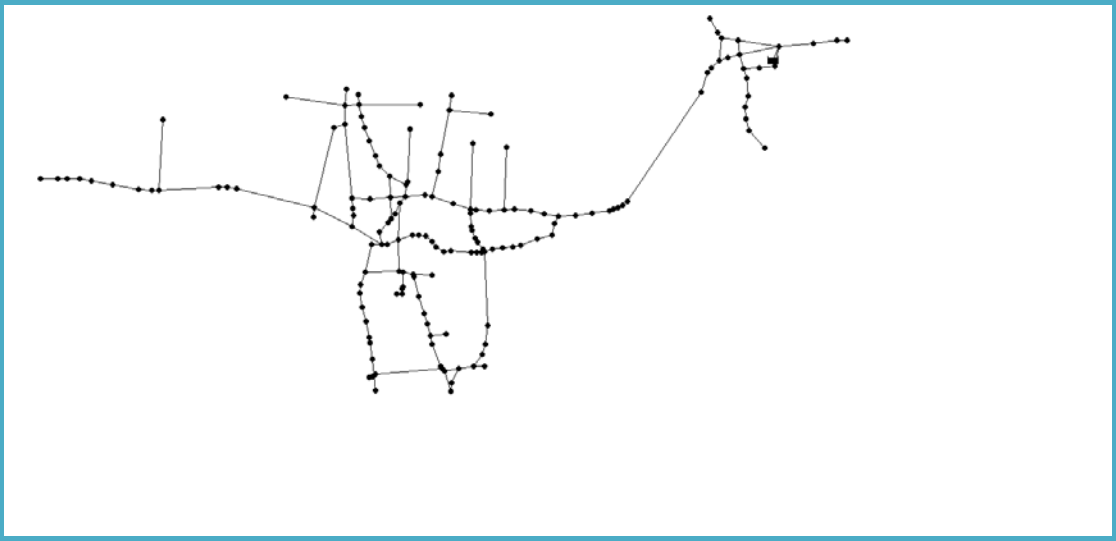
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Αξιολόγηση Αστικών Δικτύων Ύδρευσης, Εφαρμογή στον οικισμό Ροδιάς Τυρνάβου



Επιβλέπων Καθηγητής: Τσακίρης Γεώργιος

Εκπόνηση: Καρατζιάς Ιωάννης

Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής , δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την πολύτιμη καθοδήγηση του επιβλέποντα καθηγητή κ. Γιώργου Τσακίρη. Θεωρώ υποχρέωση μου να τον ευχαριστήσω θερμά τόσο για την ανάθεση της διπλωματικής όσο και για την επιστημονική του καθοδήγηση για την ορθή επίλυση όλων των προβλημάτων τα οποία συνάντησα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την σύζυγο μου και συνάδελφο Αγρονόμο Τοπογράφο Μηχανικό Α.Π.Θ., Βασιλική Παπαδημητρίου για την συμπαράσταση , την αγάπη και την υπομονή που έδειξε όλο αυτό τον καιρό.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου Ανδρομάχη και Δημήτρη που η δική τους αγάπη και υποστήριξη σε όλες τις επιλογές μου όλα αυτά τα χρονιά μου έδωσε την δύναμη να πραγματοποιήσω τα όνειρα μου.

Περιεχόμενα

1. ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ 1

1.1 Ορισμός 1

1.2 Δομή Δικτύων Ύδρευσης 1

1.3 Είδη Δικτύων Ύδρευσης 3

1.4 Λειτουργικές Απαιτήσεις Δικτύων Ύδρευσης 5

1.4.1 Εξασφάλιση της ελάχιστης απαιτούμενης πίεσης 5

1.4.2 Περιορισμός της μέγιστης πίεσης 6

2. ΖΗΤΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΥΔΡΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ. 7

2.1 Εισαγωγή 7

2.2 Συνιστώσες Αστικής Χρήσης 7

2.3 Εκτίμηση Παροχής-Ζήτησης 9

2.4 Πολλαπλασιαστές Ζήτησης 9

2.5 Παροχή για πυρόσβεση 11

2.6 Δημόσια χρήση νερού 11

2.7 Εμπορική κατανάλωση νερού 11

2.8 Γεωργική Χρήση 12

2.9 Υπολογισμός Παροχής Σχεδιασμού Δικτύων Υδρευσης 12

3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΣΤΑ ΥΔΡΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ 14

3.1 Βασικές Εξισώσεις Μόνιμης Ροής στους Κλειστούς Αγωγούς Υπό Πίεση 14

3.2 Υπολογισμός των Απωλειών Ενέργειας στη Μόνιμη Ροή 15

3.2.1 Γραμμικές Απώλειες κατά Darcy-Weisbach 15

3.2.2 Γραμμικες απωλειες κατα Hazen-Williams 17

3.2.3 Τοπικές Απώλειες Φορτίου 18

3.2.4 Προσδιορισμός του Συντελεστή Τριβής *f* 19

3.3 Σχεδιασμός Κλειστών Δικτύων-Αρχές Ανάλυσης Κλειστών Δικτύων 22

4. ΕΙΔΗ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ 25
4.1. Είδη αγωγών δικτύων ύδρευσης 25
4.2 Κόμβοι 27
4.3 Δεξαμενές 28
4.4 Ειδικές συσκευές δικτύων ύδρευσης 29
4.5 Άλλα Στοιχεία του Δικτύου 32
4.5.1 Αντλίες 32
4.5.2 Κρουνοί Πυρόσβεσης 32
4.5.3 Υδρομετρητές 33
5.EPANET 34
5.1 Στοιχεία του EPANET 34
5.2 Υδραυλικές Δυνατότητες του Epanet 34
5.3 Δυνατότητες μοντελοποίησης της ποιότητας του νερού 35
5.4 Βήματα για τη χρήση του Epanet 35
5.5 Περιβάλλον Εργασίας Epanet 36
6. ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ 40
6.1 Δείκτες Αξιολόγησης Δικτύου Ύδρευσης 40
6.2 Κρητήρια αξιολόγησης 42
6.3 Δείκτες Todini 43
6.3.1 Διαδικασία Βελτιστοποίησης Todini 45
7.ΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΡΟΔΙΑΣ 49
7.1 Γεωγραφικά Στοιχεία της Πόλης 49
7.2 Ιστορική Αναδρομή 49
7.3 Αναπτυξιακά Σχέδια 51
7.3.1 Σχέδιο Καποδίστρια 51
7.3.2 Σχέδιο Καλλικράτη 51
7.4 Ονομασία 52

7.5 Οικολογικά Δεδομένα 52
7.6 Προϋπάρχουσες Μελέτες 53
7.7 Υδατικό Δυναμικό της Περιοχής 54
7.8 Δίαιτα και Ποιότητα του Νερού 54
7.9 Συνθήκες Εκμετάλλευσης.....56
7.10 Υφιστάμενες Υδατικές Δεσμεύσεις και Δυσχέρειες.....56
7.11 Πολιτικοκοινωνικές και Οικονομικές Συνθήκες της Περιοχής 57
7.11.1 Δημογραφική κατάσταση.....57
7.11.2 Οικονομική κατάσταση 58
7.12 Εφαρμογή 59
7.12.1Προσομοίωση του δικτύου ύδρευσης με EPANET.....59
7.12.2 Προσομοίωση στο EPANET.....61
7.12.3 Αποτελέσματα 71
7.12.4 Εφαρμογή των δεικτών Todini.....90
7.12.5 Εναλλακτικά σενάρια..... 99
7.12.5.1 Εναλλακτικό Σενάριο 1 99
7.12.5.2 Εναλλακτικό Σενάριο 2 101
7.12.6 Σύγκριση Αποτελεσμάτων των δεικτών 104
8.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ 106
8.1 Συμπεράσματα.....106
8.2 Προτάσεις 107
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ……..... 108
Ελληνική 108
Διεθνή 158
Διαδικτυακοί Τόποι.....109
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ……110

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1.1. Γενική διάταξη δικτύου ύδρευσης.....	*2*
Εικόνα 1.2 : Απεικόνιση της διάταξης ακτινωτού και βροχωτού δικτύου……	*3*
Εικόνα 3.1: Διάγραμμα Moody……..	*21*
Εικόνα 3.2: Εφαρμογή της εξίσωσης της ενέργειας σε ένα κλειστό βρόχο……	*23*
Εικόνα 4.1: Ενδεικτικός σύνδεσμος σωλήνων……	*27*
Εικόνα 4.2: Υπέργεια Δεξαμενή στη Ροδιά……...	*29*
Εικόνα 4.3: Δικλείδες ρύθμισης της παροχής, μορφής σύρτη στα αριστερά και μορφής πεταλούδας στα δεξιά ……	*30*
Εικόνα 4.4: Βαλβίδα αντεπιστροφής ελατηρίου και βαλβίδα αντεπιστροφής ελαστικής έμφραξης ……	*30*
Εικόνα 4.5: Αεροξαγωγός διπλής ενέργειας παλινδρομικού τύπου…….....	*31*
Εικόνα 4.6: Μειωτές πίεσης διπλού και μονού θαλάμου……..	*31*
Εικόνα 4.7: Φυγόκεντρη αντλία……...	*32*
Εικόνα 4.8: Κρουνός πυρόσβεσης ……	*32*
Εικόνα 4.9: Υδρομετρητής……....	*33*
Εικόνα 5.1 Αναπαράσταση δικτύου διανομής	
Εικόνα 6.1: Διάγραμμα Ροής της ευρετικής (heuristic) διαδικασίας βελτιστοποίησης…	*48*
Εικόνα 7.1: Περιβάλλον Εργασίας EpaCAD ……	*59*
Εικόνα 7.2: Δίκτυο Ύδρευσης σε περιβάλλον EPANET……...	*60*
Εικόνα 7.3: Απεικόνιση υψομέτρων εδάφους στους κόμβους του δικτύου……	*71*
Εικόνα 7.4: Απεικόνιση των υψομέτρων πίεσης στους κόμβους του δικτύου……..	*80*
Εικόνα 7.5: Απεικόνιση των ταχυτήτων στους αγωγούς του δικτύου……	*89*
Εικόνα 7.6: Απεικόνιση υψομέτρων πίεσης στου κόμβους του δικτύου……	*99*
Εικόνα 7.7: Απεικόνιση ταχύτητας ροής στους αγωγούς του δικτύου……..	*100*
Εικόνα 7.8: Απεικόνιση υψομέτρων πίεσης στου κόμβους του δικτύου……...	*102*
Εικόνα7.9: Απεικόνιση ταχύτητας ροής στους αγωγούς του δικτύου……...	*102*

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 2.1 κατηγορίες χρήσης νερού.....	*8*
Πίνακας 2.2: Χρήση νερού σε κάποιες δραστηριότητες δημόσιου χαρακτήρα……...	*11*

Πίνακας 2.3: Κατανάλωση Νερού σε διάφορες κατηγορίες εμπορικών δραστηριοτήτων……	*12*
Πίνακας 4.1 : Εσωτερικές διάμετροι αγωγών από πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς (HDPE)……...	*26*
Πίνακας 5.1 Ιδιότητες κόμβων.....	*36*
Πίνακας 5.2 Ιδιότητες αγωγών.....	*36*
Πίνακας 7.1: Χαρακτηριστικές τιμές πόσιμου νερού καλής ποιότητας ……	*55*
Πίνακας 7.2: Κατανομή και εξέλιξη του πληθυσμού για τον Δήμο Αμπελώνα και το Δημοτικό Διαμέρισμα της Ροδιάς……	*57*
Πίνακας 7.3: Αριθμός Απασχολούμενων ανά κλάδο για το έτος 1991 για το Δ.Δ.Ροδιάς.	*58*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Βασικός στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η προσομοίωση του υφιστάμενου δικτύου ύδρευσης του οικισμού Ροδιά του δήμου Τυρνάβου και η αξιολόγηση αυτού, η οποία επιτεύχθηκε με τη χρήση των δεικτών του καθηγητή Todini E. Γενικά σαν δίκτυο ύδρευσης ορίζεται το σύνολο των πηγών, σωλήνων και υδραυλικών στοιχείων ελέγχου, τα οποία συνδέονται όλα μαζί και έχουν ως στόχο την παροχή νερού στους κατοίκους ενός οικισμού, στην προβλεπόμενη ποσότητα και πίεση.

Η διάρθρωση της εργασίας έχει ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στα δίκτυα ύδρευσης και στις απαιτήσεις του. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η ζήτηση νερού στα υδρευτικά δίκτυα διανομής ενώ στο τρίτο αναλύονται κάποιες βασικές αρχές της υδραυλικής, οι οποίες αποτελούν τη βάση για την επίλυση των δικτύων. Ακολουθεί το τέταρτο κεφάλαιο, όπου αναλύονται τα στοιχεία που απαρτίζουν ένα δίκτυο ύδρευσης. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται το λογισμικό Epanet που χρησιμοποιήθηκε για την υδραυλική επίλυση του δικτύου. Έπειτα στο κεφάλαιο έξι, παρατίθενται οι δείκτες του καθηγητή Ezio Todini, με τους οποίους έγινε η αξιολόγηση του δικτύου. Στο έβδομο κεφάλαιο, γίνεται μια περιγραφή της περιοχής όπου βρίσκεται το υδρευτικό δίκτυο που μελετάται στη συγκεκριμένη εργασία και παρατίθενται τα αποτελέσματα της επίλυσης καθώς και οι συγκεκριμένες τιμές των δεικτών αξιολόγησης καθώς και δύο εναλλακτικά σενάρια. Τέλος, αναφέρονται συμπεράσματα απ' όλη τη διαδικασία που ακολουθήθηκε και κάποιες προτάσεις για περαιτέρω εξέταση.

ABSTRACT

Evaluation of water distribution systems

Case Study: Village of Rodia

The aim of this study is to evaluate the water distribution system of the small city of Rodia using the evaluation indicators of the Professor Todini. In general, a water distribution system is consisted from sources, pipes, junctions and all the necessary hydraulic elements which are all combined in order to deliver water to the consumers in the predictable quantity and pressure.

The case study is consisted of 8 chapters. The first one is a general reference to water distribution and its requirements. In the second chapter is analyzed the water demand in the water distribution systems and in the third one the basic principles of hydraulics in water distribution systems. In the fourth chapter the structure of the water distribution system is described. Continuously, the program Epanet is performed. It was used for the hydraulic simulation of the case study water distribution system. Following, the evaluation indicators Todini are listed. The seventh chapter performs the results of the Epanet program and the value of the evaluate indicators for the current situation of the water distribution and for other 2 alternative scenarios. Finally the last chapter includes conclusions that are emerged from the case study and some recommendations for further evolution of the study.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

1.1 Ορισμός

Ως δίκτυο διανομής ορίζεται το πλέγμα των αγωγών που υδροδοτείται απο τους κύριους τροφοδοτικούς αγωγούς και διανέμει το νερό στους καταναλωτές (χρήστες μέσω συνδέσεων. (*Υδραυλικά έργα, τόμος Ι, Τσακίρης Γ. 2010)*

Ένα δίκτυο ύδρευσης διέπεται από

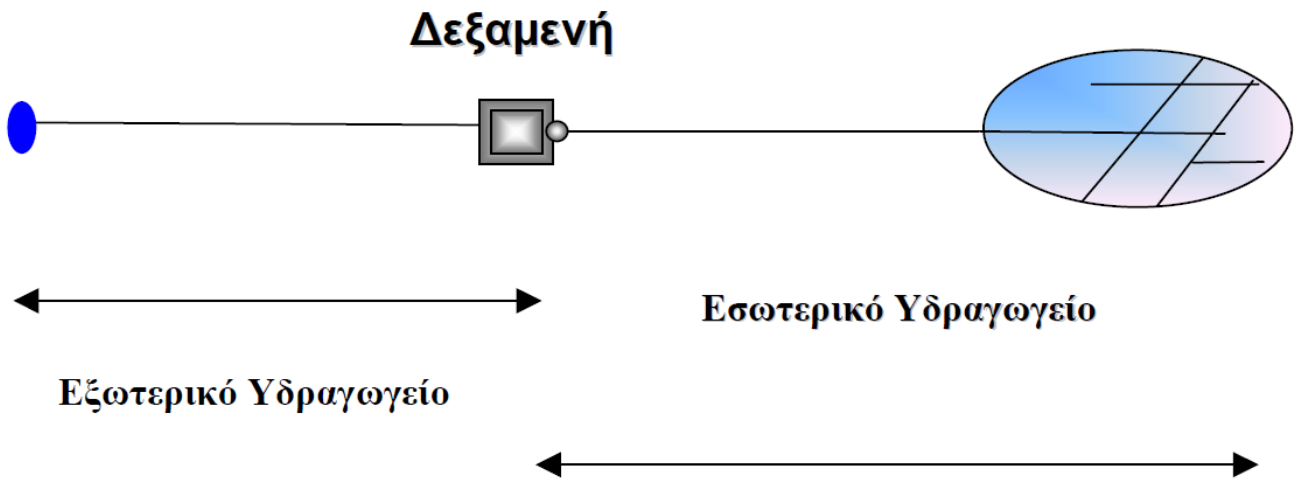
- τους φυσικούς νόμους που περιγράφουν τις σχέσεις ροής στους σωλήνες και στα υδραυλικά στοιχεία ελέγχου
- τη ζήτηση των καταναλωτών
- τη διάταξη του συστήματος

1.2 Δομή Δικτύων Ύδρευσης

Κάθε δίκτυο ύδρευσης μπορεί να χωριστεί σε δύο μέρη:

α) Το εξωτερικό υδραγωγείο

β) Το εσωτερικό υδραγωγείο



Εικόνα 1.1. Γενική διάταξη δικτύου ύδρευσης

Εξωτερικό υδραγωγείο

Το εξωτερικό υδραγωγείο είναι η διάταξη έργων μεταφοράς νερού από το σημείο ή σημεία υδροληψίας στη δεξαμενή ρύθμισης και αποθήκευσης του οικισμού. Το εξωτερικό υδραγωγείο μπορεί να αποτελείται από:

- ✓ Ανοικτούς αγωγούς βαρύτητας
- ✓ Κλειστούς αγωγούς υπό πίεση. Οι υπό πίεση αγωγοί μπορεί να είναι είτε βαρύτητας είτε να είναι αγωγοί κατάθλιψης, δηλαδή να υποβοηθούνται από αντλητικό συγκρότημα.
- ✓ Κλειστούς αγωγούς που λειτουργούν όμως σαν αγωγοί ελευθέρας επιφάνειας.

(Τσακίρης Γεώργιος, Υδρεύσεις Οικισμών, Συμπληρωματικές Πρόχειρες Σημειώσεις, 2008).

Εσωτερικό υδραγωγείο

Το εσωτερικό υδραγωγείο είναι το σύστημα διανομής ύδατος και περιλαμβάνει το άθροισμα των αγωγών που μεταφέρουν το νερό από τη δεξαμενή αποθήκευσης σε κάθε σημείο της υδροδοτούμενης περιοχής. Εκτός από το δίκτυο των αγωγών περιλαμβάνει και όλα τα υπόλοιπα έργα διανομής κατάντη της δεξαμενής αποθήκευσης του νερού, όπως τις αντλίες, τις δικλείδες, τους ρυθμιστές πίεσης κ.τ.λ.

Δύο είναι οι βασικές απαιτήσεις για το εσωτερικό υδραγωγείο:

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

Όσον αφορά τη δεξαμενή ρύθμισης ή αποθήκευσης είναι αυτή που οριοθετεί τα τμήματα του υδραγωγείου και για τη διαστασιολόγησή της χρειάζονται πληροφορίες τόσο από το εσωτερικό όσο και από το εξωτερικό υδραγωγείο. Συνήθως η δεξαμενή ρύθμισης έχει εικοσιτετράωρη βάση λειτουργίας και πληροί τις δύο παρακάτω λειτουργίες:

- ✓ Την εξίσωση παροχών και καταναλώσεως ανακουφίζοντας την παροχή σχεδιασμού για το εξωτερικό υδραγωγείο
- ✓ Την εξασφάλιση αποθηκευμένου νερού για την περίπτωση βλάβης ή πυρκαγιάς.

Έτσι η παροχή σχεδιασμού για το εξωτερικό υδραγωγείο είναι η μέγιστη ημερήσια **max** Q_H, ενώ η παροχή σχεδιασμού για το εσωτερικό υδραγωγείο είναι η μέγιστη ωριαία **max** Q_h

Προφανώς η δεξαμενή ρύθμισης θα πρέπει μέσα στο εικοσιτετράωρο (αν η δεξαμενή ρύθμισης έχει εικοσιτετράωρη βάση λειτουργίας) να έχει τέτοιο όγκο (όγκος ρυθμίσεως) ώστε να μπορεί να αποδώσει τις παροχές αιχμής για τον οικισμό για σταθερή εισροή από το εξωτερικό υδραγωγείο καθώς και τον επιπλέον απαιτούμενο όγκο σε περίπτωση πυρκαγιάς . (Τσακίρης Γεώργιος, Υδρεύσεις Οικισμών, Συμπληρωματικές Πρόχειρες Σημειώσεις, 2008).

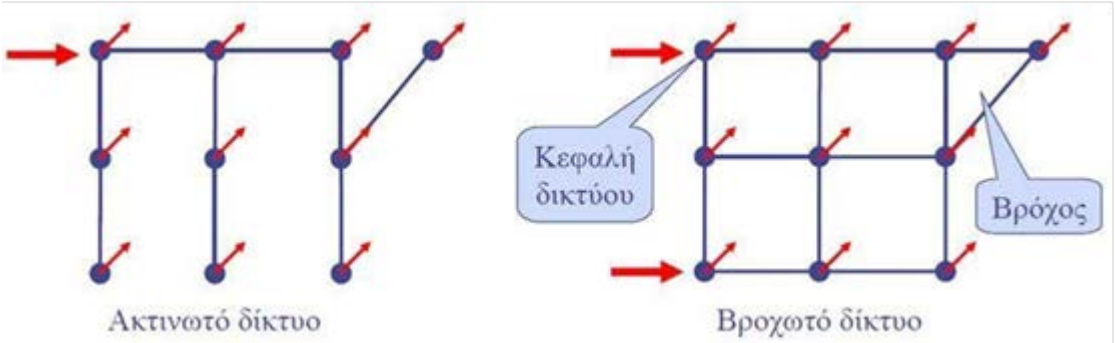
1.3 Είδη Δικτύων Ύδρευσης

Τα δίκτυα ύδρευσης, ανάλογα με τη διάταξη των αγωγών τους, χωρίζονται σε σειριακά, ακτινωτά ,κλειστά ή βροχωτά δίκτυα και τέλος τα μεικτά δίκτυα.

- Τα σειριακά δίκτυα αποτελούνται από ένα βασικό κλάδο, χωρίς κανένα άλλο κλάδο. Τα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούνται ελάχιστα ως σπάνια (κυρίως σε πολύ

μικρούς οικισμούς) διότι παρουσιάζουν μικρή αξιοπιστία σε περίπτωση αστοχίας σε ένα σημείο προκαλεί την πλήρη αστοχία του δικτύου.

