥΔΑΠ.

→ Διερεύνηση πιθανών τρόποι εσωτερικής ανακύκλωσης του γκρίζου νερού των κτιρίων.

Συμπεράσματα

Το ζήτημα του σχεδιασμού της ύδρευσης μιας περιοχής, είναι ένα θέμα αρκετά πιο σύνθετο από ότι αρχικά διαφαινόταν καθώς υπεισέρχονται σε αυτό τόσοι πολλοί και διαφορετικοί μεταξύ τους παράγοντες που μπορεί από τη μια στιγμή στην άλλη να οδηγήσουν στη διερεύνηση ολοένα και περισσότερων πιθανών λύσεων με βάση διαφορετικές κάθε φορά παραμέτρους.

Σε κάθε περίπτωση όμως, ο παράγοντας που μένει πάντα σταθερός είναι η ανάγκη για παροχή της κατάλληλης ποιότητας και ποσότητας νερού στους καταναλωτές, καθώς αυτό αποτελεί βασική προϋπόθεση μιας αξιοπρεπούς και υγιούς διαβίωσης.

Ευχαριστώ για την προσοχή σας...