- Ακτινωτά δίκτυα (branchednetworks) είναι τα δίκτυα τα οποία προκύπτουν από την συνένωση σειριακών δικτύων. Το βασικό πλεονέκτημα που προκύπτει από τη χρήση ακτινωτών δικτύων ύδρευσης είναι η ελαχιστοποίηση του μήκους του δικτύου, γεγονός που συνεπάγεται ελαχιστοποίηση του κόστους αγοράς και τοποθέτησης των αγωγών. Τα βασικά μειονεκτήματά τους είναι ότι παρουσιάζουν αυξημένες ενεργειακές απώλειες, σε περίπτωση βλάβης απαιτείται απομόνωση των κατάντη κλάδων του δικτύου, ενώ ταυτόχρονα απαιτούνται έργα προστασίας έναντι υδραυλικού πλήγματος.



Εικόνα 1.2 : *Απεικόνιση της διάταξης ακτινωτού και βροχωτού δικτύου (Πηγή Κουτσογιάννης,200*6).

- Τα βροχωτά ή κλειστά δίκτυα (loopednetworks), είναι δίκτυα τα οποία αποτελούνται από βρόχους. Βασικά πλεονεκτήματα των κλειστών δικτύων έναντι των ακτινωτών, είναι
  1. Έχουν μεγαλύτερη αξιοπιστία διότι εάν αστοχήσει ένας αγωγός, υπάρχουν εναλλακτικές διαδρομές
  2. Εξασφαλίζουν την ποιότητα του νερού λόγω της συνεχής κίνησης του νερού.
  3. Τα δίκτυα αυτά εξασφαλίζουν ευνοϊκότερες συνθήκες πίεσης.

Σαν μειονεκτήματα των κλειστών δικτύων ,μπορούμε να πούμε ότι είναι το μεγαλύτερο κόστος κατασκευής καθώς και η υπολογιστική δυσκολία διαστασιολόγησης αυτών .

- Μεικτού τύπου δίκτυα, τα οποία είναι και αυτά που χρησιμοποιούνται στην πράξη, είναι ένα συνδυασμός ακτινωτών και κλειστών δικτύων.

1.4 Λειτουργικές Απαιτήσεις Δικτύων Ύδρευσης

1.4.1 Εξασφάλιση της ελάχιστης απαιτούμενης πίεσης

Η σωστή και ομαλή λειτουργία των δικτύων ύδρευσης εξασφαλίζεται με την απαιτούμενη παροχή στους κόμβους με ικανοποιητική ταχύτητα, αλλά και με την κατάλληλη πίεση(ύψος πίεσης) στους κόμβους.

Οι ελάχιστες πιέσεις για την ομαλή λειτουργία των δικτύων ύδρευσης είναι:

- Μονωροφα: 12-15m και για τα
- Διώροφα: 16-17m
- Τριώροφα 20-23m
- Γενικά όταν πρόκειται για πολυώροφα κτίρια, για κάθε κόμβο του δικτύου, απαιτείται ελάχιστο ύψος πίεσης το οποίο δίνεται από την προσεγγιστική σχέση:

$$\mathbf{pmin = 4(n + 1)\ m} \qquad (1.1)$$

όπου n ο αριθμός των ορόφων του κτιρίου.(Τσακιρης Γ. 2005)

Η ανεπαρκής πίεση σε έναν κόμβο του δικτύου συνήθως αντιμετωπίζεται είτε με αύξηση του υψομέτρου τοποθέτησης της δεξαμενής (αν αυτό είναι εφικτό) ή με αντικατάσταση των κρίσιμων κλάδων ανάντη, από αγωγούς μεγαλύτερης διαμέτρου (εναλλακτικά τοποθετούνται παράλληλοι ανακουφιστικοί αγωγοί). Εάν έχουν εξαντληθεί οι παραπάνω λύσεις, τοποθετούνται αντλίες στα κρίσιμα σημεία.

Το ανάγλυφο του εδάφους αποτελεί το πιο βασικό στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο σχεδιασμό των ζωνών πίεσης του δικτύου και όπου είναι εφικτό εντός των πιεζομετρικών ζωνών πρέπει να εξασφαλίζεται η μικρότερη δυνατή υψομετρική διακύμανση. (*Υδραυλικά έργα, τόμος Ι, Τσακίρης Γ. 2010)*

1.4.2 Περιορισμός της μέγιστης πίεσης

Ο περιορισμός αυτός απαιτείται για την προστασία των εξαρτημάτων του δικτύου, των υδραυλικών εγκαταστάσεων των κτιρίων και των οικιακών συσκευών. Η πιεζομετρική γραμμή της οικιακής παροχής νερού στο ψηλότερο σημείο ενός κτηρίου πρέπει να είναι τουλάχιστον 4 m (συνθήκες λειτουργίας), ενώ η πίεση σε κάθε σημείο του δικτύου δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 60 έως 70 m (συνθήκες ακινησίας) (Κουτσογιάννης, 2006).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. ΖΗΤΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΥΔΡΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ.

2.1 Εισαγωγή

Η εκτίμηση των αναγκών σε νερό για τους διάφορους τομείς δραστηριοτήτων είναι σημαντικό μέγεθος στη Στρατηγική Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων. Τα έργα αποθήκευσης και διανομής στοχεύουν στη ρύθμιση των ποσοτήτων διαθέσιμου νερού στο χώρο και στο χρόνο έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες σε νερό που παρουσιάζουν μεγάλη χωρική και χρονική διακύμανση (Τσακίρης, 2010).

Οι συνιστώσες της ζήτησης του νερού που πρέπει να εξετάζονται με τη διακύμανση τους στο χώρο και το χρόνο είναι:

- η ποσότητα που συλλαμβάνεται από την πηγή (Q_i)
- η ποσότητα που καταναλώνεται (συμπεριλαμβανομένης και της ανακύκλωσης)
- η ποσότητα που παροχετεύεται στον αποδέκτη μετά χρήση (λύματα) (Q_e)
- η ποσότητα που χάνεται (απώλειες) (Q_c)

2.2 Συνιστώσες Αστικής Χρήσης

Η αστική χρήση καλύπτει ένα μεγάλο σύνολο επιμέρους χρήσεων εκ των οποίων οι σπουδαιότερες εντάσσονται στις παρακάτω 6 κατηγορίες

- Οικιακή χρήση
- Βιομηχανική χρήση για μικρές κλίμακες και βιοτεχνίες
- Εμπορική χρήση
- Μεταφορές
- Δημόσιες υπηρεσίες
- Απώλειες και ατιμολόγητο νερό

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι κατηγορίες χρήσης νερού και οι επιμέρους δραστηριότητες που εντάσσονται στην αστική χρήση

Τομέας/Χρήση	Δραστηριότητα
Οικιακή	Πλύσιμο πιάτων και μαγείρεμα
	τουαλέτα-μπάνιο-ντουζ
	Πλύσιμο ρούχων
	Καθαρισμός σπιτιού
	Πότισμα κήπου
	Πλύσιμο αυτοκινήτου κ.τ.λ.
Βιομηχανική	Κατασκευές και διάλυση
	Συναρμολόγηση
	Παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων
Εμπορική	Εμπόριο προϊόντων στα καταστήματα
	Γραφεία εμπορίου
	Παραγωγή τροφής
	Υπηρεσίες διανομής
	Αποθήκες εμπορευμάτων
Μεταφορές	Δημόσια γραφεία
	Πυροσβέστες
	Άρδευση κήπων και πάρκων
	καθαρισμός δρόμων
	Υπηρεσίες υγείας
	Σχολεία-πανεπιστήμια
	Καθαρισμός αποβλήτων (υπόνομοι)
	Δημόσιες τουαλέτες
Απώλειες και ατιμολόγητο νερό	Διαρροές στο σύστημα υδροδότησης(εξωτερικού και εσωτερικού υδραγωγείου
	Λανθασμένες μετρήσεις ή υπομετρήσεις υδρομέτρων
	Εξάτμιση από ανοιχτές δεξαμενές
	κλοπή νερού

Πίνακας 2.1 Πηγή: Τσακίρης Γ. 2010-Αστικά υδραυλικά Έργα, τομος 1

2.3 Εκτίμηση Παροχής-Ζήτησης

Για την εκτίμηση της παροχής είναι απαραίτητο να συλλεχθούν στοιχεία του παρελθόντος. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται στοιχεία από τις απογραφές ή κάποιου άλλου έμμεσου τρόπου εκτίμησης του πληθυσμού στο προηγούμενο χρονικό διάστημα, καθώς και κάθε άλλο σχετικό στοιχείο (δημογραφικό, χωροταξικό κ.τ.λ.). Για τη συγκεκριμένη μελέτη του οικισμού Ροδιάς χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από την απογραφή πληθυσμού του 2001.

Για τον υπολογισμό της ημερήσιας ζήτησης , γίνεται με την υπόθεση μιας σταθερής ανά άτομο κατανάλωσης που είναι γνωστή ως ανηγμένη μέση ημερήσια κατανάλωση ανά άτομο και κυμαίνεται σύμφωνα με ελληνικές προδιαγραφές από 200-350 L/ημέρα-κάτοικο. Η ανώτερη τιμή χρησιμοποιείται για περιοχές με ελεύθερο σύστημα δόμησης, μεγάλα οικόπεδα και μονοκατοικίες με κήπους.

Συνεπώς η μέση ζήτηση των καταναλωτών για οικιακή χρήση υπολογίζεται ως εξής:

$Q_d = P_v \cdot q$ (διάστημα ημέρας) (2.1)

$V_y = 365 \cdot P_v \cdot q$ (διάστημα ημέρας) (2.2)

Επειδή οι αρχικές μονάδες (q) αναφέρονται σε λίτρα (L) ανά ημέρα στους υπολογισμούς παροχών είναι χρήσιμο να μετατρέπονται σε L/s για τη μέση ημερήσια ζήτηση (Q_d) και σε m^3 για τον ετήσιο όγκο νερού V_y. Οι υπολογιζόμενες αυτές ποσότητες πρέπει να προσαυξάνονται κατά ένα ποσοστό ώστε να συμπεριλαμβάνονται και οι κάθε είδους απώλειες.

2.4 Πολλαπλασιαστές Ζήτησης

Η διακύμανση της ζήτησης για οικιακή χρήση είναι μεγάλη και διακρίνεται σε ημερήσια διακύμανση, εβδομαδιαία διακύμανση και εποχιακή διακύμανση.

Για να είναι ένα σύστημα υδροδότησης ικανό πρέπει να ικανοποιεί τη ζήτηση όλη τη διάρκεια του 24ώρου και να εξασφαλίζει παροχές πολύ μεγαλύτερες αυτών που

προκύπτουν από τη μέση ημερήσια και η μέγιστη ωριαία ζήτηση που προκύπτει από την ημερήσια διακύμανση, προκύπτουν συνήθως με την υιοθέτηση πολλαπλασιαστών (peaking factors) που στην πρώτη περίπτωση κυμαίνονται από 1.2 μέχρι 3.0 ενώ στη δεύτερη από 3.0 μέχρι 6.0.

$$Q_d^{max} = F_1 Q_d \quad F_1 = [1.2 \div 3.0] \tag{2.3}$$

$$Q_h^{max} = F_{o\lambda} Q_d \quad F_{o\lambda} = [3.0 \div 9.0] \tag{2.4}$$

Όπου $F_{o\lambda} = F_1 \cdot F_2$ (2.5)

Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι η μέγιστη ωριαία ζήτηση θεωρείται ότι πλησιάζει με αυτόν τον τρόπο υπολογισμού και τη μέγιστη στιγμιαία ζήτηση.

Γενικά αυτό που ενδιαφέρει πρωτίστως στο σχεδιασμό ενός εσωτερικού υδραγωγείου είναι η ικανοποίηση της στιγμιαίας ζήτησης (instantaneous demand). Η ζήτηση αυτή προκύπτει από το ποσοστό του πληθυσμού που θα ανοίξει ταυτόχρονα τις βρύσες. Αυτό το ποσοστό μπορεί να είναι μεγάλο αν ο αριθμός των καταναλωτών είναι μικρός, ενώ είναι μικρό για τους μεγάλους πληθυσμούς.

Σύμφωνα με τον Trifunic, 2006 η γενική εκθετική σχέση που μπορεί να προσδιορίσει το συνολικό πολλαπλασιαστή, παρατίθεται στη συνέχεια:

$$F_{o\lambda} = F_1 . F_2 = 126 e^{-0.9 log N} \tag{2.6}$$

Στην οποία N είναι ο αριθμός των καταναλωτών.

Η μέθοδος των πολλαπλασιαστών της ζήτησης θεωρείται κλασσική και δημοφιλής λόγω της απλότητας. Πολλές φορές όμως αποτυγχάνει στον ορθολογικό υπολογισμό της ζήτησης επειδή είναι αδρομερής, εμπειρική και εν μέρει αυθαίρετη. Πιο σύγχρονες μέθοδοι που βασίζονται σε λεπτομερείς καταγραφές αντιπροσωπευτικών καταναλωτών (representative customers) με τη χρήση στοχαστικών γεννητριών μπορούν να προσεγγίσουν τη ζήτηση με μεγαλύτερο ορθολογισμό και αξιοπιστία. (Τσακίρης Γ. 2010)

2.5 Παροχή για πυρόσβεση

Η κατανάλωση νερού για την κατάσβεση πυρκαγιών υπολογίζεται παραδοσιακά με πολλές εμπειρικές συναρτήσεις που χρησιμοποιούν ως βασική ανεξάρτητη μεταβλητή τον πληθυσμό του οικισμού. Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια συνάρτηση των Camp and Lawler (1969), που δίνει την παροχή (l/s) κατάσβεση πυρκαγιών.

$$Q_f = 64.6\sqrt{P}\left(1 - 0.01\sqrt{P}\right),\ P\text{: πληθυσμός σε χιλιάδες κατοίκους} \qquad (2.7)$$

Η παραπάνω παροχή πρέπει να διατηρείται για 4 ώρες για 1000 κατοίκους, 6 ώρες για 2000 κατοίκους, 8 ώρες για 4000 κατοίκους και 10 ώρες για 6000 και άνω κατοίκους.

2.6 Δημόσια χρήση νερού

Οι δημόσιες υπηρεσίες περιλαμβάνουν ένα εύρος δραστηριοτήτων με εντελώς διαφορετικά χαρακτηριστικά και επομένως κατανάλωση νερού. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι μέσες καταναλώσεις για κάποιες δημόσιες δραστηριότητες.

Τύπος Εγκατάστασης	**Ζήτηση νερού (L/ημέρα·κάτοικο)**
Νοσοκομεία	600
Σχολεία (πλήρως εξοπλισμένα)	60-80
Σχολεία (χωρίς εξοπλισμό)	5
Κολυμβητήρια	40-100

Πίνακας 2.2: *Χρήση νερού σε κάποιες δραστηριότητες δημόσιου χαρακτήρα*

Πηγή: *Τσακίρης Γ. 'Αστικα Υδραυλικα Εργα' Τομος Ι (2010)*

2.7 Εμπορική κατανάλωση νερού

Στην εμπορική κατανάλωση νερού εντάσσονται τα γραφεία, τα καταστήματα, οι φούρνοι, κρεοπωλεία, κομμωτήρια και άλλα. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η κατανάλωση νερού σε αυτού του είδους οι εγκαταστάσεις:

Τύπος εγκατάστασης	Κατανάλωση	
Γραφεία	20-50	L/ημέρα-υπάλληλο
Καταστήματα	20-30	L/ημέρα-υπάλληλο
Φούρνοι	150-450	L/ημέρα
Κρεοπωλεία	200-300	L/ημέρα
Κομμωτήρια	100-300	L/ η μ έ ρ α
Γκαράζ	30-40	L/ημέρα-αυτοκίνητο
Καθαριστήρια	40-80	L/kg ρούχων
Ξενοδοχεία	100-150	L/ημέρα-δωμάτιο
Εστιατόρια	25-40	L/πελάτη

Πίνακας 2.3: *Κατανάλωση Νερού σε διάφορες κατηγορίες εμπορικών δραστηριοτήτων*
Πηγές: *Metcalf and Eddy (1972), Liimatainen and Virta (1975), Hanke and de Mare (1984)*

2.8 Γεωργική Χρήση

Η κατανάλωση νερού στη γεωργία αποτελεί τη μεγαλύτερη κατανάλωση νερού σε σχέση με τις άλλες χρήσεις όπως η αστική και βιομηχανική κατανάλωση. Σε παγκόσμιο επίπεδο το ποσοστό νερού που χρησιμοποιεί η γεωργία είναι περίπου το 70%. Στην Ελλάδα το ποσοστό αυτό είναι 85-86% ενώ σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες αυτό υπερβαίνει το 90%. Έμμεσα το ποσοστό νερού που χρησιμοποιείται στη γεωργία αποτελεί και δείκτη ανάπτυξης/υπανάπτυξης μιας χώρας.

Τα δύο υποσυστήματα κατανάλωσης νερού στον πρωτογενή τομέα είναι:

1. η άρδευση για την παραγωγή γεωργικών προϊόντων
2. η κτηνοτροφία και η αλιεία.

2.9 Υπολογισμός Παροχής Σχεδιασμού Δικτύων Ύδρευσης

Βασικός στόχος του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης είναι η ικανοποίηση της ζήτησης ανά πάσα στιγμή 24 ώρες το 24ωρο. Η μεταβολή της κατανάλωσης κατά τη διάρκεια μιας τυπικής ημέρας μπορεί να κυμανθεί από 0.20 μέχρι 2 φορές την μέση ημερήσια παροχή.

Γενικά η παροχή σχεδιασμού των δικτύων ύδρευσης βασίζεται στη μέγιστη ωριαία παροχή Q_h^{max} μπορεί να προκύψει από τη μέση ημερήσια πολλαπλασιάζοντάς με τον

αντίστοιχο πολλαπλασιαστικό συντελεστή. Στην περίπτωση όπου η μέγιστη ημερήσια παροχή Q_d^{max} μαζί με την παροχή για την κατάσβεση της πυρκαγιάς Q_f είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη ωριαία, τότε ως παροχή σχεδιασμού λαμβάνεται το άθροισμα

$Q_d^{max} + Q_f$

Συνεπώς η παροχή σχεδιασμού είναι η max{ Q_h^{max}, $Q_d^{max} + Q_f$ }. Στις περισσότερες των περιπτώσεων η μέγιστη ωριαία είναι μεγαλύτερη και για αυτό τον λόγο λαμβάνεται ως παροχή σχεδιασμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΣΤΑ ΥΔΡΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

3.1 Βασικές Εξισώσεις Μόνιμης Ροής στους Κλειστούς Αγωγούς Υπό Πίεση

Οι βασικές εξισώσεις που αναφέρονται στις αρχές διατήρησης της μάζας, της ενέργειας και της ορμής είναι οι εξής:

- Αρχή της διατήρησης της μάζας (ή εξίσωση συνέχειας). Σε μόνιμη ροή το άθροισμα των παροχών που εισρέουν σε έναν κόμβο χωρίς αποθήκευση είναι ίσο με το άθροισμα των παροχών που εκρέουν:

$$\sum Q_{in} = \sum Q_{out} \tag{3.1}$$

- Αρχή διατήρησης της ενέργειας. Το ύψος της γραμμής ενέργειας σε μία θέση 1 (H_1) είναι ίσο με το ύψος ενέργειας σε μία κατάντη θέση 2 (H_2) μαζί με τις απώλειες ενέργειας (σε μονάδες μήκους) στη διαδρομή 1 -2.

$$H_1 = H_2 + \sum h_{f,1\to 2} \tag{3.2}$$

Σημειώνεται ότι το ύψος ενέργειας Η σε μονάδες μήκους σε κάθε θέση αποτελείται από:

1. Το υψόμετρο θέσης (z)
2. Το ύψος πίεσης p/pg
3. Το ύψος κινητικής ενέργειας $V^2/2g$

Δηλαδή : $H = z + \frac{p}{\rho g} + \frac{V^2}{2g}$, (3.3)

η πιεζομετρική γραμμή είναι το άθροισμα του ύψους πίεσης και του υψομέτρου θέσης.

- Αρχή διατήρησης της ορμής:

Αν υπάρχει μόνο ένας αγωγός με ομοιόμορφη μόνιμη ροή η εξίσωση της ορμής γράφεται

$$\sum F_x = pQ(V_x^{εκροής} - V_x^{εισροής}) \quad (3.4)$$

$$\sum F_y = pQ(V_y^{εκροής} - V_y^{εισροής}) \quad (3.5)$$

Οι δυνάμεις μπορεί να είναι δυνάμεις που δρουν στις επιφάνειες του όγκου έλεγχου, όπως η συνιστάμενη των πιέσεων σε κάθε διατομή, η τριβή(επιφανειακές δυνάμεις) και οι δυνάμεις βαρύτητας(βάρος). *(Γ. Τσακίρης, Τόμος Ι: Αστικά Υδραυλικά Έργα)*

3.2 Υπολογισμός των Απωλειών Ενέργειας στη Μόνιμη Ροή

3.2.1 Γραμμικές Απώλειες κατά Darcy-Weisbach

Είναι γνωστό ότι, όταν ένα σώμα κινείται και βρίσκεται σε επαφή με ένα άλλο, τότε στην επιφάνεια επαφής δημιουργείται δύναμη τριβής. Επομένως, για ένα κλειστό αγωγό ύδατος που μεταφέρει νερό μεταξύ δύο σημείων, αναπτύσσονται απώλειες ενέργειας που οφείλονται στις δυνάμεις τριβής που αναπτύσσονται κατά την επαφή του κινούμενου υγρού με το στερεό τοίχωμα του αγωγού (Τσακίρης, 2010).

Η διατμητική τάση είναι συνάρτηση της ταχύτητας V, της πυκνότητας ρ, του ιξώδους μ του κινούμενου ρευστού, της διαμέτρου D και της τραχύτητας k του αγωγού:

$$\tau_o = f(V, D, \rho, \mu, \kappa) \qquad (3.6)$$

Με βάση την διαστατική ανάλυση προκύπτει ο συντελεστής τριβής f :

$$\frac{8\tau_o}{pV^2} = f\left(\frac{VD\rho}{\mu}, \frac{\kappa}{D}\right) \qquad (3.7)$$

ή ισοδύναμα $\tau_o = f\frac{pV^2}{8}$ (3.8)

Συνεπώς ο συντελεστής τριβής f εξαρτάται από τον αριθμό Reynolds

$R_e = \frac{VD\rho}{\mu} = \frac{\kappa}{D}$ και από τη σχετική τραχύτητα k /D (3.9)

Ο όρος ν = μ/ρ ονομάζεται κινηματική συνεκτικότητα του νερού (ή κινηματικό ιξώδες), έχει διαστάσεις m^2 / s και για τα ρευστά ελαττώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Οι Darcy-Weisbach κατέληξαν στην παρακάτω σχέση που αποδίδει το γραμμικό ύψος απωλειών h_f , σε συνάρτηση με τον συντελεστή τριβής f, της διαμέτρου του αγωγού, του μήκους του αγωγού και της ταχύτητας:

$$h_f = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}, \qquad (3.10)$$

ή ισοδύναμα θέτοντας $Q = VA = V\pi D/2\ ^2$

$$h_f = f\frac{L}{D}\frac{Q^2}{2g\pi D^2/4^2}$$ ή $$h_f = \frac{8fL}{g\pi^2 D^5}Q^2$$

όπου : $f = f \quad R_{e,} k/D$ = συντελεστής τριβής ,αδιάστατος αριθμός,

Q=παροχή m^3/s

V = ταχύτητα m / s

L = μήκος του αγωγού για το οποίο προσδιορίζονται οι απώλειες (m) και

D = (εσωτερική) διάμετρος του αγωγού (m)

Με τον όρο αντίσταση του αγωγού εννοείται η ποσότητα :

$$R = \frac{8fL}{g\pi^2 D^5} \qquad (3.11)$$

$h_f = RQ^2$ με μονάδες m / m^3 / s^2 (3.12)

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι η εξίσωση Darcy-Weisbach έχει φυσικό υπόβαθρο εφόσον στηρίζεται στην εξίσωση της διατήρησης της ορμής και στην διαστατική ανάλυση για τον προσδιορισμό της διατμητικής τάσης στα τοιχώματα του αγωγού. Η εξίσωση των Darcy-Weisbach ισχύει για στρωτή και τυρβώδη ροή. Στα συνήθη πρακτικά προβλήματα κλειστών αγωγών υπό πίεση η ροή είναι τυρβώδης.

3.2.2 Γραμμικές Απώλειες κατά Hazen- Williams

Σύμφωνα με την εξίσωση των Hazen-Williams οι απώλειες φορτίου με βάση το διεθνές σύστημα μονάδων μπορούν να γραφτούν ως εξής:

$$h_f = \frac{10.7LQ^{1.852}}{c^{1.852}D^{4.87}} \qquad (3.13)$$

ή ισοδύναμα:

$$h_f = RQ^{1.852} \qquad (3.14)$$

όπου: $$R = \frac{10.7L}{C^{1.852}D^{4.87}}$$ (3.15) η αντίσταση των αγωγών κατά Hazen-Williams

όπου : L= το μηκος του αγωγου

C=ο συντελεστής τριβών Hazen-Williams

Στην πράξη θεωρείται ένας συντελεστής C για όλους τους κλάδους που αποτελούνται από το ίδιο υλικό ο οποίος εξαρτάται από το ίδιο υλικό του αγωγού ενώ στην πράξη δεν λαμβάνεται υπόψη το είδος της ροής όπως συμβαίνει με το συντελεστή τριβης f(ο οποίος λαμβάνει υπόψη του τη σχετική τραχύτητα αλλά και τον αριθμό Re). Από την άλλη πλευρά η προσέγγιση των Hazen -Williams απλοποιεί σημαντικά την επίλυση, ιδιαίτερα όταν είναι γνωστά τα ύψη της πιεζομετρικής γραμμής και τα γεωμετρικά στοιχεία των αγωγών και ζητείται η παροχή.(*Τσακίρης Γ. Υδραυλικά Έργα τόμος Ι,2010)*

3.2.3 Τοπικές Απώλειες Φορτίου

Οι τοπικές απώλειες οφείλονται στα τοπικά εμπόδια τα οποία συναντά η ροή. Οι κυριότερες αιτίες τοπικών απωλειών είναι:

- Η απότομη διαστολή ή συστολή της διατομής του αγωγού
- Η βαθμιαία διαστολή ή συστολή της διατομής του αγωγού
- Η αλλαγή κατεύθυνσης του αγωγού
- Οι τοπικές απώλειες σε δικλείδες και άλλες συσκευές που παρεμβάλλονται στη ροή
- Η μη ευθύγραμμη τοποθέτηση του αγωγού.

Στην πράξη η διαταραχή αυτή της ροής για τις παραπάνω αιτίες δεν περιορίζεται σε ένα σημείο και το φαινόμενο συνοδεύεται από την ανάπτυξη στροβίλων και αποκλίνουσας ροής (Νουτσόπουλος και Χριστοδούλου, 1996). Βέβαια, για λόγους απλοποίησης θεωρούμαι ότι οι τοπικές απώλειες σημειώνονται σημειακά μετατοπίζοντας τη γραμμή ενέργειας κατακόρυφα. Η εξίσωση που προσδιορίζει τις τοπικές απώλειες είναι η εξής:

$$h_f^{'} = K\frac{V^2}{2g} \qquad (3.16)$$

3.2.4 Προσδιορισμός του Συντελεστή Τριβής *f*

Ο συντελεστής f στη γενική περίπτωση εξαρτάται από τον αριθμό Reynolds και από τη σχετική τραχύτητα k/D. Ο αριθμός Re περιγράφει το είδος της ροής. Η τραχύτητα ενός αγωγού υποδηλώνει το μέσο μέγεθος των προεξοχών των τοιχωμάτων του αγωγού που εμποδίζει τη ροή και επομένως συντελεί στην ύπαρξη απωλειών λόγω τριβών. Στα πρακτικά προβλήματα ωστόσο θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες όπως η γήρανση των αγωγών και οι τοπικές απώλειες, κάτι που οδηγεί στην αύξηση της τραχύτητας.

Για τιμές του αριθμού Reynolds μεγαλύτερες από 4000 η ροή είναι τυρβώδης (Re>4000). Η περιοχή αυτή καλύπτεται από την πεπλεγμένη εξίσωση των Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{R_e\sqrt{f}}\right) \qquad (3.17)$$

Τομή για τους υδραυλικούς υπολογισμούς αποτέλεσε το διάγραμμα Moody που συμπυκνώνει όλες τις περιπτώσεις για τον προσδιορισμό του f Άρα έχουμε:

- Για Re<2100 η ροή είναι στρωτή και ο συντελεστής τριβής μπορεί να προσδιοριστεί ως εξής:

$$f = \frac{64}{R_e} \qquad (3.18)$$

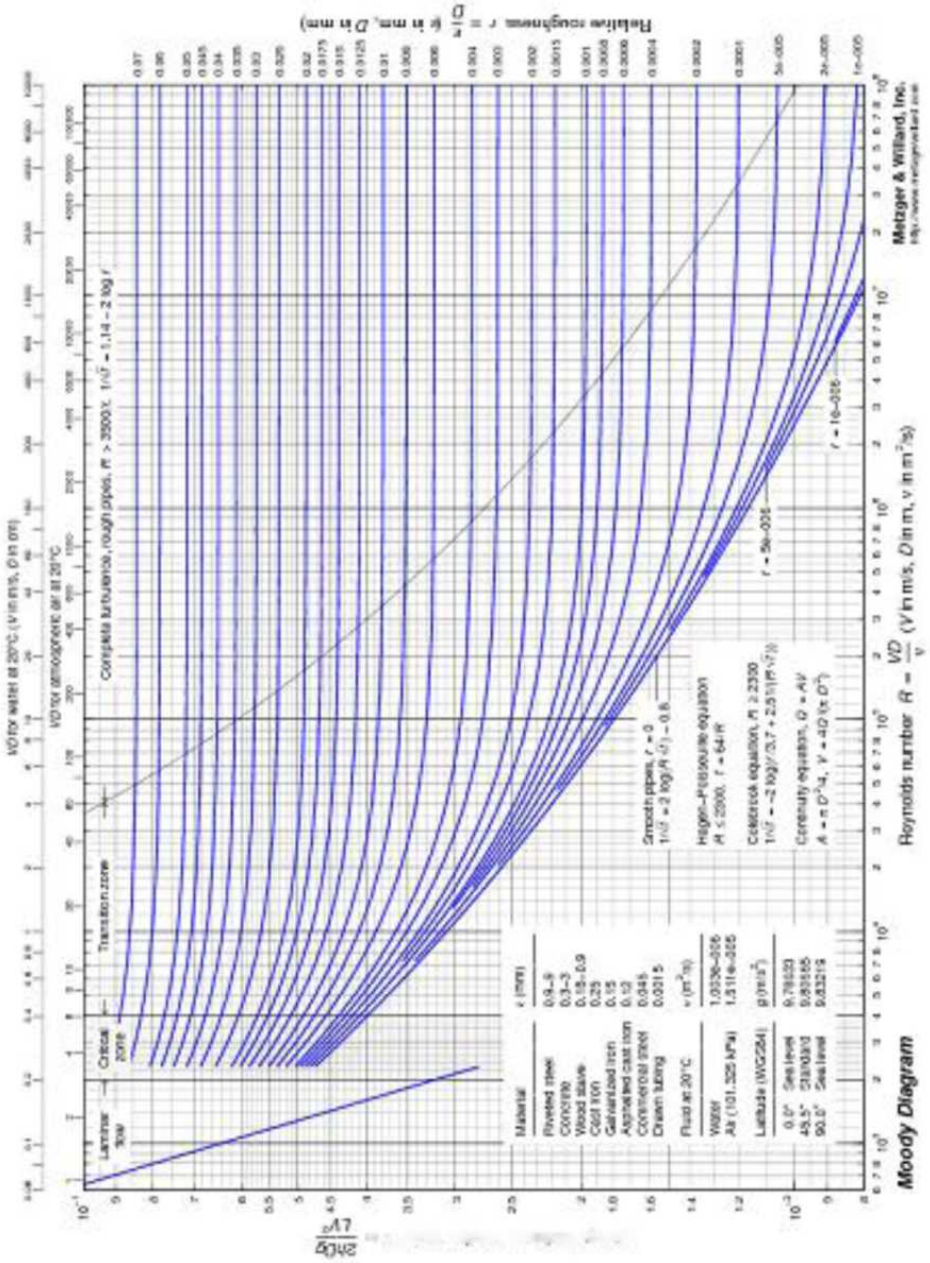
- Για τιμές μεταξύ 2100<Re<4000 όπου πραγματοποιείται η μετάβαση από στρωτή στην τυρβώδη ροή υπάρχει αστάθεια στη ροή.

- Για τιμές Re>4000 μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ικανοποιητική ακρίβεια η εξίσωση των Colebrook-White.
- Για τυρβώδη ροή και λείους σωλήνες (k/D)$\rightarrow$ 0 ο συντελεστής τριβής εξαρτάται μόνο από τον αριθμό Re και συγκεκριμένα η αύξηση του αριθμού Re οδηγεί σε μείωση του συντελεστή τριβής:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{2.51}{R_e\sqrt{f}}\right) \quad \text{(λείοι σωλήνες)} \qquad (3.19)$$

- Για μεγάλες τιμές του αριθμού Re και σημαντική τραχύτητα ο συντελεστής τριβής εξαρτάται αποκλειστικά από την τιμή της σχετικής τραχύτητας :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{k}{3.7D}\right) \qquad (3.20)$$



Εικόνα 3.1: *Διάγραμμα Moody*

Για να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα της εύρεσης του f από μία πεπλεγμένη εξίσωση αναπτύχθηκαν διάφορες ρητές εξισώσεις, εκ των οποίων η πλέον διαδεδομένη είναι αυτή των Swamee and Jain (1976) :

$$f = \frac{0.25}{\left[\log\left(\frac{5.74}{R_e^{0.9}} + \frac{k/D}{3.7}\right)\right]} \qquad (3.21)$$

Η εξίσωση των Swamme and Jain προσεγγίζει την εξίσωση των Colebrook-White με μεγάλη ακρίβεια και χρησιμοποιείται ευρύτατα στο σχεδιασμό αγωγών υπό πίεση.

3.3 Σχεδιασμός Κλειστών Δικτύων-Αρχές Ανάλυσης Κλειστών Δικτύων

Τα κλειστά ή κυκλοφοριακά δίκτυα παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των ακτινωτών δικτύων. Με τα κλειστά δίκτυα επιτυγχάνεται καλύτερη κυκλοφορία του νερού ενώ ο κίνδυνος παραμονής του νερού για μεγάλα διαστήματα σε απόμακρα τμήματα των οικισμών, όπως συμβαίνει κατ’ εξοχήν στα ακτινωτά δίκτυα, αποφεύγεται. Ακόμα, η λειτουργία των κατάντη κλάδων του δικτύου δεν σταματάει αν παρουσιαστεί μία βλάβη σε ανάντη κλάδο, καθώς υπάρχουν εναλλακτικές διαδρομές για τη ροή του νερού.

Βέβαια, οι παροχές κάθε κλάδου προσδιορίζονται σύνθετα με τη βοήθεια μιας επαναληπτικής διαδικασίας για ένα δεδομένο σενάριο κατανάλωσης, σε αντίθεση με τα ακτινωτά δίκτυα. Αξίζει να σημειωθεί ότι για κάποιο άλλο σενάριο κατανάλωσης ενδέχεται όχι μόνο να αλλάξει το μέτρο της παροχής αλλά και η φορά της.

Αρχικά μπορούν να προσδιοριστούν οι παροχές των κόμβων, θεωρώντας ότι η παροχή κατανάλωσης σε έναν αγωγό μοιράζεται εξίσου στα δύο άκρα του. Με βάση τις παροχές κατανάλωσης στους κόμβους επιλέγονται «αυθαίρετες» αρχικές τιμές για τις παροχές στους κλάδους.

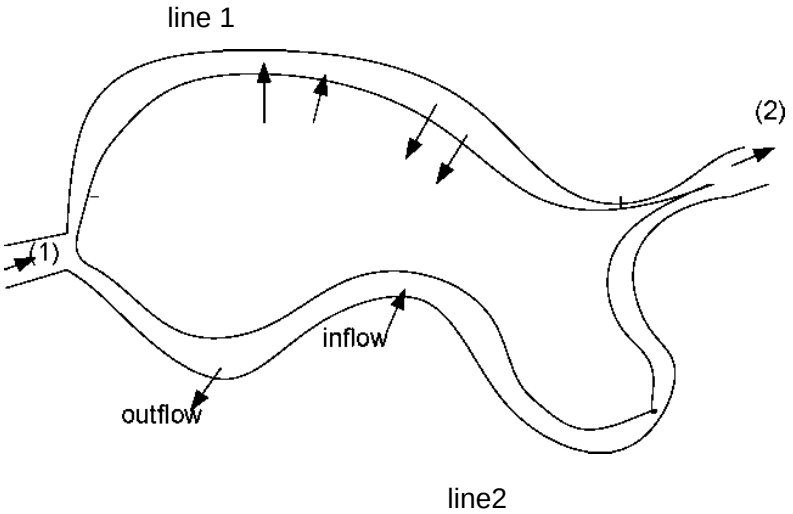
Με βάση αυτές τις «αυθαίρετες» παροχές γίνεται μία πρώτη επιλογή των διαμέτρων, με κριτήρια τους περιορισμούς για την ταχύτητα και το ύψος πίεσης έτσι ώστε να είναι δυνατή η υδραυλική επίλυση του δικτύου μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας. Οι βασικές αρχές της υδραυλικής στις οποίες στηρίζεται η επίλυση των κλειστών δικτύων είναι όπως προείπαμε:

- Η αρχή της διατήρησης της μάζας . Σε μόνιμη ροή το άθροισμα των παροχών που εισρέουν σε έναν κόμβο χωρίς αποθήκευση είναι ίσο με το άθροισμα των παροχών που εκρέουν:

$$\sum Q_{in} = \sum Q_{out} \qquad (3.22)$$

- Η αρχή διατήρησης της ενέργειας (ή εν προκειμένω συνέχεια της πίεσης). Το ύψος της γραμμής ενέργειας σε μία θέση 1 (H_1) είναι ίσο με το ύψος ενέργειας σε μία κατάντη θέση 2 (H_2) μαζί με τις απώλειες ενέργειας (σε μονάδες μήκους) στη διαδρομή 1-2.

$$H_1 = H_2 + \sum h_{f,1\to 2} \qquad (3.23)$$



Εικόνα 3.2: *Εφαρμογή της εξίσωσης της ενέργειας σε ένα κλειστό βρόχο*.

Πηγή: Τσακίρης Γ., 2010- Αστικά Υδραυλικά Έργα, Τόμος 1

Έστω δύο κόμβοι (1) και (2). Εφαρμόζοντας την εξίσωση της ενέργειας από τον κόμβο (1) στον κόμβο (2) δια μέσου της γραμμής 1 προκύπτει :

$$H_2 + h_{f_{\iota\alpha\delta\rho o\mu\acute{\eta}1}} = \mathrm{H}_1 \qquad (3.24)$$

Αντίστοιχα, εφαρμόζοντας την εξίσωση της ενέργειας από τον κόμβο (1) στον κόμβο (2) διαμέσου της γραμμής 2 προκύπτει :

$$H_2 + h_{f_{\ \delta\iota\alpha\delta\rho o\mu\acute{\eta}2}} = \mathrm{H}_1 \qquad (3.25)$$

Προφανώς όμως σε κάθε κόμβο το ύψος ενέργειας πρέπει να είναι ίδιο οπότε από τις παραπάνω εξισώσεις προκύπτει ότι :

$$h_{f\delta\iota\alpha\delta\rho o\mu\acute{\eta}1} = h_{f\delta\iota\alpha\delta\rho o\mu\acute{\eta}2} \qquad (3.26)$$

Συνεπώς από αυτή την εξίσωση εξάγεται το συμπέρασμα ότι το αλγεβρικό άθροισμα (με αναγκαία την παραδοχή θετικής φοράς)των απωλειών φόρτου για ένα κλειστό κύκλωμα (βρόχο) πρέπει να ισούται με μηδέν , δηλαδή :

$$\sum h_{1\beta\rho\acute{o}\chi o\upsilon} = 0 \qquad (3.27)$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. ΕΙΔΗ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

4.1. Είδη αγωγών δικτύων ύδρευσης

Στα δίκτυα ύδρευσης χρησιμοποιούνται σωλήνες του εμπορίου, οι οποίοι διαχωρίζονται ως προς το υλικό κατασκευής και την ονομαστική πίεση (κλάση), την μέγιστη πίεση δηλαδή μέχρι την οποία μπορούν να λειτουργούν με ασφάλεια.

Οι αγωγοί των δικτύων ύδρευσης, με βάση το υλικό κατασκευής τους χωρίζονται ως εξής:

- Πλαστικοί σωλήνες από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), οι οποίοι αποτελούν την πιο οικονομική επιλογή για αγωγούς μικρής διαμέτρου (< 400 mm) και ονομαστικής πίεσης έως 16 atm. Είναι φτιαγμένοι από ελαφρύ και εύκαμπτο υλικό και διατίθενται συνήθως σε 6μετρα τεμάχια.
- Πλαστικοί σωλήνες από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), οι οποίοι αντικαθιστούν σταδιακά τους αγωγούς από PVC. Είναι εξαιρετικά εύκαμπτοι, και προτιμώνται για μικρές διαμέτρους (< 125 mm). Μεταφέρονται σε ρολά των 100 m και δεν απαιτούν ειδικά τεμάχια στις στροφές. Παράγονται για κλάσεις έως 32 atm.
- Χαλυβδοσωλήνες (Χ/Σ), οι οποίοι είναι αρκετά δαπανηροί σε σχέση με τους πλαστικούς και χρησιμοποιούνται για μεγάλες διαμέτρους (> 1000 mm).
- Αμιαντοτσιμεντοσωλήνες (Α/Σ), οι οποίοι έχουν χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα στο παρελθόν, αλλά η χρήση τους έχει περιοριστεί λόγω πιθανών αρνητικών επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία.

  Η σύνδεση των σωλήνων γίνεται μέσω ειδικών τεμαχίων (σύστημα μούφας και ελαστικού δακτυλίου ή απλής μούφας με συγκόλληση) που παράγονται απο το ίδιο υλικό ή χυτοσίδηρο. Για τους υδραυλικούς υπολογισμούς οι συνδέσεις των σωλήνων θεωρούνται σαν μέρη του σωλήνα και δεν γίνεται κάποιος ξεχωριστός

υπολογισμός για αυτούς. Όσο αφορά το μήκος του αγωγού σαν χαρακτηριστικό μέγεθος σε ένα υδραυλικό δίκτυο αυτό είναι συνήθως η απόσταση που διανύει το νερό για να φτάσει από το κόμβο εισόδου στον κόμβο εξόδου και όχι την οριζόντια ευθεία που ενώνει τους δυο κόμβους.

Η διάμετρος ενός αγωγού χωρίζεται σε ονομαστική και εσωτερική. Ονομαστική είναι η εξωτερική διάμετρος και συμβολίζεται Φ και τη διάμετρο εκφρασμένη σε mm(π.χ. Φ80). Η εσωτερική χρησιμοποιείται για τους υδραυλικούς υπολογισμούς ενώ η σχέση τους εκφράζεται στους πίνακες κατασκευαστών. Για τα υδραυλικά δίκτυα στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ως επιτρεπτή διάμετρος η Φ63.

Ονομαστική διάμετρος (mm)	Εσωτερική διάμετρος (mm)					
	10 atm	12.5 atm	16 atm	20 atm	25 atm	32 atm
63	55.4	53.6	51.4	48.8	45.8	42.0
75	66.0	63.8	61.4	58.2	54.4	50.0
90	79.2	76.6	73.6	69.8	65.4	60.0
110	96.8	93.8	90.0	85.4	79.8	73.4
125	110.2	106.6	102.2	97.0	90.8	83.4
140	123.4	119.4	114.6	108.6	101.6	93.4
160	141.0	136.4	130.8	124.2	116.2	106.8
180	158.6	153.4	147.2	139.8	130.8	120.2
200	176.2	170.6	163.6	155.2	145.2	133.6
225	198.2	191.8	184.0	174.6	163.4	150.2
250	220.4	213.2	204.6	194.2	181.6	167.0
280	246.8	238.8	229.2	217.4	203.4	187.0
315	277.6	268.6	257.8	244.6	228.8	210.4
355	312.8	302.8	290.6	275.6	258.0	
400	352.6	341.2	327.4	310.6	290.6	
450	396.6	383.8	368.2	349.4	327.0	
500	440.6	526.4	409.2	388.4		
560	493.6	477.6	458.4			
630	555.2	537.4	515.6			

Πίνακας 4.1 : *Εσωτερικές διάμετροι αγωγών από πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς (HDPE)*

Οι αγωγοί διατάσσονται στο χώρο με βάση το ανάγλυφο της περιοχής έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος των εκσκαφών. Τοποθετούνται συνήθως κάτω από τα ρείθρα των πεζοδρομίων και απαιτούν μια επικάλυψη τουλάχιστον 1 m, ώστε να προστατεύονται από την ηλιακή ακτινοβολία, τον παγετό και τη μηχανική καταπόνηση.

4.2 Κόμβοι

Με τον όρο κόμβοι νοούνται τα σημεία εκείνα στα οποία ενώνονται οι αγωγοί μεταξύ τους με απώτερο σκοπό την κίνηση του νερού μέσα στο δίκτυο. Ουσιαστικά αποτελούν τα σημεία διακλάδωσης των αγωγών και για το λόγο αυτό ονομάζονται junctions, δηλαδή ενώσεις. Δε χρησιμοποιούνται ως αποθηκευτικοί χώροι νερού αλλά αντιθέτως αποτελούν τα σημεία ζήτησης νερού. Είναι τα σημεία στα οποία το νερό φεύγει από το δίκτυο με σκοπό την κάλυψη των αναγκών για νερού, του συνόλου των καταναλωτών. Το μοναδικό φυσικό χαρακτηριστικό που έχει ένας κόμβος είναι το υψόμετρο του.

Εικόνα 4.1: *Ενδεικτικός σύνδεσμος σωλήνων*

Οι κομβόι πρέπει να τοποθετούνται:

- στα σημεία τροφοδοσίας (δεξαμενές ,υδατόπυργοι)
- στα σημεία διακλαδώσεων (οχι απαραίτητα σε στροφές αγωγών)
- στα σημεία αλλαγής υλικού, τραχύτητας ή διαμέτρου αγωγού)
- στα σημεία αλλαγής των χρήσεων νερού (αστική ημιαστικοί τουριστική)
- στα σημεία αλλαγής της πυκνότητας του πληθυσμού και της δόμησης
- στις θέσεις των ειδικών καταναλωτών (π.χ. βιομηχανίες, ξενοδοχεία)
- στις θέσεις πυροσβεστικών κρούνων
- στις θέσεις των ειδικών διατάξεων (φρεάτια, βαλβίδες και αντλίες)

4.3 Δεξαμενές

Αποτελούν εξωτερικές πηγές νερού για το δίκτυο. Στην ουσία αποτελούν το χώρο στον οποίο συγκεντρώνεται το νερό και μέσω αγωγών (τροφοδοτικοί αγωγοί) διανέμεται στο δίκτυο. Οι δεξαμενές μπορεί να είναι υπόγειες ,επίγειες ή υπέργειες και τοποθετούνται συνήθως σε σημεία των οικισμών με μεγαλύτερο υψόμετρο από τα υψόμετρα των καταναλωτών. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την προσομοίωση λιμνών, ποταμών, υδροφόρων στρωμάτων υπόγειων νερών κ.α. Επίσης χρησιμεύουν σαν πηγές ποιότητας νερού. Το υψόμετρο της επιφάνειας μιας δεξαμενής δεν αλλάζει καθώς το νερό εισρέει ή εκρέει από αυτό κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης παρατεταμένης περιόδου (Extended Period Simulation).

Γενικά, ο τύπος των δεξαμενών που χρησιμοποιείται περισσότερο στα υδραυλικά δίκτυα είναι οι επίγειες και οι υπόγειες δεξαμενές καθώς είναι οι πιο οικονομικές. Κατασκευάζονται από σκυρόδεμα είτε σε φυσικά υψώματα κοντά στον οικισμό, είτε σε εκσκαφή μέσα στο έδαφος ή κατά τμήματα και στα δύο. Οι μεγάλες δεξαμενές (> 2000 m^3) είναι ορθογωνικές, ενώ οι μικρές μπορεί να είναι κυκλικής κάτοψης. Αποτελούνται από δύο τουλάχιστον ίσους θαλάμους, ώστε να είναι δυνατή η συντήρηση και ο καθαρισμός τους, χωρίς διακοπή της υδροδότησης. Η ωφέλιμη χωρητικότητα προκύπτει προσθέτοντας στον όγκο ρύθμισης ένα απόθεμα ασφαλείας (το δυσμενέστερο μεταξύ των περιπτώσεων βλάβης δικτύου ή πυρκαγιάς).Ο υπολογισμός των δεξαμενών αποσκοπεί στον καθορισμό της ανώτατης και κατώτατης στάθμης. Για τη διαστασιολόγηση, επιλέγεται ένα ωφέλιμο ύψος (που συνήθως κυμαίνεται από 3 έως 6 m), και καθορίζονται οι διαστάσεις της κάτοψης, ενώ στον πυθμένα δίνεται ρύση, με κλίση έως 8%. Από τον πυθμένα, αφήνεται ένα ελεύθερο περιθώριο, της τάξης των 0,2 έως 0,3 m. Ομοίως, μεταξύ της ανώτατης στάθμης και οροφής, αφήνεται περιθώριο, της τάξης των 0,5 m.

Οι υπέργειες δεξαμενές ή αλλιώς υδατόπυργοι επιλέγονται για τροφοδοσία οικισμών σε επίπεδες περιοχές και συνδυάζονται με τη λειτουργία αντλιοστασίων. Πρόκειται για δαπανηρές κατασκευές, αποτελούμενες από μια μονοθάλαμη υπέργεια

υδαταποθήκη μικρής, σχετικά, χωρητικότητας (~1500 m^3), που στηρίζεται σε υποστυλώματα, ενώ πιο σπάνια, η διάταξή τους είναι διθάλαμη. Επειδή το ύψος των υποστυλωμάτων είναι αναγκαστικά μικρό, η υδροστατική πίεση που παρέχουν είναι χαμηλή. Οι σφαιρικοί υδατόπυργοι είναι πάντοτε μεταλλικοί, ενώ οι κυλινδρικής κάτοψης κατασκευάζονται και από σκυρόδεμα. Γενικότερα οι σύγχρονες κατασκευές υδατόπυργων μορφώνονται με κυλινδρικές βάσεις αντί για υποστυλώματα, για στατικούς και λειτουργικούς λόγους (προστασία σωληνώσεων).

Εικόνα 4.2: *Υπέργεια Δεξαμενή στην περιοχη της Ροδιάς Τυρνάβου*

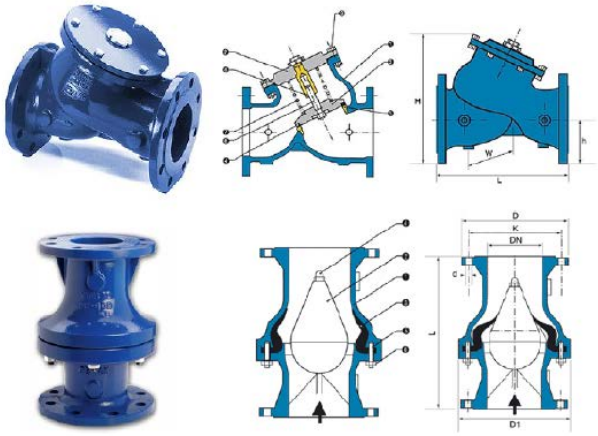
4.4 Ειδικές συσκευές δικτύων ύδρευσης

Προς αποφυγή ανεπιθύμητων πιέσεων, εκτός από τη σωστή επιλογή των διαμέτρων των αγωγών, υπάρχουν και ορισμένες ειδικές συσκευές οι οποίες βοηθούν στην ομαλή λειτουργία του δικτύου. Τέτοιες είναι:

- **Δικλείδες (βάνες) ρύθμισης της παροχής**, οι οποίες τοποθετούνται σε όλες τις διακλαδώσεις του δικτύου, έτσι ώστε σε περίπτωση βλάβης να μπορεί εύκολα να απομονωθεί το τμήμα εκείνο που χρειάζεται επισκευή.

Εικόνα 4.3: *Δικλείδες ρύθμισης της παροχής, μορφής σύρτη στα αριστερά και μορφής πεταλούδας στα δεξιά (Πηγή www.chryssafidis.com).*

- **Βαλβίδες αντεπιστροφής**,(Βαλβίδα ελέγχου) οι οποίες εγκαθίστανται κυρίως σε καταθλιπτικούς αγωγούς, ώστε να εξασφαλίσουν ότι η ροή γίνεται μόνο προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Στα δίκτυα ύδρευσης χρησιμοποιούνται κυρίως βαλβίδες αντεπιστροφής ελατηρίου και ελαστικής έμφραξης, έτσι ώστε να προστατεύονται οι αγωγοί από υδραυλικό πλήγμα.



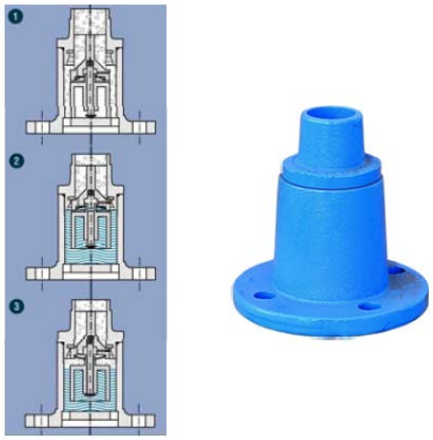
Εικόνα 4.4: *Βαλβίδα αντεπιστροφής ελατηρίου και βαλβίδα αντεπιστροφής ελαστικής έμφραξης*

(Πηγή: www.gemak.gr)

- **Εκκενωτές**, οι οποίοι είναι διακλαδώσεις τύπου «Τ» που τοποθετούνται σε χαμηλά σημεία του δικτύου και επιτρέπουν την ελεύθερη εκροή προς ένα φυσικό αποδέκτη, για έκπλυση και απομάκρυνση των φερτών υλικών.

- **Οι αερεξαγωγοί** τοποθετούνται σε υψηλά σημεία του δικτύου (χαμηλή πίεση) και σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας, χρησιμεύουν για απομάκρυνση του αέρα,

ενώ αντίθετα, στην περίπτωση πλήγματος εισάγουν αέρα, ώστε να πετύχουν γρήγορη αποσυμπίεση του δικτύου.



Εικόνα 4.5: *Αερεξαγωγός διπλής ενέργειας παλινδρομικού τύπου (Πηγή www.gemak.gr)*

Στην περίπτωση που η τοπογραφία και χωροταξία δεν επιτρέπουν τη χρήση πιεζοθραυστικών φρεατίων, χρησιμοποιούνται μειωτές πίεσης. Τοποθετούνται στα σημεία διαχωρισμού των πιεζομετρικών ζωνών και όπου, γενικά, επιδιώκεται μείωση του ενεργειακού υψομέτρου. Οι μειωτές πίεσης είναι ειδικές αυτόματες βαλβίδες που προκαλούν σταθερή πίεση εξόδου Ρο, αν η ανάντη πίεση Ρα είναι μεγαλύτερη από την Ρο, ενώ σε περίπτωση αντιστροφής της ροής λειτουργούν ως βαλβίδες αντεπιστροφής (Ευστρατιάδης, 2006).

Εικόνα 4.6: *Μειωτές πίεσης διπλού και μονού θαλάμου (Πηγή www.chryssafidis.com)*

4.5 Άλλα Στοιχεία του Δικτύου

4.5.1 Αντλίες

Οι αντλίες αποτελούν συσκευές ,οι οποίες μεταδίδουν ενέργεια σε ένα ρευστό, αυξάνοντας το πιεζομετρικό φορτίο. Με λίγα λόγια προσθέτουν ενέργεια στο δίκτυο. Αποτελούν τις συσκευές εκείνες οι οποίες βοηθούν το νερό να κινηθεί από σημεία με χαμηλότερη πίεση σε σημεία με υψηλότερη πίεση. Ο συνηθέστερος τύπος αντλίας που χρησιμοποιείται στα δίκτυα ύδρευσης είναι η φυγόκεντρη αντλία

Εικόνα 4.7: *Φυγόκεντρη αντλία*

4.5.2 Κρουνοί Πυρόσβεσης

Οι κρουνοί πυρόσβεσης τοποθετούνται σε διάφορα σημεία ενός δικτύου ύδρευσης σε μια αστική περιοχή, για την αντιμετώπιση τυχόν πυρκαγιών. Η ποσότητα του νερού που θα χρειαστεί για την κατάσβεση εξαρτάται από την έκταση της φλεγόμενης περιοχής, από το υλικό κατασκευής και από τη φειτνίαση με άλλα κτήρια. Γενικά η παροχή που χρειάζεται για πυρόσβεση είναι αρκετά μεγάλη και επηρεάζει σημαντικά τη λειτουργία του δικτύου. Στην Ελλάδα για κάθε αγωγό που διαθέτει κρουνό πυρόσβεσης η παροχή λαμβάνεται τουλάχιστον ίση με 5 l/s. (Καραλούλης, 2011)

Εικόνα 4.8: *Κρουνός πυρόσβεσης*

(Πηγή: http://www.chryssafidis.gr/items.php?catid=626)

4.5.3 Υδρομετρητές

Οι υδρομετρητές είναι συσκευές που μετρούν την παροχή του νερού σε ένα σωλήνα. Τοποθετούνται σε κάθε κτήριο ή οικόπεδο που συνδέεται με ένα δίκτυο ύδρευσης και έχουν ως σκοπό τη μέτρηση της κατανάλωσης νερού των συνδρομητών του δικτύου. Υδρομετρητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλα σημεία ενός δικτύου ύδρευσης για να μετρηθούν παροχές.

Γενικά οι υδρομετρητές χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Τους υδρομετρητές που είναι για οικιακή χρήση και τους υδρομετρητές που είναι για βιομηχανική χρήση. Επιπλέον υπάρχουν και υποκατηγορίες:

Οικιακοί	**Βιομηχανικοί**
• Ταχυμετρικοί	Απλοί
• Ογκομετρικοί	Σύνθετοι

Εικόνα 4.9: *Υδρομετρητής*

Κεφάλαιο 5

5.EPANET

5.1 Στοιχεία του EPANET

Το EPANET είναι ένα πρόγραμμα το οποίο προσομοιώνει τη χρονική διακύμανση των υδραυλικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της ροής σε δίκτυα διανομής υπό πίεση κάθε μεγέθους και οποιασδήποτε τοπολογίας. Το πρόγραμμα αυτό αναπτύχθηκε από την Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας των ΗΠΑ (U.S. Environmental Protection Agency). Αποτελεί ελεύθερο λογισμικό και είναι διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: *http://www.epa.gov./ORD/NRMRL/wswrd/epanet.htmal*.

Το EPANET είναι ένα εργαλείο, το οποίο βοηθάει στην κατανόηση της κίνησης των συστατικών του νερού στα συστήματα διανομής. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα είδη εφαρμογών που σχετίζονται με την προσομοίωση και την ανάλυση των δικτύων διανομής του νερού. Μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση εναλλακτικών στρατηγικών διαχείρισης για τη βελτίωση της ποιότητας του νερού σε ένα σύστημα. Λειτουργεί σε περιβάλλον Windows και παρέχει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον επεξεργασίας εισόδου δεδομένων του δικτύου, για τη λειτουργία υδραυλικών και την προσομοίωση της ποιότητας του νερού, καθώς και την προβολή των αποτελεσμάτων σε μια ποικιλία μορφών. Αυτές περιλαμβάνουν χάρτες με χρωματικό κώδικα του δικτύου, πίνακες δεδομένων καθώς και γραφήματα χρονοσειρών.

5.2 Υδραυλικές Δυνατότητες του Epanet

Το Epanet διαθέτει ένα μηχανισμό υδραυλικής ανάλυσης που παρέχει τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Δε θέτει όριο στο μέγεθος του δικτύου που πρόκειται να προσομοιωθεί
- Υπολογίζει τις απώλειες τριβών χρησιμοποιώντας τις μεθόδους Hazen-Williams, Darcy-Weisbach ή Chezy-Manning

- Περιλαμβάνει μικρές απώλειες τριβών στις καμπύλες και στους συνδέσμους
- Περιλαμβάνει μοντέλα συνεχούς ή μεταβαλλόμενης ταχύτητας λόγω αντλιών
- Υπολογίζει την άντληση της ενέργειας και του κόστους
- Περιλαμβάνει μοντέλα με διάφορους τύπους βαλβίδων, συμπεριλαμβανομένων κλεισίματος, έλεγχου, ρύθμισης πίεσης και βαλβίδες ελέγχου ροής

5.3 Δυνατότητες μοντελοποίησης της ποιότητας του νερού

Το Epanet εκτός από τις δυνατότητες μοντελοποίησης υδραυλικών στοιχείων, δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να μοντελοποιήσει στοιχεία που αφορούν την ποιότητα 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

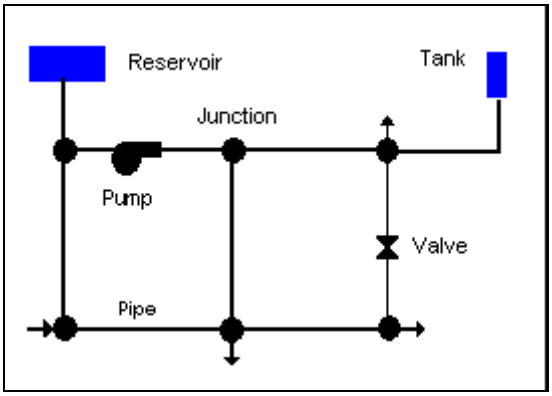
5.4 Βήματα για τη χρήση του Epanet

Τα βήματα που ακολουθούν είναι ενδεικτικά για τη χρήση του Epanet ώστε να προκύψει ένα σύστημα διανομής νερού.

Σχεδιασμός ενός δικτύου που θα αναπαριστά το δίκτυο διανομής

1. Επεξεργασία των ιδιοτήτων των αντικειμένων που απαρτίζουν το δίκτυο
2. Περιγραφή του τρόπου λειτουργίας του δικτύου
3. Επιλογή των τρόπων ανάλυσης
4. Εκτέλεση της υδραυλικής ανάλυσης ή της ποιοτικής ανάλυσης των υδάτων
5. Εξέταση των αποτελεσμάτων ανάλυσης που θα διεξαχθούν.

Παράδειγμα:



Εικόνα 5.1: Αναπαράσταση ενός δικτύου διανομής

Node	Elevation (ft)	Demand (gpm)
1	300	0
2	280	200
3	290	200
4	300	150
5	350	150
6	310	200
7	300	0
8	400	0

Πίνακας 5.1: ιδιότητες κόμβων

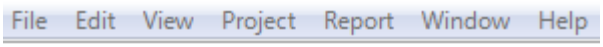
Pipe	Length (ft)	Diameter (inches)
1	300	14
2	500	12
3	500	8
4	550	8
5	550	8
6	600	10
7	500	6
8	650	6

Πίνακας 5.2: ιδιότητες αγωγών

5.5 Περιβάλλον Εργασίας Epanet

Στο χώρο εργασίας του Epanet, υπάρχουν τρεις «μπάρες εργαλείων» και δύο «παράθυρα». Στις μπάρες εργαλείων ανήκουν τα εξής:

Menu Bar



Βρίσκεται στο πάνω μέρος του χώρου εργασίας του προγράμματος και περιλαμβάνει μια σειρά εντολών με τις οποίες ο χρήστης ελέγχει το πρόγραμμα. Περιλαμβάνει τις εξής εντολές:

- File menu: περιλαμβάνει εντολές για άνοιγμα, αποθήκευση και εκτύπωση αρχείων.

- Edit menu: περιλαμβάνει εντολές για αντιγραφή του χάρτη, των αποτελεσμάτων κ.τ.λ.
- View menu: περιλαμβάνει κυρίως εντολές που αφορούν την παρουσίαση του χάρτη στο χρήστη.
- Project menu: περιλαμβάνει κυρίως εντολές που αφορούν την ανάλυση και τον τρόπο με τον οποίο θα επιλυθεί το δίκτυο.
- Report menu: περιλαμβάνει κυρίως εντολές που αφορούν την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης του δικτύου.
- Window menu: περιλαμβάνει κυρίως εντολές που αφορούν την επαναφορά των παραθύρων του προγράμματος σε περίπτωση κλεισίματός τους.
- Help menu: περιλαμβάνει εντολές που βοηθούν το χρήστη στο να κατανοήσει καλύτερο τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί το πρόγραμμα.

Toolbars

Η συγκεκριμένη “μπάρα εργαλείων” περιλαμβάνει μια σειρά εικονιδίων, σχεδιαστικών και μη, μέσω των οποίων δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να σχεδιάσει το προς επίλυση δίκτυο διανομής νερού αλλά και να επιλέξει αυτόματα την εκτέλεση βασικών εντολών όπως την αποθήκευση και εκτύπωση του project που έχει δημιουργήσει, να επιλέξει την επίλυση του δικτύου μέσω του προγράμματος, να εξάγει πίνακες, γραφήματα κ.α.

Status Bar

Εμφανίζεται στο κάτω μέρος του χώρου εργασίας του προγράμματος και περιλαμβάνει τις παρακάτω πληροφορίες:

- Auto-Length: πληροφορεί το χρήστη εάν είναι ενεργοποιημένη (on) ή όχι (off) ο αυτόματος υπολογισμός του μήκους των αγωγών του δικτύου.
- Flow Units: πληροφορεί το χρήστη για την μονάδα μέτρησης πουχρησιμοποιεί το πρόγραμμα για την παροχή κατανάλωσης (π.χ. Litre Per Second- LPS).
- Zoom Level: πληροφορεί το χρήστη για το επίπεδο μεγέθυνσης του χάρτη.

Run Status: είναι ένα εικονίδιο το οποίο πληροφορεί το χρήστη για το αν το πρόγραμμα κατάφερε να επιλύσει το δίκτυο. Μη επίλυση του δικτύου μπορεί να σημαίνει ανεπαρκή δεδομένα για τις συνιστώσες του δικτύου ή εισαγωγή λανθασμένων δεδομένων.

- X , Y Location: πληροφορεί το χρήστη για τη θέση του κέρσορα στο χάρτη, κάθε στιγμή.

Όσον αφορά τα δύο βασικά παράθυρα, που εμφανίζονται στο χώρο εργασίας του προγράμματος, είναι τα: Network Map και Browser.

Network Map

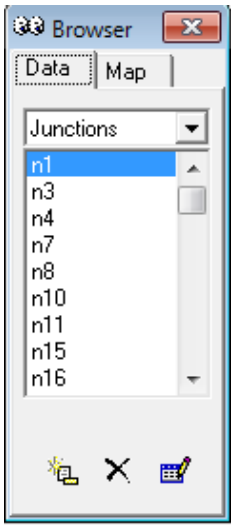
Το παράθυρο αυτό παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα σχεδίασης του προς επίλυση δικτύου διανομής νερού. Στο παράθυρο αυτό εισάγονται με χρήση των αντίστοιχων εικονιδίων, όλες οι βασικές συνιστώσες (κόμβοι (junctions), δεξαμενές, αγωγοί, ειδικές συσκευές) που απαρτίζουν ένα δίκτυο διανομής νερού. Η τοποθέτησή τους στο χάρτη καθώς επίσης και οι αποστάσεις μεταξύ τους, δεν είναι αναγκαίο να ανταποκρίνονται στις πραγματικές τους τιμές. Στο χώρο αυτό, επιλεγμένα μεγέθη των συνιστωσών του δικτύου (π.χ. πιέσεις στους κόμβους, ταχύτητες ροής στους αγωγούς), μπορούν να εμφανιστούν γραφικά μέσω χρωματικών διαβαθμίσεων. Νέες συνιστώσες του δικτύου μπορούν να προστεθούν αλλά και ήδη υπάρχοντες να διαγραφούν ή να μετακινηθούν σε νέα θέση. Επίσης, όσον αφορά τους κόμβους και τους αγωγούς, μπορούν να σχεδιαστούν σε διαφορετικά μεγέθη, με σκοπό την καλύτερη και ευκρινέστερη παρουσίαση τους. Τέλος, το πρόγραμμα παρέχει τη δυνατότητα χρήσης κάποιου χάρτη ως υπόβαθρο (π.χ. ένα τοπογραφικό χάρτη, δρόμους κ.τ.λ.) σύμφωνα με το οποίο θα γίνει η σχεδίαση του προς επίλυση δικτύου διανομής νερού.

Browser

Το παράθυρο αυτό χωρίζεται σε δύο επιμέρους παράθυρα, τα: Data Browser και Map Browser.

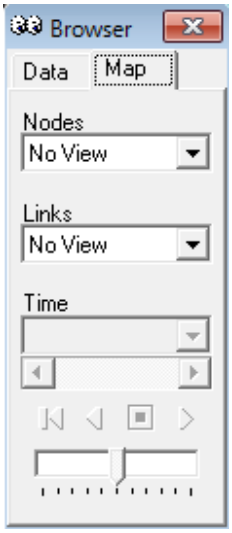
Data Browser

Στο παράθυρο αυτό, το οποίο παρουσιάζεται παρακάτω, ο χρήστης εισάγει όλα τα απαραίτητα δεδομένα των συνιστωσών του δικτύου, με σκοπό την επίλυσή του.



Map Browser

Το παράθυρο αυτό δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να παρουσιάσει στο χάρτη, με χρωματική διαβάθμιση, τα δεδομένα των συνιστωσών του δικτύου, αλλά και τα αποτελέσματα των διάφορων μεγεθών που υπολογίστηκαν κατά την επίλυση του δικτύου (π.χ. πιέσεις στους κόμβους, ταχύτητες ροής στους αγωγούς). Επίσης δίνει τη δυνατότητα παρουσίασης στο χάρτη, μέσω χρωματικής διαβάθμισης, της διακύμανσης των διάφορων ποσοτήτων στο χρόνο.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6. ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

6.1 Δείκτες Αξιολόγησης Δικτύου Ύδρευσης

Η αξιολόγηση ενός δικτύου ύδρευσης επιτυγχάνεται μέσω κάποιων δεικτών αξιολόγησης. Με το συστηματικό υπολογισμό των δεικτών αξιολόγησης επιτυγχάνονται τα ακόλουθα:

- διαχρονική παρακολούθηση της απόδοσης του δικτύου
- εντοπισμός προβληματικών περιοχών και χρόνων που πρέπει να βελτιωθούν
- μπορεί να μετράται αντικειμενικά η αποτελεσματικότητα κάθε παρέμβασης στο δίκτυο
- σύγκριση δικτύων με όμοια χαρακτηριστικά.

Οι δείκτες αξιολόγησης συνήθως βαθμολογούνται στην κλίμακα 1 έως 5 εκτός αν ορίζεται διαφορετικά, όπου:

5: άριστη λειτουργία
4: πολύ καλή λειτουργία
3: ικανοποιητική λειτουργία
2: ανεπαρκής λειτουργία
1: κακή λειτουργία.

Τα κριτήρια αξιολόγησης στα όποια εντάσσονται οι δείκτες είναι οι ακόλουθοι (Τσακίρης, 2010):

1. η αξιοπιστία (reliability)
2. ο χρόνος επανάκαμψης (σε κανονική λειτουργία) (resiliency)
3. η αποδοτικότητα (efficiency)
4. η προσαρμοστικότητα (robustness)

5. η τρωτότητα (vulnerability) και
6. η επάρκεια (adequacy).

Εκτός των παραπάνω από τις εταιρείες ύδρευσης χρησιμοποιούνται και οικονομικά κριτήρια, κριτήρια κατανάλωσης ενέργειας ή εργατικού κόστους με τους αντίστοιχους δείκτες όπως:

1. κόστος m^3 παραγόμενου νερού (€/ m^3)
2. πόσο ενέργειας ανά m^3 παραγόμενου νερού (kWh/ m^3)
3. αριθμός ανθρωποωρών ανά m^3 παραγόμενου νερού (manhours/ m^3).

Ένας χρήσιμος δείκτης ***αξιοπιστίας*** είναι ,ο ***δείκτης β,*** που μετρά τον αριθμό των βλαβών το έτος δια του συνολικού μήκους των σωληνώσεων του δικτύου.

Ένας άλλος ειδικός δείκτης είναι ο ***Δείκτης Πραγματικών Απωλειών*** (Index of real losses) ο οποίος είναι ο βασικός Τεχνικός Δείκτης και είναι ο λόγος του Ετήσιου Όγκου Πραγματικών Απωλειών δια του αριθμού των Εγκάρσιων Συνδέσεων πολλαπλασιαζόμενος επί τον αριθμό των ημερών κατά τις οποίες το δίκτυο ήταν υπό πίεση. Ο δείκτης αυτός εκφράζεται σε L/d και χρησιμοποιείται για αστικά δίκτυα που έχουν πέραν των 20 εγκάρσιων συνδέσεων ανά χιλιόμετρο. Για μικρότερο αριθμό εγκάρσιων συνδέσεων ο Δείκτης Πραγματικών Απωλειών μπορεί να εκφραστεί σε m^3 ετήσιας απώλειας νερού/ km.

Επίσης, ο ***Δείκτης Διαρροών Δικτύου*** (Infrastructure Leakage Index) ορίζεται ως ο λόγος των Υφιστάμενων Πραγματικών Απωλειών (ΥΠΑ) δια των Αναπόφευκτων Πραγματικών Απωλειών (ΑΠΑ) . Οι ΥΠΑ δεν μηδενίζονται ποτέ και εκφράζονται σε m^3/έτος. Η χαμηλότερή τους τιμή σε πολύ καλά συντηρημένα δίκτυα καθορίζεται ως οι ΑΠΑ. Για τον υπολογισμό τους χρησιμοποιείται εμπειρικός μαθηματικός τύπος που τις εκφράζει ως συνάρτηση του μήκους των αγωγών του δικτύου, του αριθμού των εγκάρσιων συνδέσεων των καταναλωτών, του μήκους των εγκάρσιων αγωγών και της μέσης πίεσης λειτουργίας του δικτύου. Ο Δείκτης Διαρροών Δικτύου (ΔΔΔ) δείχνει το επίπεδο των απωλειών πέραν του ελαχίστου.

6.2 Κριτήρια αξιολόγησης

Για την πληρότητα της παρουσίασης κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν συνοπτικά και τα κριτήρια αξιολόγησης στα οποία εντάσσονται οι δείκτες αξιολόγησης.

Όσον αφορά τον ***χρόνο επανάκαμψης*** ο αντίστοιχος δείκτης περιγράφει το πόσο γρήγορα ένα σύστημα είναι αναμενόμενο να επανέλθει στην πρότερα κανονική λειτουργία αφού έχει αστοχήσει. Ο δείκτης αυτού του κριτηρίου είναι η μέση διάρκεια της αστοχίας του συστήματος σε ώρες στη διάρκεια ενός έτους, ***δ*** (h/αστοχία) (Τσακίρης, 2010).

Η αποδοτικότητα ενός συστήματος ύδρευσης αναφέρεται συνήθως στο ποσοστό του νερού που παράγεται και καταγράφεται στις ενδείξεις των μετρητών των καταναλωτών. Το υπόλοιπο ποσοστό το οποίο αποτελεί τις πραγματικές ή φαινομενικές απώλειες αναφέρεται ως μη καταγραφόμενο νερό (non-accounted water) ή ως ατιμολόγητο νερό (non-revenue water) στην περίπτωση που αν και καταγράφεται δεν τιμολογείται. Σε κάθε περίπτωση ο ***δείκτης αποδοτικότητας*** αναφέρεται στο ποσοστό του μη καταγραφόμενου νερού. Ο δείκτης αυτός δύσκολα βρίσκεται σε επίπεδα κάτω του 15%, ενώ για την πλειονότητα των δικτύων ύδρευσης βρίσκεται μεταξύ 30-60%.

Η ***προσαρμοστικότητα*** ενός δικτύου καθορίζεται ως η δυνατότητα του δικτύου να προσαρμόζεται σε νέα δεδομένα και συνθήκες. Ο κυριότερος παράγοντας που αλλάζει στο χρόνο είναι οι ανάγκες σε νερό (ζήτηση) και επομένως οι παροχές εκροής από τους κόμβους του δικτύου. Σύμφωνα με τους Spiliotis & Tsakiris (2009) για αυξομείωση της παροχής στους κόμβους ±20% της αρχικής παροχής σχεδιασμού θα πρέπει το δίκτυο να συμπεριφέρεται ικανοποιητικά από πλευράς πιέσεων ώστε να εξασφαλίζει επαρκή πίεση και να μην δημιουργεί υπερπιέσεις.

Σχετικά με την ***τρωτότητα (V)*** αυτή μπορεί να αντιπροσωπεύεται με ένα δείκτη που αντιστοιχεί στο μέσο ύψος ζημιών από τις αστοχίες του συστήματος κατά τη διάρκεια ενός έτους λειτουργίας:

$$N = \frac{\text{Άθροισμα ζημιών σε ένα έτος}}{\text{Άθροισμα αστοχιών σε ένα έτος}} (€/\text{αστοχία})$$

Εξίσωση 6.1

Η ***επάρκεια*** αντιπροσωπεύεται με ένα δείκτη που είναι ο λόγος της παροχέτευσης νερού στους καταναλωτές προς τη ζήτηση. Ο ***δείκτης επάρκειας*** μπορεί να ενταχθεί στη συνήθη κλίμακα βαθμολογίας 1 μέχρι 5.

6.3 Δείκτες Todini

Ο καθηγητής E.Todini πρότεινε κάποιους δείκτες αξιολόγησης των δικτύων ύδρευσης. Οι δείκτες αξιολόγησης είναι τρεις. Ο πρώτος αφορά την ευρωστία του δικτύου (I_r), ο δεύτερος την αστοχία (I_f) και ο τρίτος το διαθέσιμο πλεόνασμα της κεφαλής στον δυσμενέστερο κόμβο (I_s).

Δείκτης Ευρωστίας

Ο δείκτης ευρωστίας ορίστηκε με βάση την παρακάτω διαδικασία.

Εάν:

$$P_{tot} = \gamma \sum_{k=1}^{n_r} Q_k H_k \qquad (6.2)$$

είναι η συνολική ισχύς στην είσοδο στο δίκτυο διανομής νερού, όπου γ το ειδικό βάρος νερού, Q_k η παροχή της δεξαμενής, H_k το υψόμετρο της πιεζομετρικής γραμμής στη δεξαμενή, K η δεξαμενή και n_r ο αριθμός των δεξαμενών, ισχύει η ακόλουθη σχέση:

$$P_{tot} = P_{\text{int}} + P_{ext} \qquad (6.3)$$

όπου

P_{int} είναι η ισχύς που χάθηκε στους σωλήνες και

$$P_{ext} = \gamma \sum_{i}^{n_n} =_1 q_i h_i \qquad (6.4)$$

είναι η ισχύς που παραδίδεται στους χρήστες με ροή $\boldsymbol{q_i}$ και $\boldsymbol{h_i}$, το ύψος πίεσης σε

κάθε κόμβο *i*, όπου n_n ο αριθμός των κόμβων.

Ο δείκτης ευρωστίας I_r ορίζεται ως εξής:

$$I_r = 1 - \left(P_{\text{int}}^* / P_{\max}^*\right) \tag{6.5}$$

Όπου $P_{\text{int}}^* = P_{tot} - \gamma \sum_{i=1}^{n_n} q^* h_i$ εκφράζει το ποσό της ισχύς που χάθηκε στο δίκτυο για να ικανοποιήσει τη ζήτηση και $P_{\max}^* = P_{tot} - \gamma \sum_{i=1}^{nn} q^* h_i^*$ η μέγιστη ισχύς που θα χανόταν εσωτερικά προκειμένου να ικανοποιηθούν οι περιορισμοί από άποψη ζήτησης και πίεσης στους κόμβους.

Έπειτα από διάφορες αντικαταστάσεις ο δείκτης ευρωστίας μπορεί να γραφτεί με την ακόλουθη μορφή:

$$I_r = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} q_i \left(h_i - h_i^*\right)}{\sum_{k=1}^{n_r} Q_k H_k - \sum_{i=1}^{n_n} q_i^* h_i^*} \tag{6.6}$$

Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι ο δείκτης ευρωστίας μπορεί να τροποποιηθεί ώστε να υπολογίζονται οι αντλίες εάν υπάρχουν, τροποποιώντας το $P_{tot,}$

$$P_{tot} = \gamma \sum_{k=1}^{n_r} Q_k H_K + \sum_{j=1}^{n_p} P_j \tag{6.7}$$

Όπου:

P_j: η ισχύς που εισάγεται στο δίκτυο από τη *j* αντλία

n_p: ο αριθμός των αντλιών

Τελικά ο δείκτης ευρωστίας παίρνει την ακόλουθη μορφή:

$$I_r = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} q_i^* \left(h_i - h_i^*\right)}{\sum_{k=1}^{n_r} Q_k H_k + \sum_{j=1}^{n_p} \left(p_j / \gamma \right) - \sum_{i=1}^{n_n} q_i^* h_i^*} \tag{6.8}$$

Δείκτης Αστοχίας I_f

Ένας άλλος δείκτης είναι ο δείκτης αστοχίας που υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$I_f = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} I_{fi}}{\sum_{i=1}^{n_n} q_i^* h_i^*}, \text{όπου} \qquad (6.9)$$

$$I_{fi} = \begin{cases} 0 & \forall_i : h_i \geq h_i^* \\ q_i^* \left(h_i^* - h_i \right) & \forall_i : h_i < h_i^* \end{cases}$$

Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της αστοχίας στο δίκτυο.

Δείκτης I_s

Ο δείκτης αυτός δείχνει το διαθέσιμο πλεόνασμα της κεφαλής στο δυσμενέστερο κόμβο. Υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$I_s = \min\left\{ h_i - h_i^* \right\} \forall_i = 1, n_n \qquad (6.10)$$

6.3.1 Διαδικασία Βελτιστοποίησης Todini

Ο καθηγητής E.Todini πρότεινε μία διαδικασία ευρετικής (heuristic) βελτιστοποίησης με σκοπό να κατασκευασθεί ένα μοντέλο κόστους-ανθεκτικότητας ενός δικτύου ύδρευσης που δίνει ένδειξη για το σύνολο των βέλτιστων πιθανών λύσεων και η οποία ξεκινά από μια αρχική γκάμα διαμέτρων σωλήνων που καθορίζεται από τον μελετητή, με βάση την εμπειρία του. Στη συνέχεια περιγράφεται ένα μοντέλο που στηρίζεται στην επάρκεια πίεσης στην κεφαλή του δικτύου σε συνάρτηση με τις διαμέτρους των σωλήνων και την οικονομικότητα του δικτύου. Έτσι είναι δυνατόν να κατασκευαστεί και να αναλυθεί ένα μοντέλο κόστους-ανθεκτικότητας που δίνει ένδειξη για το σύνολο των βέλτιστων πιθανών λύσεων.

Βήματα ανάλυσης του μοντέλου

- Καθορισμός μια ελάχιστης απαιτούμενης τιμής για το δείκτη ευρωστίας.
- Ορισμός μια συγκεκριμένης διαμέτρου για όλους τους αγωγούς

- Υδραυλική ανάλυση του δικτύου, η οποία εκτελείται χρησιμοποιώντας το "global gradient" που αναπτύχθηκε από τον Todini (1979), Todini and Pilati (1988). Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης, αν ο δείκτης αστοχίας είναι μηδέν η διαδικασία ξεκινά η μείωση της διαμέτρου των σωλήνων, διαφορετικά η διάμετρος του σωλήνα θα πρέπει να αυξηθεί.

- Η μείωση της διαμέτρου γίνεται στον αγωγό που συνδέει τους κόμβους i* και j* για την οποία η μεγαλύτερη μείωση στο κόστος ανά μονάδα κατανάλωσης ισχύος εμφανίζεται για ένα βήμα στην εμπορική διάμετρο $D_{ij}^{\lambda} \rightarrow D_{ij}^{\lambda-1}$ του γενικού σωλήνα που συνδέει τους κόμβους i, j, όπως φαίνεται παρακάτω:

$$\{i, j^*\} = \max_{\{i,j\}} \left[-\frac{C_{ij}^{\lambda-1} - C_{ij}^{\lambda}}{P_{ij}^{\lambda-1} - P_{ij}^{\lambda}} \right] \forall i, j \qquad (6.11)$$

Όπου i*, j* είναι ο σωλήνας που συνδέει τους κόμβους i* και j* ενώ {i, j}

αντιπροσωπεύει το σύνολο όλων των σωλήνων. Αρχικά οι σωλήνες που πρέπει να μειωθούν σε διάμετρο τείνουν να είναι οι μακρύτεροι και μεγαλύτεροι. Για να εφαρμοστεί η μείωση της διαμέτρου γίνονται τρεις έλεγχοι. Ο πρώτος είναι ένας έλεγχος ταχύτητας : η μέγιστη ταχύτητα στον τροποποιημένο σωλήνα δεν θα πρέπει να υπερβαίνει μία προκαθορισμένη τιμή (γενικά 2m/s). Ο δεύτερος έλεγχος γίνεται με βάση το δείκτη ευρωστίας, και δίνεται ως συνάρτηση της κατά προσέγγιση εκτίμησης της συνολικής αύξησης της εσωτερικής κατανάλωσης ισχύος, η οποία θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη μίας καθορισμένης τιμής. Ο τρίτος έλεγχος γίνεται με βάση την εκτίμηση του δείκτη αστοχίας, δεδομένου του δείκτη ευρωστίας, που δεν πρέπει να είναι θετικός. Αυτή η διαδικασία ακολουθείται επαναληπτικά, χωρίς εκ νέου ανάλυση σε κάθε αλλαγή διαμέτρου, μέχρις ότου δεν είναι δυνατές άλλες κινήσεις.

- Η αύξηση της διαμέτρου γίνεται με βάση την μέγιστη μείωση της εσωτερικής κατανάλωση ισχύος ανά μονάδα κόστους:

$$\{i^*, j^*\} = \max_{\{i,j\}} \left[-\frac{P_{ij}^{\lambda} - P_{ij}^{\lambda-1}}{C_{ij}^{\lambda} - C_{ij}^{\lambda-1}} \right] \forall ij$$

(6.12)

Αυτή η διαδικασία της αύξησης της διαμέτρου τείνει να αυξήσει το μέγεθος των σωλήνων στην παρούσα διάταξη για την οποία μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια με μικρότερες αυξήσεις του κόστους. Ακολουθώντας το διάγραμμα ροής της διαδικασίας ευρετικής (heuristic) βελτιστοποίησης που δίνεται στην εικόνα ***6.1,*** η αύξηση των διαμέτρων σταματά, είτε σύμφωνα με ένα μέγιστο αριθμό κινήσεων είτε όταν η εκτίμηση του δείκτη ευρωστίας είναι υψηλότερη από τη δεδομένη τιμή. Ο στόχος της προτεινόμενης προσέγγισης, η οποία τείνει να αυξήσει την ανθεκτικότητα ως συνάρτηση της κυρτής διάρθρωσης του δικτύου, είναι στην πραγματικότητα μια προσπάθεια να διανεμηθεί η ροή πιο ομοιόμορφα μεταξύ όλων των σωληνώσεων, το οποίο είναι το αντίθετο της συγκέντρωσης της ροής σε ένα εκτεινόμενο δίκτυο σωλήνων. Και πάλι, στο τέλος του βήματος αυτού, μια νέα ανάλυση δικτύου εκτελείται και υπολογίζεται τόσο ο δείκτης ευρωστίας όσο και ο δείκτης αστοχίας πριν την έναρξη της διαδικασίας.

- Όταν καμία άλλη κίνηση δεν είναι δυνατή, ή μετά από ένα προκαθορισμένο αριθμό βημάτων, μια νέα τιμή για τον ελάχιστα αποδεκτό δείκτη ευρωστίας δίνεται και η διαδικασία ξεκινά και πάλι.

E. Todini / Urban Water 2 (2000) 115–122 1

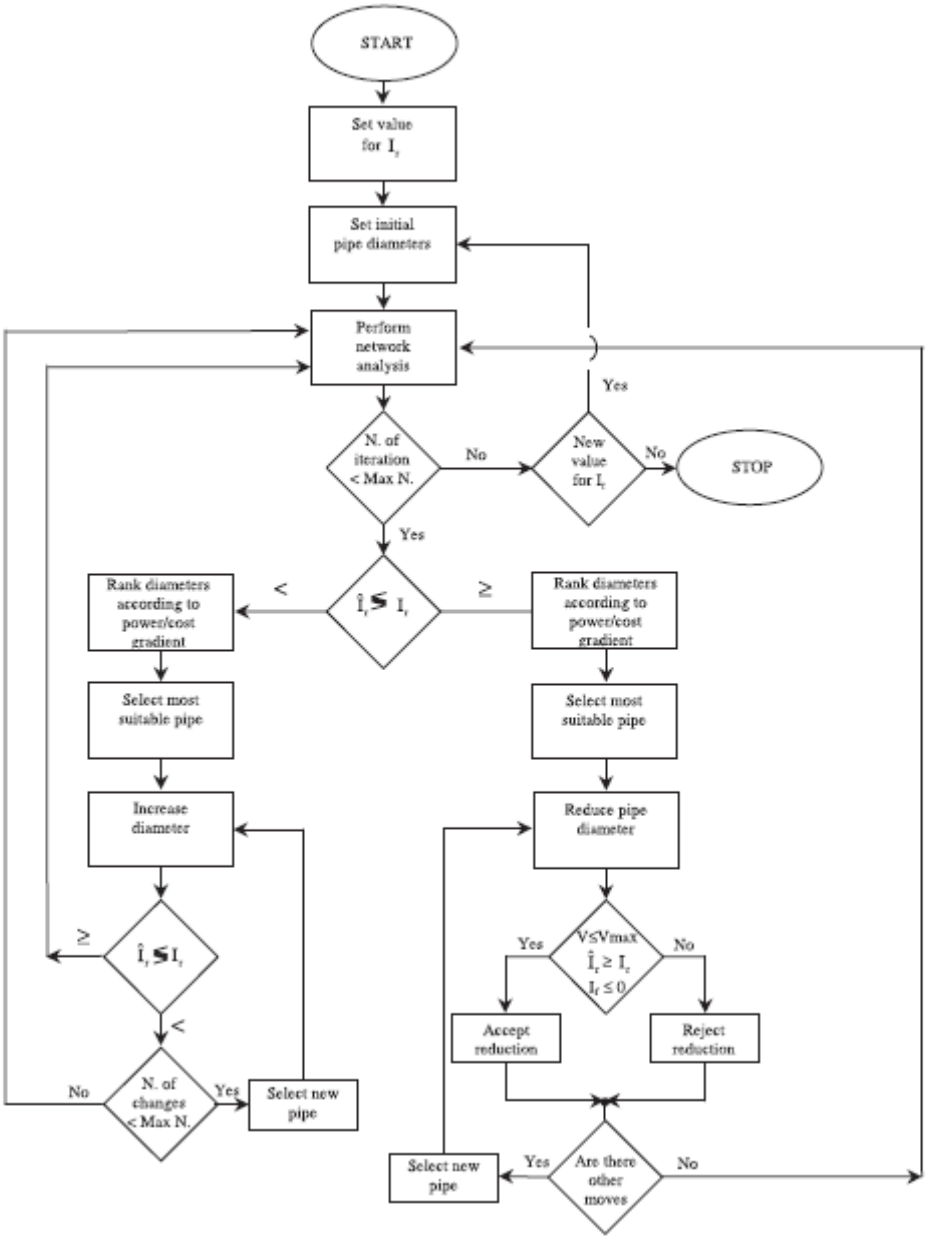


Fig. 1. Flow chart of the heuristic optimisation process.

Εικόνα 6.1: *Διάγραμμα Ροής της ευρετικής (heuristic) διαδικασίας βελτιστοποίησης.*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΡΟΔΙΑΣ

7.1 Γεωγραφικά Στοιχεία του Οικισμού

Η τοπική Κοινότητα της Ροδιάς είναι ένα οικισμός του δήμου Τυρνάβου, στο νομό Λάρισας. Το δημοτικό διαμέρισμα της Ροδιάς απέχει από την πόλη του Τυρνάβου και της Λάρισας 12 χλμ. και 20 χλμ. αντίστοιχα. Η συνολική έκταση του Δ.Δ. Ροδιάς καλύπτει 133.300 στρέμματα. Από αυτά 11.006 στρέμματα είναι καλλιεργούμενες εκτάσεις και άγονοι βοσκότοποι ενώ οι μη καλλιεργούμενες βοηθητικές εκτάσεις καλύπτουν 1.068 στρέμματα. Έχει 953 κατοίκους και από αυτήν διέρχονται οι ποταμοί Πηνειός, Μάτι Τυρνάβου και ο χείμαρρος Τιταρήσιος. Περιλαμβάνει και ένα μικρότερο οικισμό ,το Κόρδεσι.

7.2 Ιστορική Αναδρομή

Αρκετές αρχαιότητες έχουν βρεθεί στη Ροδιά από την παλαιότερη Νεολιθική μέχρι την Κλασσική εποχή. Μια αμερικάνικη αποστολή ειδικών αρχαιολόγων ανακάλυψε στα στενά της Ροδιάς, όπου συμβάλλει ο Πηνειός με τον Τιταρήσιο, εργαλεία από πυριτόλιθο, ο οποίος είναι ένα υαλώδες και πολύ σκληρό πέτρωμα. Τα εργαλεία αυτά χρησιμοποιούνταν από τους ανθρώπους της εποχής εκείνης στο κυνήγι, στο τεμάχισμα της λείας τους, και σε πολλές άλλες χρήσεις. Επίσης ανακάλυψε και πολλα απολεπίσματα, μικρά και μεγάλα κομμάτια πυριτόλιθου που είναι επόμενο να δημιουργούνται κατά τη διαδικασία της κατασκευής εργαλείων.

Επειδή δε στη γύρω περιοχή υπάρχουν φυσικές εμφανίσεις τέτοιου πυριτολιθικού υλικού, υποθέτουμε, με μεγάλη πιθανότητα, ότι σ’ αυτό το σημείο πρέπει να υπήρχε κάποιος άλλος καταυλισμός των ανθρώπων αυτών, όπου κατασκεύαζαν τέτοια εργαλεία, ένα εργαστήριο παραγωγής εργαλείων δηλαδή.

Οι άνθρωποι αυτοί ανήκουν στον τύπο του ανθρώπου που λέγεται Homo Sapiens Modern (ο σοφός άνθρωπος, ο σύγχρονος) που είναι ο άμεσος πρόγονος όλων των σημερινών φυλών. Δηλαδή δεν έχουν ανατομικές διαφορές με μας τους σύγχρονους ανθρώπους. Επομένως, πολλές χιλιάδες χρόνια πριν υπήρχαν άνθρωποι εδώ στην περιοχή που προσπαθούσαν να επιβιώσουν στήνοντας καρτέρι στα στενά περάσματα του Πηνειού, για να θηρεύσουν κάποια άγρια ζώα, που έρχονταν να πιουν νερό στο ποτάμι, ή να περάσουν κατά τη μετανάστευσή τους.

Πολύ πρόσφατα, το 1991, η ίδια ομάδα έκανε μια σπουδαία ανακάλυψη: Συγκεκριμένα, στην αριστερή πλευρά των στενών της Ροδιάς, ανακαλύφθηκαν λίθινα εργαλεία από αρίστης ποιότητας λευκό και διαφανή χαλαζία, ένα πέτρωμα που υπάρχει στη γύρω περιοχή. Βρέθηκαν διάφορα κοπτικά εργαλεία, όπως φολίδες κοπής και πολλά άλλα απολεπίσματα. Το πιο σημαντικό, όμως, είναι ότι βρέθηκαν και κάποια εργαλεία που έχουν μεγάλο σχετικά μέγεθος, με αμφίπλευρη δευτερογενή κατεργασία γνωστά ως «αχέλαιοι χειροπελέκεις».Τέτοιου είδους εργαλεία είναι γνωστά και από άλλες περιοχές της Ευρώπης και έχει αποδεχθεί ότι έχουν κατασκευαστεί από ένα αρχαιότερο είδος ανθρώπου τον Homo Sapiens Archaic ή τον άνθρωπο Νεάντερταλ. Για πρώτη φορά, λοιπόν, ανακαλύπτεται ότι εδώ κοντά ζούσαν οι αρχέγονοι αυτοί άνθρωποι, που εξαφανίσθηκαν μυστηριωδώς από τη γη πριν από 35.000 χρόνια.Κατά τον επικεφαλής της ερευνητικής ομάδας Αμερικανό Certis Runnels η ηλικία αυτών των χειροπελέκεων ξεπερνά τα 300.000 χρόνια. Επομένως, οι άνθρωποι που τους κατασκεύασαν ήταν της ίδιας περιόδου με το απολιθωμένο κρανίο του αρχανθρώπου των Πετραλώνων της Χαλκιδικής. Ουσιαστικά είναι ίσως η αρχαιότερη πράξη ανθρώπινης δραστηριότητας στον ελλαδικό χώρο.

Στην περίοδο της Τουρκοκρατίας οι Τούρκοι είχαν δώσει στην περιοχή της Ροδιάς την επονομασία «Μουσαλάρ», που σήμαινε «τόπος κοινής συμβίωσης». Στα νεότερα χρόνια η Ροδιά κατοικήθηκε κυρίως από Αρβανιτόβλαχους και Σαρακατσάνους.

7.3 Αναπτυξιακά Σχέδια

7.3.1 Σχέδιο Καποδίστρια

Νόμος Καποδίστρια ή Σχέδιο Καποδίστρια είναι η συνηθισμένη ονομασία του νόμου (2539/97) του Ελληνικού Κράτους, που δημοσιεύτηκε το 1997. Σύμφωνα με αυτόν έγινε συνένωση κοινοτήτων σε μεγαλύτερους δήμους με σκοπό τη βελτιστοποίηση της δημόσιας διοίκησης στο επίπεδο της τοπικής αυτοδιοίκησης. Ο Νόμος Καποδίστρια εισήγαγε το νέο όρο των «Δημοτικών Διαμερισμάτων» (οι παλαιές κοινότητες). Λόγω της κατάργησης των κοινοτήτων έτυχε σημαντικής αντίδρασης σε ορισμένες περιοχές. Ο νόμος αυτός πήρε το όνομά του από τον Ιωάννη Καποδίστρια, πρώτο κυβερνήτη της Ελλάδος μετά την απελευθέρωσή της από την Οθωμανική αυτοκρατορία.

Ο Δήμος Αμπελώνος λειτούργησε σύμφωνα με το_Σχέδιο Καποδίστριας ως δήμος του νομού Λάρισας από το 1999 έως το 2010 με έδρα τον Αμπελώνα. Βρισκόταν στο βόρειο τμήμα του νομού, αποτελείτο από 4 δημοτικά διαμερίσματα, καταλάμβανε έκταση 154,7Km^2 και είχε συνολικό πληθυσμό 8.407 κατοίκους. Ο δήμος περιελάμβανε τα παρακάτω δημοτικά διαμερίσματα και οικισμούς:

1Δ.δ.Αμπελώνος – ο Αμπελών (5.920), Δ.δ Βρυοτόπου(668) με τους οικισμούς (Βρυότοπος (608), Μικρόλιθος(60)). **2**. Δ,δ Δελερίων –τα Δελέρια (866), Δ.δ Ροδιάς(953) με τους οικισμούς (Ροδιά (953) , Κόρδεσι (0)).

7.3.2 Σχέδιο Καλλικράτη

Σχέδιο Καλλικράτης είναι το όνομα που δόθηκε από την ελληνική κυβέρνηση στη «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης», μια σειρά διοικητικών αλλαγών στην Τοπική Αυτοδιοίκηση .

Σημαντικό σημείο του σχεδίου είναι η διοικητική μεταρρύθμιση της αυτοδιοίκησης μέσω της μείωσης του αριθμού φορέων και συγκεκριμένα προτείνεται:

- Συνένωση Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Δήμοι και Κοινότητες) από 1034 σε 35 Δήμους.
- Συνένωση περίπου 6.000 Νομικών Προσώπων και Δημοτικών Επιχειρήσεων των Δήμων σε λιγότερα από 2000.
- Αντικατάσταση των 56 νομαρχιακών αυτοδιοικήσεων σε 13 αιρετές περιφέρειες που θα είναι οι σημερινές 13 περιφέρειες και τις 13 κρατικές περιφέρειες σε 7 γενικές διοικήσεις του κράτους μοιρασμένες σε 7 πόλεις (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πειραιάς, Πάτρα, Ηράκλειο, Λάρισα, Ιωάννινα).
- Μετατροπή της θητείας δημάρχου και περιφερειάρχη από τετραετή σε πενταετή με διεξαγωγή των Εκλογών ταυτόχρονα με τις Ευρωεκλογές.

Το Σχέδιο Καλλικράτης είναι συνέχεια του Σχεδίου Καποδίστρια.Το Σχέδιο Καλλικράτης (ως Νέα Αρχιτεκτονική) πήρε το όνομά του από τον Καλλικράτη ,ένα από τους δύο αρχιτέκτονες του Παρθενώνα της Ακρόπολης των Αθηνών.

Με τη διοικητική διαίρεση του 2011 (Σχέδιο Καλλικράτης), από 1 Ιανουαρίου 2011 η Ροδιά ,δημοτικό διαμέρισμα του Δήμου Αμπελώνα εντάχθηκε στο νέο διευρυμένο Δήμο Τυρνάβου της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Η έκταση του νέου Δήμου είναι 516.29 τ.χλμ και ο πληθυσμός του 25.307 κάτοικοι σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Έδρα του νέου δήμου ορίστηκε ο Τύρναβος.

7.4 Ονομασία

Η Ροδιά παλαιότερα ήταν γνωστή με το όνομα Μουσουλάρ(τούρκικο) που σημαίνει τον «κοινό τόπο συμβίωσης» και μετονομάστηκε το 1927

7.5 Οικολογικά Δεδομένα

Ο υγρότοπος του Τιταρήσιου ποταμού υφίσταται μέση επιβάρυνση από τη ρίψη υγρών και στερεών αποβλήτων των παρόχθιων οικισμών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ύπαρξη ανεξέλεγκτων χώρων ρίψης στερεών αποβλήτων των δημοτικών διαμερισμάτων Ροδιάς, Βρυοτόπου, Δελερίων καθώς και μπάζων εντός της κοίτης του ποταμού μέχρι πρόσφατα. Χαμηλή επιβάρυνση δέχεται, επίσης, από τα υγρά απόβλητα

βιοτεχνιών - μεταποιητικών επιχειρήσεων με κύριο παράδειγμα τη μονάδα παραγωγής τοματοπολτού ακριβώς στην περιοχή του οικισμού της Ροδιάς. Επίσης, 3 χλμ. έξω από το Αργυροπούλι βρίσκεται η λίμνη "Μάτι Τυρνάβου", η οποία, μαζί με τον Πηνειό, αποτελούν τους μοναδικούς υδροβιότοπους του νομού. Το Μάτι αποτελεί σήμερα τη μοναδική φυσική λίμνη της Θεσσαλίας και, παρά την μικρή της έκταση (250 στρέμματα), αποτελεί τον πυρήνα ενός οικοσυστήματος με πλούσια χλωρίδα και πανίδα.

7.6 Προϋπάρχουσες Μελέτες

Το αρχικό δίκτυο ύδρευσης της Τ.Κ Ροδιάς μελετήθηκε και κατασκευάστηκε πριν από 42 περίπου χρόνια. Σήμερα ο οικισμός υδρεύεται από την γεώτρησης 1 που παροχής 25-30 m3/h το νερό της οποίας συγκεντρώνεται σε υδατόπυργο Β-Α του οικισμού σε θέση που φαίνεται στον συνημμένο χάρτη της μελέτης. Στον οικισμό έχει διανοιχτεί και δεύτερη γεώτρηση (γεώτρηση 2) η οποία χρησιμοποιείται πρωτίστως για την κάλυψη των κτηνοτροφικών αναγκών της περιοχής μελέτης, συγκεντρώνοντας το νερό σε δεξαμενή η οποία εν συνεχεία τροφοδοτεί τις κτηνοτροφικές μονάδες του οικισμού. Η γεώτρηση αυτή (γεώτρηση 2) μέχρι στιγμής λειτουργεί και βοηθητικά για την ενίσχυση της παροχής του υφιστάμενου δικτύου ύδρευσης καθώς υπάρχει αγωγός σύνδεσης της με το δίκτυο του οικισμού.

Στον οικισμό της Ροδιάς μέχρι το 2006 το σύνολο του μήκους του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης αποτελούνταν από αμιαντοσωλήνες. Η φύση των αμιαντοσωληνικών αγωγών κατέστησε το δίκτυο ευαίσθητο τόσο κατασκευαστικά όσο και λειτουργικά, αλλά και ιδιαίτερα επιβλαβή για την υγεία των κατοίκων. Η φύση του υλικού κατασκευής των αγωγών αυτών και η ευαισθησία κατασκευής και λειτουργίας του δικτύου επιφυλάσσει πολλούς κινδύνους για την δημόσια υγεία και προβλήματα μεταφοράς και διανομής του νερού. Για το λόγο αυτό το 2005 κρίθηκε αναγκαία η μελέτη αντικατάστασης του παλαιού δικτύου με αγωγούς πολυαιθυλενίου τρίτης γενιάς.

Η τοπογραφία της περιοχής δεν υπαγόρευσε κατά τον σχεδιασμό και κατασκευή του δικτύου πριν από 42 χρόνια, την δημιουργία ειδικών τεχνικών έργων για την μεταφορά και διάθεση του νερού στις οικίες

Η άρδευση των αγροτικών εκτάσεων αυτής της περιοχής μελέτης γίνεται εν μέρει μέσω μεταφοράς των απαιτούμενων αρδευτικών παροχών από το από την κτηνοτροφική γεώτρηση της περιοχής.

7.7 Υδατικό Δυναμικό της Περιοχής

Γενικά στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχουν φυσικά ρέματα ούτε πηγές που θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στην ύδρευση του οικισμού, την άρδευση των καλλιεργούμενων και μη εκτάσεων της περιοχής και για την κάλυψη των κτηνοτροφικών αναγκών. Συμβάλλοντας μ΄ αυτό τον τρόπο στην ανάπτυξη της πλούσιας χλωρίδας και στην παραγωγή των αγροτικών προϊόντων των οικισμών.

Όσο αφορά τα υπόγεια νερά της περιοχής μελέτης οι πληροφορίες που διαθέτουμε προέρχονται από τις γεωτρήσεις που έχουν ανορυχθεί και χρησιμοποιούνται τόσο για ύδρευση όσο και για άρδευση και για κτηνοτροφία.

Σύμφωνα λοιπόν με τα υπάρχοντα στοιχεία (αριθμός λειτουργούντων γεωτρήσεων και παροχή κάθε μίας από αυτές) συμπεραίνουμε την ύπαρξη πλούσιου υδροφόρου ορίζοντα στην περιοχή μελέτης ο οποίος παρά την συστηματική εκμετάλλευση του δεν παρουσιάζει μείωση της στάθμης του με την πάροδο του χρόνου προφανώς γιατί διαθέτει πηγές ανανέωσης.

7.8 Δίαιτα και Ποιότητα του Νερού

Ο Πίνακας 7.1 ο οποίος δημοσιεύτηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Υγείας περιλαμβάνει τις χαρακτηριστικές τιμές πόσιμου νερού καλής ποιότητας. Εφόσον πληρούνται τα όρια ποιότητας της Υπουργικής Απόφασης της 20.02.1966 που έγινε σε συμμόρφωση της 80/778 οδηγίας του Συμβουλίου Υπουργικών Κοινοτήτων, το νερό κρίνεται κατάλληλο προς πόση και δεν απαιτεί καμία ιδιαίτερη χημική κατεργασία πριν να διατεθεί στο δίκτυο του οικισμού.

Σύμφωνα με προηγηθείσες μικροβιολογικές και φυσικοχημικές εξετάσεις του νερού των γεωτρήσεων 1 και 2 του οικισμού της Ροδιάς η μόνη επεξεργασία που χρειάζεται το νερό είναι η χλωρίωση του η οποία θα γίνεται με κατάλληλη εγκατάσταση στο χώρο του υδατόπυργου.

Πίνακας 7.1: *Χαρακτηριστικές τιμές πόσιμου νερού καλής ποιότητας*

	ΟΡΙΑ		
	Καλής γεύσης	**Αμφισβήτησης ποιότητας**	**Χρησιμοποίησης**
Στερεές ουσίες		500	1500
Χρώμα		10	100
Θολότης		5	25
Μόλυβδος Pb	0,10		
Σελήνιο Se	0,05		
Αρσενικό As	0,20		
Χρώμιο Cr	0,05		
Κυάνιο Cn	0,01		
Σίδηρος Fe		0,30	1,0
Μαγγάνιο Mn		0,10	0,50
Χαλκός Cu		1,0	1,50
Κασσίτερος Zn		5,0	15
Ασβέστιο Ca		75	200
Μαγνήσιο Mg		50	150
Σουλφίδια SO_4		200	400
Χλωροιόντα Cl		200	600
ph		7,0 – 8,5	$\leq 6,50 \geq 9,20$
Θειικό μαγνήσιο και θεϊκό νάτριο		500	1000
Φαινόλες και ενώσεις φαινόλης		0,001	0,002

7.9 Συνθήκες Εκμετάλλευσης

Οι υδρευτικές ανάγκες της Ροδιάς καλύπτονται πλήρως με την άντληση νερού από τον υδροφόρο ορίζοντα της περιοχής μέσω της γεώτρησης 1 (του τοπογραφικού χάρτη της περιοχής εντός των ορίων του οικισμού), παροχής 25-30 m^3/h και της δεύτερης βοηθητικής γεώτρησης, γεώτρηση 2, του οικισμού παροχής 12-13 m^3/h

Η παροχετευτική ικανότητα των γεωτρήσεων αυτών σε συνδυασμό με την σωστή χάραξη του δικτύου ύδρευσης και την εξάλειψη των λειτουργικών προβλημάτων του δικτύου είναι σε θέση να καλύψει κάθε ανάγκη του οικισμού τόσο στην υφιστάμενη μορφή του όσο και υπό οποιαδήποτε μελλοντική ανάπτυξη του.

7.10 Υφιστάμενες Υδατικές Δεσμεύσεις και Δυσχέρειες κατά την μελέτη αντικατάστασης του παλαιού δικτύου ύδρευσης του οικισμού της Ροδιας

Το βασικό μειονέκτημα του παλαιού δικτύου του οικισμού μελέτης, όπως εξάλλου και κάθε αμιαντοσωληνικής φύσεως δικτύου, προέρχεται από την ευαίσθητη φύση του υλικού αυτού κατασκευής που επιφυλάσσει προβλήματα μεταφοράς, διανομής και ποιότητας νερού. Είναι γεγονός ότι μεγάλες ποσότητες νερού χάνονται λόγω ύπαρξης σπασιμάτων του δικτύου τα οποία είναι δύσκολο να εντοπιστούν και να επιδιορθωθούν, ενώ είναι πολύ πιθανό να παρατηρούνται απώλειες λόγω της μη σωστής εξ αρχής εγκατάστασης των δικτύων, καθώς οι αμιαντοσωλήνες είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι κατά την μεταφορά, τοποθέτηση και τη μεταξύ τους στεγανή συναρμογή. Συνέπεια όλων των παραπάνω είναι η προβληματική και ανεπαρκή λειτουργία των δικτύων ύδρευσης ενώ το πρόβλημα γίνεται ακόμα πιο έντονο τους καλοκαιρινούς μήνες όπου υπάρχουν αυξημένες καταναλωτικές ανάγκες για ύδρευση και άρδευση των γεωργικών εκτάσεων και κάθε σταγόνα νερού είναι απαραίτητη. Επίσης το υλικό αυτό κατασκευής των δικτύων κρίνεται ακατάλληλο και για την υγεία των κατοίκων αφού η ινώδης φύση του αμιάντου μπορεί να προκαλέσει σημαντικές πνευμονικές παθήσεις και καρκινογένεση. Το στοιχείο της υγιεινής έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην απόφαση αντικατάστασης, γενικότερα, των δικτύων ύδρευσης όλων των οικισμών.

Επιπλέον πρέπει να αναφερθεί ότι απαραίτητη παράμετρος για τον σωστό σχεδιασμό του δικτύου της Ροδιάς ήταν ο έλεγχος της θέσης κατασκευής του υδατόπυργου της γεώτρησης Γ1 σε σχέση με την εν δυνάμει χωροταξική ανάπτυξη του οικισμού. Ενδεχόμενο πρόβλημα ήταν να μην μπορεί να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη πίεση νερού στο δίκτυο για την ύδρευση των τοπογραφικά δυσμενώς ευρισκόμενων οικιών.

Επιπροσθέτως το υφιστάμενο δίκτυο του οικισμού ενδεχομένως να υστερούσε σχεδιαστικά και κατασκευαστικά, καθώς οι επιλεγμένες διατομές και κλίσεις των υπαρχόντων αγωγών να μην ηταν σε θέση να καλύψουν τις διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις του οικισμού μελέτης όσο αφορά την ποσότητα του νερού που είναι ανάγκη να μεταφερθεί και την πίεση την οποία πρέπει να αυτό να έχει για την εξυπηρέτηση όλων των οικιών.

7.11 Πολιτικοκοινωνικές και Οικονομικές Συνθήκες της Περιοχής

7.11.1 Δημογραφική κατάσταση

Ο πληθυσμός του Δήμου Αμπελώνα και του Δημοτικού Διαμερίσματος της Ροδιάς, σύμφωνα με στοιχεία της Ε.Σ.Υ.Ε, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 2). Συγκρίνοντας τα παραπάνω στοιχεία παρατηρούμε ότι παρουσιάστηκε μείωση κατά τις δεκαετίες ‘81 - ΄91 και ‘91 - ΄2001.

Πίνακας 7.2: *Κατανομή και εξέλιξη του πληθυσμού για τον Δήμο Αμπελώνα και το Δημοτικό Διαμέρισμα της Ροδιάς.*

	Πληθυσμιακή κατανομή		
Δήμος / Δημοτ. Διαμ.	**1981**	**1991**	**2001**
Δήμος Αμπελώνα	**5.086**	**5.819**	**8.407**
Δ.Δ. Ροδιάς	1.165	963	953

Πηγή: *Απογραφές του πληθυσμού της **Ε.Σ.Υ.Ε.**,*

7.11.2 Οικονομική κατάσταση

Η οικονομία της περιοχής μελέτης στηρίζεται στον πρωτογενή τομέα, καθώς οι ασχολίες των κατοίκων αφορούν κυρίως την κτηνοτροφία και την γεωργία. Αναλυτικά η οικονομική δραστηριότητα των κατοίκων ανά κλάδο σύμφωνα με στοιχεία της απογραφής του 1991 στις περιοχές του Δημοτικού Διαμερίσματος της Ροδιάς, έχει ως εξής:

Πίνακας 7.3: *Αριθμός Απασχολούμενων ανά κλάδο για το έτος 1991 για το Δ.Δ.Ροδιάς.*

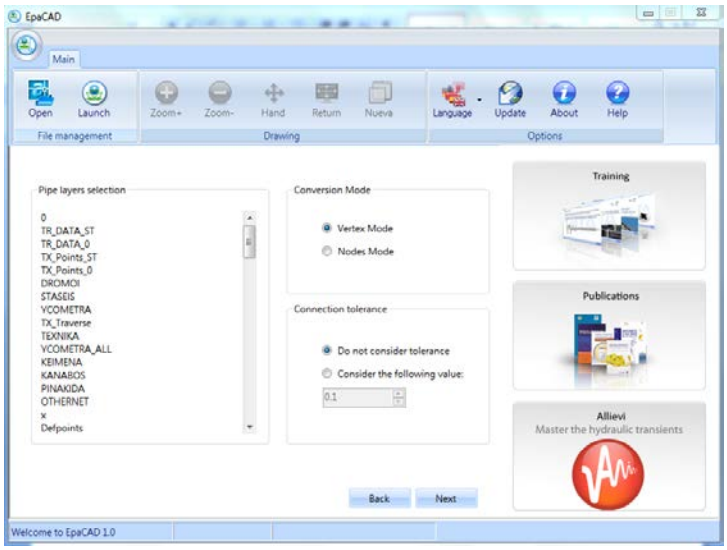
Δήμος/ Δ.Δ.	**Εκμεταλλεύσεις και καλλιεργούμενες εκτάσεις σύμφωνα με τον τόπο απογραφής του κατόχου**							**Εκτάσεις εκμεταλλεύσεων σύμφωνα με τον τόπο που βρίσκονται**	
	Σύνολο		**Από τις οποίες**					**Καλλιεργούμενες (περιλαμβάνονται και οι άγονοι βοσκότοποι**	**Μη καλλιεργούμενες ή βοηθητικές**
			Μικτές (γεωργικές και κτηνοτροφικές)		**Γεωργικές**		**Κτηνοτροφικές**		
	Εκμ/σεις	**Εκτάσ**	**Εκμ/σεις**	**Εκτάσ.**	**Εκμ/σεις**	**Εκτάσ.**	**Εκμ/σεις**		
Αμπελων.	**643**	**21.653**	**99**	**3703**	**511**	**17.950**	**33**	**21.616**	**63**
Ροδιά	**270**	**6.770**	**48**	**1.166**	**153**	**5.604**	**69**	**11.006**	**1.068**

Πηγή: *Απογραφές της **Ε.Σ.Υ.Ε.**, 1991*

7.12 Εφαρμογή

7.12.1 Προσομοίωση του δικτύου ύδρευσης με EPANET

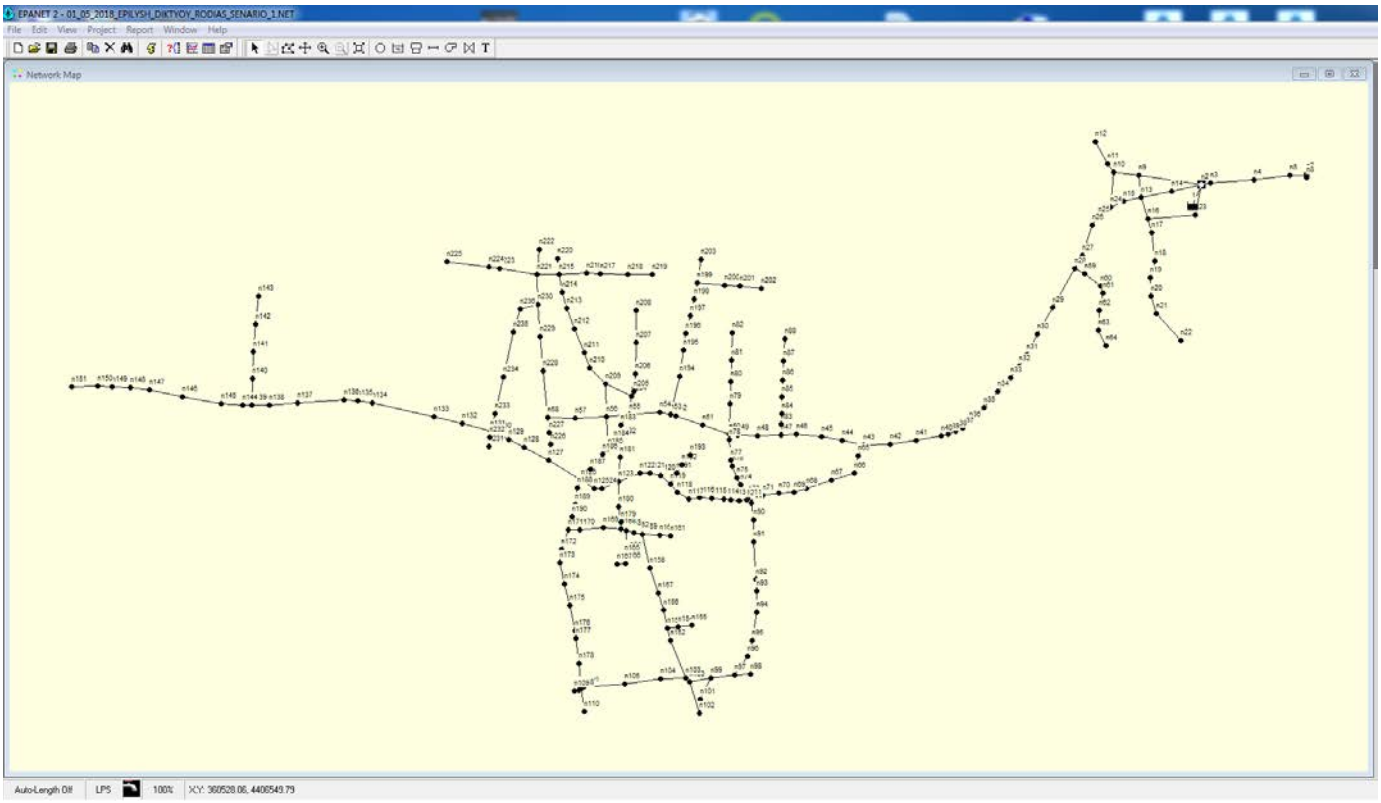
Η οριστική μελέτη αντικατάστασης του δικτύου ύδρευσης του οικισμού δόθηκε από το δήμο σε μορφή CAD, οπότε κρίθηκε απαραίτητο ο σχεδιασμός αυτού μέσα στο περιβάλλον του EPANET. Καθώς ο αριθμός των κόμβων είναι πολύ μεγάλος (πάνω από 100), χρησιμοποιήθηκε ένα ακόμα πρόγραμμα το EpaCAD για το γρήγορο σχεδιασμό και την αποφυγή κάθε λάθους. Συγκεκριμένα το EpaCAD αποτελεί ένα ελεύθερο λογισμικό το οποίο χρησιμοποιείται για τη μετατροπή των αρχείων AUTOCAD σε αρχεία αναγνωρίσιμα από το EPANET. Το περιβάλλον εργασίας του φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα και η διαδικασία που ακολουθείται είναι ιδιαίτερα απλή. Ειδικότερα επιλέγεται το αρχείο CAD και συγκεκριμένα το layer που ενδιαφέρει. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε το layer με τους αγωγούς και τους κόμβους.



Εικόνα 7.1: *Περιβάλλον Εργασίας EpaCAD (http://www.epacad.com/caracteristicas-en.php)*

Ολοκληρώνοντας τη διαδικασία αυτή υπάρχει το δίκτυο ύδρευσης σε μορφή αναγνωρίσιμη από το πρόγραμμα EPANET. Υπάρχει δηλαδή το δίκτυο ύδρευσης με τις σωστές συντεταγμένες και υψόμετρα των κόμβων καθώς και τα μήκη των αγωγών. Πιο συγκεκριμένα το δίκτυο αποτελείται από 251 αγωγούς και 236 κόμβους και ένα

υδατόπυργο. Η τραχύτητα των αγωγών είναι 0.15 mm έτσι ώστε να συνυπολογίζονται οι τοπικές απώλειες και η γήρανση των αγωγών.



Εικόνα 7.2: *Δίκτυο Ύδρευσης Ροδιάς σε περιβάλλον EPANET.*

Στην παρούσα εφαρμογή γίνεται προσομοίωση του δικτύου και ελέγχεται η αξιοπιστία του δικτύου στη δυσμενέστερη κατάσταση με μέγιστη ωριαία κατανάλωση 200 l/κάτοικο/ημέρα και πολλαπλασιαστή ζήτησης 4,5. Η ολική κατανάλωση υπολογίστηκε για πληθυσμό 1340 κατοίκους και προέκυψε ίση με **14 l/s**. Στη συνέχεια ακολουθεί η προσομοίωση του δικτύου με την παραδοχή ότι η συνολική κατανάλωση ισοκατανέμεται στους επιμέρους κόμβους του δικτύου. Δηλαδή προκύπτει πως η επικόμβια παροχή είναι **0,1 l/s.**

7.12.2 Προσομοίωση στο EPANET

Εισάγοντας τα παραπάνω δεδομένα στο πρόγραμμα Epanet, προκύπτουν τα ύψη πίεσης σε κάθε κόμβο και οι ταχύτητες ροής στο εσωτερικό των αγωγών. Παρακάτω παρατίθενται αναλυτικά τα δεδομένα εισόδου καθώς και τα αντίστοιχα αποτελέσματα που προέκυψαν.

Δεδομένα Εισόδου

- Πρωτογενή στοιχεία Κόμβων

Αριθμός Κόμβου	Υψόμετρο σε m	Παροχή σε LPS	Αριθμός Κόμβου	Υψόμετρο σε m	Παροχή σε LPS
Κόμβος n2	79.06	0.1	Κόμβος n120	72.58	0.1
Κόμβος n3	79.40	0.1	Κόμβος n121	72.78	0.1
Κόμβος n4	78.64	0.1	Κόμβος n122	72.59	0.1
Κόμβος n5	78.61	0.1	Κόμβος n123	72.59	0.1
Κόμβος n6	78.63	0.1	Κόμβος n124	73.06	0.1
Κόμβος n7	78.67	0.1	Κόμβος n125	73.43	0.1
Κόμβος n8	78.59	0.1	Κόμβος n126	74.58	0.1
Κόμβος n9	77.48	0.1	Κόμβος n127	74.50	0.1
Κόμβος n10	77.57	0.1	Κόμβος n128	74.90	0.1
Κόμβος n11	77.89	0.1	Κόμβος n129	74.89	0.1
Κόμβος n12	79.11	0.1	Κόμβος n130	74.86	0.1
Κόμβος n13	76.81	0.1	Κόμβος n131	74.86	0.1
Κόμβος n14	77.69	0.1	Κόμβος n132	74.74	0.1
Κόμβος n15	76.19	0.1	Κόμβος n133	74.55	0.1
Κόμβος n16	75.94	0.1	Κόμβος n134	74.25	0.1
Κόμβος n17	75.46	0.1	Κόμβος n135	74.09	0.1
Κόμβος n18	74.93	0.1	Κόμβος n136	74.06	0.1
Κόμβος n19	74.38	0.1	Κόμβος n137	74.16	0.1
Κόμβος n20	73.99	0.1	Κόμβος n138	74.17	0.1

Κόμβος n21	73.83	0.1	Κόμβος n139	74.22	0.1
Κόμβος n22	73.38	0.1	Κόμβος n140	74.13	0.1
Κόμβος n23	78.09	0.1	Κόμβος n141	74.04	0.1
Κόμβος n24	75.70	0.1	Κόμβος n142	74.47	0.1
Κόμβος n25	75.42	0.1	Κόμβος n143	74.90	0.1
Κόμβος n26	74.45	0.1	Κόμβος n144	74.03	0.1
Κόμβος n27	74.13	0.1	Κόμβος n145	74.03	0.1
Κόμβος n28	73.43	0.1	Κόμβος n146	74.01	0.1
Κόμβος n29	73.31	0.1	Κόμβος n147	74.02	0.1
Κόμβος n30	73.16	0.1	Κόμβος n148	74.09	0.1
Κόμβος n31	73.12	0.1	Κόμβος n149	74.14	0.1
Κόμβος n32	73.12	0.1	Κόμβος n150	74.07	0.1
Κόμβος n33	73.19	0.1	Κόμβος n151	74.17	0.1
Κόμβος n34	73.09	0.1	Κόμβος n152	69.02	0.1
Κόμβος n35	73.09	0.1	Κόμβος n153	69.24	0.1
Κόμβος n36	73.09	0.1	Κόμβος n154	69.18	0.1
Κόμβος n37	72.16	0.1	Κόμβος n155	69.24	0.1
Κόμβος n38	72.71	0.1	Κόμβος n156	69.60	0.1
Κόμβος n39	72.55	0.1	Κόμβος n157	69.91	0.1
Κόμβος n40	72.55	0.1	Κόμβος n158	70.73	0.1
Κόμβος n41	72.12	0.1	Κόμβος n159	71.78	0.1
Κόμβος n42	71.69	0.1	Κόμβος n160	71.40	0.1
Κόμβος n43	71.67	0.1	Κόμβος n161	71.24	0.1
Κόμβος n44	71.70	0.1	Κόμβος n162	71.78	0.1
Κόμβος n45	71.79	0.1	Κόμβος n163	71.88	0.1
Κόμβος n46	71.93	0.1	Κόμβος n164	71.26	0.1
Κόμβος n47	71.98	0.1	Κόμβος n165	71.22	0.1
Κόμβος n48	72.12	0.1	Κόμβος n166	71.12	0.1
Κόμβος n49	72.25	0.1	Κόμβος n167	71.05	0.1

Κόμβος n50	72.39	0.1	Κόμβος n168	71.97	0.1
Κόμβος n51	72.66	0.1	Κόμβος n169	71.88	0.1
Κόμβος n52	72.92	0.1	Κόμβος n170	71.88	0.1
Κόμβος n53	72.92	0.1	Κόμβος n171	72.09	0.1
Κόμβος n54	73.36	0.1	Κόμβος n172	71.59	0.1
Κόμβος n55	74.29	0.1	Κόμβος n173	71.42	0.1
Κόμβος n56	74.66	0.1	Κόμβος n174	70.96	0.1
Κόμβος n57	74.38	0.1	Κόμβος n175	70.43	0.1
Κόμβος n58	74.38	0.1	Κόμβος n176	69.98	0.1
Κόμβος n59	74.29	0.1	Κόμβος n177	69.85	0.1
Κόμβος n60	74.36	0.1	Κόμβος n178	69.53	0.1
Κόμβος n61	74.05	0.1	Κόμβος n179	71.99	0.1
Κόμβος n62	73.43	0.1	Κόμβος n180	72.20	0.1
Κόμβος n63	72.77	0.1	Κόμβος n181	73.10	0.1
Κόμβος n64	72.14	0.1	Κόμβος n182	73.84	0.1
Κόμβος n65	71.59	0.1	Κόμβος n183	74.30	0.1
Κόμβος n66	71.22	0.1	Κόμβος n184	74.50	0.1
Κόμβος n67	70.90	0.1	Κόμβος n185	74.57	0.1
Κόμβος n68	70.85	0.1	Κόμβος n186	74.28	0.1
Κόμβος n69	70.76	0.1	Κόμβος n187	74.58	0.1
Κόμβος n70	70.71	0.1	Κόμβος n188	74.07	0.1
Κόμβος n71	70.54	0.1	Κόμβος n189	73.17	0.1
Κόμβος n72	70.54	0.1	Κόμβος n190	72.62	0.1
Κόμβος n73	70.65	0.1	Κόμβος n191	72.44	0.1
Κόμβος n74	71.09	0.1	Κόμβος n192	72.53	0.1
Κόμβος n75	71.30	0.1	Κόμβος n193	72.61	0.1
Κόμβος n76	71.5	0.1	Κόμβος n194	73.67	0.1
Κόμβος n77	71.63	0.1	Κόμβος n195	74.19	0.1
Κόμβος n78	72.29	0.1	Κόμβος n196	74.57	0.1

Κόμβος n79	72.83	0.1	Κόμβος n197	75.12	0.1
Κόμβος n80	73.04	0.1	Κόμβος n198	75.63	0.1
Κόμβος n81	73.47	0.1	Κόμβος n199	76.13	0.1
Κόμβος n82	74.02	0.1	Κόμβος n200	75.56	0.1
Κόμβος n83	72.13	0.1	Κόμβος n201	75.28	0.1
Κόμβος n84	72.27	0.1	Κόμβος n202	75.02	0.1
Κόμβος n85	72.49	0.1	Κόμβος n203	76.47	0.1
Κόμβος n86	72.69	0.1	Κόμβος n204	74.52	0.1
Κόμβος n87	73.10	0.1	Κόμβος n205	74.48	0.1
Κόμβος n88	73.57	0.1	Κόμβος n206	74.61	0.1
Κόμβος n89	70.46	0.1	Κόμβος n207	74.91	0.1
Κόμβος n90	70.14	0.1	Κόμβος n208	75.71	0.1
Κόμβος n91	69.77	0.1	Κόμβος n209	75.38	0.1
Κόμβος n92	69.15	0.1	Κόμβος n210	75.92	0.1
Κόμβος n93	69.04	0.1	Κόμβος n211	76.19	0.1
Κόμβος n94	68.72	0.1	Κόμβος n212	76.71	0.1
Κόμβος n95	68.33	0.1	Κόμβος n213	77.22	0.1
Κόμβος n96	68.12	0.1	Κόμβος n214	77.67	0.1
Κόμβος n97	68.12	0.1	Κόμβος n215	78.27	0.1
Κόμβος n98	67.49	0.1	Κόμβος n216	77.41	0.1
Κόμβος n99	68.17	0.1	Κόμβος n217	77.25	0.1
Κόμβος n100	68.31	0.1	Κόμβος n218	77.02	0.1
Κόμβος n101	67.89	0.1	Κόμβος n219	76.72	0.1
Κόμβος n102	67.89	0.1	Κόμβος n220	78.73	0.1
Κόμβος n103	68.36	0.1	Κόμβος n221	77.76	0.1
Κόμβος n104	68.96	0.1	Κόμβος n222	78.42	0.1
Κόμβος n105	69.17	0.1	Κόμβος n223	77.53	0.1
Κόμβος n106	69.17	0.1	Κόμβος n224	77.40	0.1
Κόμβος n107	69.21	0.1	Κόμβος n225	76.99	0.1

Κόμβος n108	69.17	0.1	Κόμβος n226	74.46	0.1
Κόμβος n109	69.17	0.1	Κόμβος n227	74.38	0.1
Κόμβος n110	69.05	0.1	Κόμβος n228	75.55	0.1
Κόμβος n111	70.62	0.1	Κόμβος n229	76.36	0.1
Κόμβος n112	70.93	0.1	Κόμβος n230	77.24	0.1
Κόμβος n113	71.11	0.1	Κόμβος n231	73.27	0.1
Κόμβος n114	71.20	0.1	Κόμβος n232	74.07	0.1
Κόμβος n115	71.48	0.1	Κόμβος n233	74.63	0.1
Κόμβος n116	71.85	0.1	Κόμβος n234	74.63	0.1
Κόμβος n117	72.10	0.1	Κόμβος n235	75.21	0.1
Κόμβος n118	72.29	0.1	Κόμβος n236	76.66	0.1
Κόμβος n119	72.29	0.1	Resvr 1	156	#N/A

- Πρωτογενή στοιχεία αγωγών

Όνομα Αγωγού	Μήκος αγωγού m	Διάμετρος αγωγού mm	Τραχύτητα	Όνομα Αγωγού	Μήκος αγωγού m	Διάμετρος αγωγού mm	Τραχύτητα
Αγωγός p2	12.21	75	150	Αγωγός p126	12.86	75	150
Αγωγός p3	57.42	75	150	Αγωγός p127	29.85	75	150
Αγωγός p4	48.12	75	150	Αγωγός p128	24.40	75	150
Αγωγός p5	22.21	75	150	Αγωγός p129	10.78	75	150
Αγωγός p6	2.56	75	150	Αγωγός p130	20.23	75	150
Αγωγός p7	2.56	75	150	Αγωγός p131	50.52	75	150
Αγωγός p8	83.78	75	150	Αγωγός p132	36.80	75	150
Αγωγός p9	33.86	75	150	Αγωγός p133	22.74	75	150
Αγωγός p10	13.44	75	150	Αγωγός p134	17.31	75	150
Αγωγός p11	33.54	75	150	Αγωγός p135	9.09	75	150

Αγωγός p12	28.95	75	150	Αγωγός p136	38.80	75	150
Αγωγός p13	40.59	110	150	Αγωγός p137	37.99	75	150
Αγωγός p14	40.59	110	150	Αγωγός p138	84.72	75	150
Αγωγός p15	24.42	90	150	Αγωγός p139	19.11	75	150
Αγωγός p16	29.54	75	150	Αγωγός p140	18.19	75	150
Αγωγός p17	19.22	75	150	Αγωγός p141	61.40	75	150
Αγωγός p18	37.13	75	150	Αγωγός p142	37.15	75	150
Αγωγός p19	23.43	75	150	Αγωγός p143	23.37	75	150
Αγωγός p20	24.70	75	150	Αγωγός p144	35.52	75	150
Αγωγός p21	24.42	75	150	Αγωγός p145	35.51	75	150
Αγωγός p22	47.16	75	150	Αγωγός p146	36.67	75	150
Αγωγός p23	41.23	75	150	Αγωγός p147	36.67	75	150
Αγωγός p24	63.77	75	150	Αγωγός p148	12.93	75	150
Αγωγός p25	46.49	75	150	Αγωγός p149	27.94	75	150
Αγωγός p26	18.55	90	150	Αγωγός p150	52.32	75	150
Αγωγός p27	21.17	110	150	Αγωγός p151	44.09	75	150
Αγωγός p28	13.21	110	150	Αγωγός p152	25.22	75	150
Αγωγός p29	41.87	110	150	Αγωγός p153	24.98	75	150
Αγωγός p30	19.97	110	150	Αγωγός p154	18.70	75	150
Αγωγός p31	58.98	110	150	Αγωγός p155	34.54	75	150
Αγωγός p32	40.67	110	100	Αγωγός p156	53.68	75	150
Αγωγός p33	31.21	110	150	Αγωγός p157	17.07	75	150
Αγωγός p34	17.99	110	150	Αγωγός p158	14.14	75	150
Αγωγός p35	19.16	110	150	Αγωγός p159	18.14	75	150
Αγωγός p36	24.31	110	150	Αγωγός p160	24.23	75	150

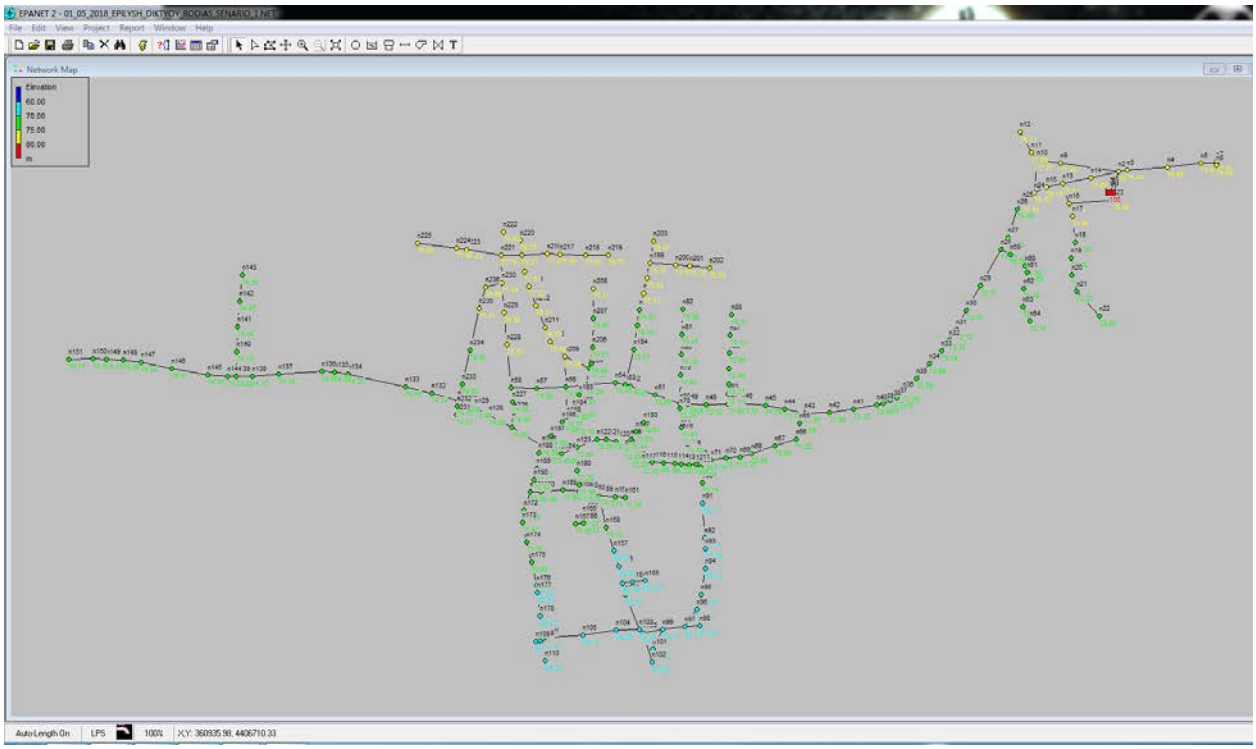
Αγωγός p37	27.92	110	150	Αγωγός p161	23.19	75	150
Αγωγός p38	27.75	110	150	Αγωγός p162	35.49	75	150
Αγωγός p39	11.45	110	150	Αγωγός p163	46.15	75	150
Αγωγός p40	11.02	110	150	Αγωγός p164	23.14	75	150
Αγωγός p41	10.53	110	150	Αγωγός p165	14.29	75	150
Αγωγός p42	9.04	110	150	Αγωγός p166	11.37	75	150
Αγωγός p43	34.38	110	150	Αγωγός p167	9.74	75	150
Αγωγός p44	34.38	110	150	Αγωγός p168	29.16	75	150
Αγωγός p45	35.27	110	150	Αγωγός p169	4.59	75	150
Αγωγός p46	28.28	75	150	Αγωγός p170	10.36	75	150
Αγωγός p47	28.28	75	150	Αγωγός p171	10.74	75	150
Αγωγός p48	33.34	75	150	Αγωγός p172	8.02	75	150
Αγωγός p49	20.21	75	150	Αγωγός p173	23.03	75	150
Αγωγός p50	30.98	75	150	Αγωγός p174	31.85	75	150
Αγωγός p51	26.59	75	150	Αγωγός p175	14.69	75	150
Αγωγός p52	11.71	75	150	Αγωγός p176	27.46	75	150
Αγωγός p53	36.88	75	150	Αγωγός p177	16.93	75	150
Αγωγός p54	36.87	75	150	Αγωγός p178	28.84	75	150
Αγωγός p55	7.93	75	150	Αγωγός p179	29.61	75	150
Αγωγός p56	14.25	75	150	Αγωγός p180	33.96	75	150
Αγωγός p57	40.45	75	150	Αγωγός p181	10.54	75	150
Αγωγός p58	30.38	75	150	Αγωγός p182	33.28	75	150
Αγωγός p59	41.83	75	150	Αγωγός p183	33.03	75	150
Αγωγός p60	36.09	75	150	Αγωγός p184	9.85	75	150
Αγωγός p61	15.51	75	150	Αγωγός p185	19.85	75	150

Αγωγός p62	26.57	75	150	Αγωγός p186	34.03	75	150
Αγωγός p63	9.32	75	150	Αγωγός p187	32.33	75	150
Αγωγός p64	24.11	75	150	Αγωγός p188	23.95	75	150
Αγωγός p65	25.51	75	150	Αγωγός p189	18.46	75	150
Αγωγός p66	23.18	75	150	Αγωγός p190	23.50	75	150
Αγωγός p67	15.75	75	150	Αγωγός p191	13.39	75	150
Αγωγός p68	24.14	75	150	Αγωγός p192	9.68	75	150
Αγωγός p69	31.60	75	150	Αγωγός p193	25.52	75	150
Αγωγός p70	35.21	75	150	Αγωγός p194	19.03	75	150
Αγωγός p71	17.19	75	150	Αγωγός p195	11.18	75	150
Αγωγός p72	19.58	75	150	Αγωγός p196	22.63	75	150
Αγωγός p73	21.61	75	150	Αγωγός p197	16.30	75	150
Αγωγός p74	15.50	75	150	Αγωγός p198	18.15	75	150
Αγωγός p75	5.85	75	150	Αγωγός p199	15.69	75	150
Αγωγός p76	18.04	75	150	Αγωγός p200	13.30	75	150
Αγωγός p77	9.95	75	150	Αγωγός p201	17.67	75	150
Αγωγός p78	16.74	75	150	Αγωγός p202	52.56	75	150
Αγωγός p79	8.07	75	150	Αγωγός p203	34.47	75	150
Αγωγός p80	27.10	75	150	Αγωγός p204	22.74	75	150
Αγωγός p81	7.25	75	150	Αγωγός p205	23.88	75	150
Αγωγός p82	40.05	75	150	Αγωγός p206	22.12	75	150
Αγωγός p83	29.49	75	150	Αγωγός p207	22.12	75	150
Αγωγός p84	29.03	75	150	Αγωγός p208	36.95	75	150
Αγωγός p85	35.75	75	150	Αγωγός p209	19.88	75	150
Αγωγός p86	13.86	75	150	Αγωγός p210	28.11	75	150

Αγωγός p87	13.87	75	150	Αγωγός p211	31.85	75	150
Αγωγός p88	22.29	75	150	Αγωγός p212	17.78	75	150
Αγωγός p89	22.29	75	150	Αγωγός p213	23.93	75	150
Αγωγός p90	25.92	75	150	Αγωγός p214	6.72	75	150
Αγωγός p91	28.78	75	150	Αγωγός p215	23.46	75	150
Αγωγός p92	5.32	90	150	Αγωγός p216	41.30	75	150
Αγωγός p93	23.09	90	150	Αγωγός p217	42.25	75	150
Αγωγός p94	28.80	90	150	Αγωγός p218	38.06	75	150
Αγωγός p95	49.67	90	150	Αγωγός p219	29.18	75	150
Αγωγός p96	15.19	90	150	Αγωγός p220	21.69	75	150
Αγωγός p97	28.33	90	150	Αγωγός p221	33.62	75	150
Αγωγός p98	37.98	90	150	Αγωγός p222	29.12	75	150
Αγωγός p99	21.99	90	150	Αγωγός p223	22.10	75	150
Αγωγός p100	29.69	90	150	Αγωγός p224	24.31	75	150
Αγωγός p101	20.92	75	150	Αγωγός p225	36.34	75	150
Αγωγός p102	31.59	75	150	Αγωγός p226	18.00	75	150
Αγωγός p103	28.85	75	150	Αγωγός p227	36.74	75	150
Αγωγός p104	31.49	75	150	Αγωγός p228	31.65	75	150
Αγωγός p105	18.23	75	150	Αγωγός p229	21.01	75	150
Αγωγός p106	44.35	75	150	Αγωγός p230	29.18	75	150
Αγωγός p107	6.46	75	150	Αγωγός p231	33.41	75	150
Αγωγός p108	33.09	75	150	Αγωγός p232	50.30	75	150
Αγωγός p109	48.14	75	150	Αγωγός p233	14.75	75	150
Αγωγός p110	54.30	75	150	Αγωγός p234	56.08	75	150
Αγωγός p111	3.71	75	150	Αγωγός p235	21.96	75	150

Αγωγός p112	3.85	75	150	Αγωγός p236	14.96	75	150
Αγωγός p113	6.56	75	150	Αγωγός p237	20.36	75	150
Αγωγός p114	30.47	75	150	Αγωγός p238	61.67	75	150
Αγωγός p115	6.50	75	150	Αγωγός p239	46.32	75	150
Αγωγός p116	10.56	75	150	Αγωγός p240	42.38	75	150
Αγωγός p117	10.65	75	150	Αγωγός p241	38.73	75	150
Αγωγός p118	9.46	75	150	Αγωγός p242	11.79	75	150
Αγωγός p119	15.57	75	150	Αγωγός p243	8.04	75	150
Αγωγός p120	16.50	75	150	Αγωγός p244	23.89	75	150
Αγωγός p121	14.62	75	150	Αγωγός p245	50.20	75	150
Αγωγός p122	17.70	75	150	Αγωγός p246	60.76	75	150
Αγωγός p123	14.43	75	150	Αγωγός p247	31.96	75	150
Αγωγός p124	16.89	75	150	Αγωγός p248	24.00	75	150
Αγωγός p125	14.58	75	150	Αγωγός p249	43.43	75	150
Αγωγός 1	31.07	110	150	Αγωγός p250	43.08	75	150

Σχέδιο απεικόνισης υψομέτρων



Εικόνα 7.3: *Απεικόνιση υψομέτρων εδάφους στους κόμβους του δικτύου*

Όπως γίνεται φανερό από την παραπάνω εικόνα τα υψόμετρα τους εδάφους παρουσιάζουν μικρές διαφορές. Για το λόγο αυτό δεν κρίθηκε απαραίτητη η δημιουργία υπέργειας δεξαμενής καθώς πουθενά δεν εμφανίζεται σημαντική υψομετρική διαφορά

7.12.3 Αποτελέσματα της επίλυσης του δικτύου

Για τον υπολογισμό του ύψους απωλειών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Hazen-Williams. Τα αποτελέσματά της επίλυσης του δικτύου ύδρευσης του οικισμού Ροδιάς παρουσιάζονται αναλυτικά στην συνέχεια.

- Ύψος πίεσης στους κόμβους

Node ID	Υψόμετρο εδάφους m	Παροχή LPS	Ύψος Πίεσης m
Κόμβος n2	79.06	0.10	34.55
Κόμβος n3	79.40	0.10	34.21
Κόμβος n4	78.64	0.10	34.95

Κόμβος n5	78.61	0.10	34.98
Κόμβος n6	78.63	0.10	34.95
Κόμβος n7	78.67	0.10	34.91
Κόμβος n8	78.59	0.10	34.99
Κόμβος n9	77.48	0.10	34.73
Κόμβος n10	77.57	0.10	33.69
Κόμβος n11	77.89	0.10	33.37
Κόμβος n12	79.11	0.10	32.15
Κόμβος n13	76.81	0.10	35.47
Κόμβος n14	77.69	0.10	35.25
Κόμβος n15	76.19	0.10	34.82
Κόμβος n16	75.94	0.10	36.55
Κόμβος n17	75.46	0.10	37.02
Κόμβος n18	74.93	0.10	37.55
Κόμβος n19	74.38	0.10	38.09
Κόμβος n20	73.99	0.10	38.48
Κόμβος n21	73.83	0.10	38.64
Κόμβος n22	73.38	0.10	39.09
Κόμβος n23	78.09	0.10	35.07
Κόμβος n24	75.70	0.10	34.36
Κόμβος n25	75.42	0.10	33.86
Κόμβος n26	74.45	0.10	34.34
Κόμβος n27	74.13	0.10	33.14
Κόμβος n28	73.43	0.10	33.12
Κόμβος n29	73.31	0.10	31.25
Κόμβος n30	73.16	0.10	28.51
Κόμβος n31	73.12	0.10	27.52
Κόμβος n32	73.12	0.10	26.93
Κόμβος n33	73.19	0.10	26.23

Κόμβος n34	73.09	0.10	25.55
Κόμβος n35	73.09	0.10	24.66
Κόμβος n36	73.09	0.10	23.78
Κόμβος n37	72.16	0.10	24.35
Κόμβος n38	72.71	0.10	23.46
Κόμβος n39	72.55	0.10	23.29
Κόμβος n40	72.55	0.10	23.02
Κόμβος n41	72.12	0.10	22.41
Κόμβος n42	71.69	0.10	21.81
Κόμβος n43	71.67	0.10	20.79
Κόμβος n44	71.70	0.10	19.27
Κόμβος n45	71.79	0.10	17.71
Κόμβος n46	71.93	0.10	15.88
Κόμβος n47	71.98	0.10	14.82
Κόμβος n48	72.12	0.10	13.36
Κόμβος n49	72.25	0.10	12.11
Κόμβος n50	72.39	0.10	11.49
Κόμβος n51	72.66	0.10	10.44
Κόμβος n52	72.92	0.10	9.42
Κόμβος n53	72.92	0.10	9.26
Κόμβος n54	73.36	0.10	8.64
Κόμβος n55	74.29	0.10	7.19
Κόμβος n56	74.66	0.10	6.75
Κόμβος n57	74.38	0.10	6.94
Κόμβος n58	74.38	0.10	6.88
Κόμβος n59	74.29	0.10	32.26
Κόμβος n60	74.36	0.10	32.18
Κόμβος n61	74.05	0.10	32.49
Κόμβος n62	73.43	0.10	33.11

Κόμβος n63	72.77	0.10	33.77
Κόμβος n64	72.14	0.10	34.40
Κόμβος n65	71.59	0.10	20.05
Κόμβος n66	71.22	0.10	19.19
Κόμβος n67	70.90	0.10	17.93
Κόμβος n68	70.85	0.10	16.26
Κόμβος n69	70.76	0.10	15.53
Κόμβος n70	70.71	0.10	14.66
Κόμβος n71	70.54	0.10	13.83
Κόμβος n72	70.54	0.10	13.14
Κόμβος n73	70.65	0.10	13.04
Κόμβος n74	71.09	0.10	12.63
Κόμβος n75	71.30	0.10	12.43
Κόμβος n76	71.5	0.10	12.27
Κόμβος n77	71.63	0.10	12.16
Κόμβος n78	72.29	0.10	11.57
Κόμβος n79	72.83	0.10	11.04
Κόμβος n80	73.04	0.10	10.83
Κόμβος n81	73.47	0.10	10.40
Κόμβος n82	74.02	0.10	9.85
Κόμβος n83	72.13	0.10	14.67
Κόμβος n84	72.27	0.10	14.53
Κόμβος n85	72.49	0.10	14.30
Κόμβος n86	72.69	0.10	14.10
Κόμβος n87	73.10	0.10	13.69
Κόμβος n88	73.57	0.10	13.22
Κόμβος n89	70.46	0.10	13.18
Κόμβος n90	70.14	0.10	13.35
Κόμβος n91	69.77	0.10	13.54

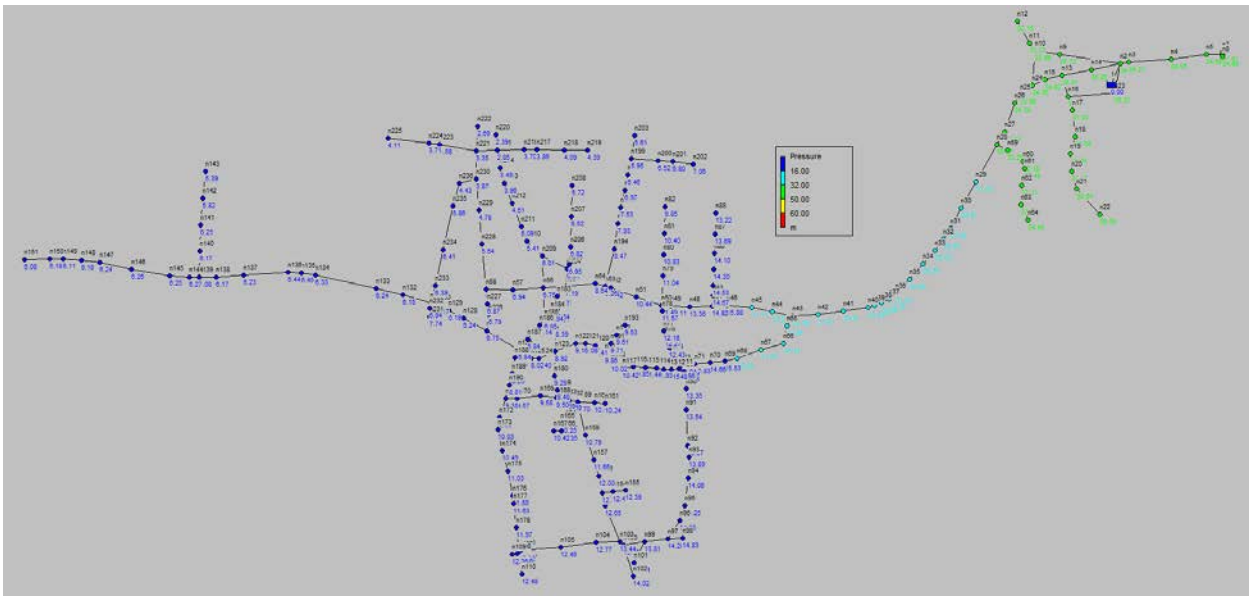
Κόμβος n92	69.15	0.10	13.87
Κόμβος n93	69.04	0.10	13.89
Κόμβος n94	68.72	0.10	14.06
Κόμβος n95	68.33	0.10	14.25
Κόμβος n96	68.12	0.10	14.35
Κόμβος n97	68.12	0.10	14.20
Κόμβος n98	67.49	0.10	14.83
Κόμβος n99	68.17	0.10	13.81
Κόμβος n100	68.31	0.10	13.55
Κόμβος n101	67.89	0.10	14.04
Κόμβος n102	67.89	0.10	14.02
Κόμβος n103	68.36	0.10	13.44
Κόμβος n104	68.96	0.10	12.77
Κόμβος n105	69.17	0.10	12.46
Κόμβος n106	69.17	0.10	12.37
Κόμβος n107	69.21	0.10	12.32
Κόμβος n108	69.17	0.10	12.36
Κόμβος n109	69.17	0.10	12.36
Κόμβος n110	69.05	0.10	12.48
Κόμβος n111	70.62	0.10	12.95
Κόμβος n112	70.93	0.10	12.48
Κόμβος n113	71.11	0.10	12.15
Κόμβος n114	71.20	0.10	11.93
Κόμβος n115	71.48	0.10	11.44
Κόμβος n116	71.85	0.10	10.85
Κόμβος n117	72.10	0.10	10.42
Κόμβος n118	72.29	0.10	10.02
Κόμβος n119	72.29	0.10	9.86
Κόμβος n120	72.58	0.10	9.41

Κόμβος n121	72.78	0.10	9.08
Κόμβος n122	72.59	0.10	9.16
Κόμβος n123	72.59	0.10	8.92
Κόμβος n124	73.06	0.10	8.40
Κόμβος n125	73.43	0.10	8.02
Κόμβος n126	74.58	0.10	6.84
Κόμβος n127	74.50	0.10	6.75
Κόμβος n128	74.90	0.10	6.24
Κόμβος n129	74.89	0.10	6.19
Κόμβος n130	74.86	0.10	6.17
Κόμβος n131	74.86	0.10	6.15
Κόμβος n132	74.74	0.10	6.15
Κόμβος n133	74.55	0.10	6.24
Κόμβος n134	74.25	0.10	6.33
Κόμβος n135	74.09	0.10	6.45
Κόμβος n136	74.06	0.10	6.44
Κόμβος n137	74.16	0.10	6.23
Κόμβος n138	74.17	0.10	6.17
Κόμβος n139	74.22	0.10	6.08
Κόμβος n140	74.13	0.10	6.17
Κόμβος n141	74.04	0.10	6.25
Κόμβος n142	74.47	0.10	5.82
Κόμβος n143	74.90	0.10	5.39
Κόμβος n144	74.03	0.10	6.27
Κόμβος n145	74.03	0.10	6.25
Κόμβος n146	74.01	0.10	6.26
Κόμβος n147	74.02	0.10	6.24
Κόμβος n148	74.09	0.10	6.16
Κόμβος n149	74.14	0.10	6.11

Κόμβος n150	74.07	0.10	6.18
Κόμβος n151	74.17	0.10	6.08
Κόμβος n152	69.02	0.10	12.65
Κόμβος n153	69.24	0.10	12.39
Κόμβος n154	69.18	0.10	12.45
Κόμβος n155	69.24	0.10	12.39
Κόμβος n156	69.60	0.10	12.00
Κόμβος n157	69.91	0.10	11.65
Κόμβος n158	70.73	0.10	10.79
Κόμβος n159	71.78	0.10	9.70
Κόμβος n160	71.40	0.10	10.08
Κόμβος n161	71.24	0.10	10.24
Κόμβος n162	71.78	0.10	9.69
Κόμβος n163	71.88	0.10	9.59
Κόμβος n164	71.26	0.10	10.21
Κόμβος n165	71.22	0.10	10.25
Κόμβος n166	71.12	0.10	10.35
Κόμβος n167	71.05	0.10	10.42
Κόμβος n168	71.97	0.10	9.50
Κόμβος n169	71.88	0.10	9.58
Κόμβος n170	71.88	0.10	9.57
Κόμβος n171	72.09	0.10	9.35
Κόμβος n172	71.59	0.10	9.85
Κόμβος n173	71.42	0.10	10.03
Κόμβος n174	70.96	0.10	10.49
Κόμβος n175	70.43	0.10	11.03
Κόμβος n176	69.98	0.10	11.50
Κόμβος n177	69.85	0.10	11.63
Κόμβος n178	69.53	0.10	11.97

Κόμβος n179	71.99	0.10	9.48
Κόμβος n180	72.20	0.10	9.29
Κόμβος n181	73.10	0.10	8.39
Κόμβος n182	73.84	0.10	7.64
Κόμβος n183	74.30	0.10	7.17
Κόμβος n184	74.50	0.10	6.94
Κόμβος n185	74.57	0.10	6.85
Κόμβος n186	74.28	0.10	7.14
Κόμβος n187	74.58	0.10	6.84
Κόμβος n188	74.07	0.10	7.35
Κόμβος n189	73.17	0.10	8.25
Κόμβος n190	72.62	0.10	8.81
Κόμβος n191	72.44	0.10	9.71
Κόμβος n192	72.53	0.10	9.61
Κόμβος n193	72.61	0.10	9.53
Κόμβος n194	73.67	0.10	8.47
Κόμβος n195	74.19	0.10	7.93
Κόμβος n196	74.57	0.10	7.53
Κόμβος n197	75.12	0.10	6.97
Κόμβος n198	75.63	0.10	6.46
Κόμβος n199	76.13	0.10	5.95
Κόμβος n200	75.56	0.10	6.52
Κόμβος n201	75.28	0.10	6.80
Κόμβος n202	75.02	0.10	7.06
Κόμβος n203	76.47	0.10	5.61
Κόμβος n204	74.52	0.10	6.91
Κόμβος n205	74.48	0.10	6.95
Κόμβος n206	74.61	0.10	6.82
Κόμβος n207	74.91	0.10	6.52

Κόμβος n208	75.71	0.10	5.72
Κόμβος n209	75.38	0.10	6.01
Κόμβος n210	75.92	0.10	5.41
Κόμβος n211	76.19	0.10	5.09
Κόμβος n212	76.71	0.10	4.51
Κόμβος n213	77.22	0.10	3.96
Κόμβος n214	77.67	0.10	3.48
Κόμβος n215	78.27	0.10	2.85
Κόμβος n216	77.41	0.10	3.70
Κόμβος n217	77.25	0.10	3.86
Κόμβος n218	77.02	0.10	4.09
Κόμβος n219	76.72	0.10	4.39
Κόμβος n220	78.73	0.10	2.39
Κόμβος n221	77.76	0.10	3.35
Κόμβος n222	78.42	0.10	2.69
Κόμβος n223	77.53	0.10	3.58
Κόμβος n224	77.40	0.10	3.71
Κόμβος n225	76.99	0.10	4.11
Κόμβος n226	74.46	0.10	6.79
Κόμβος n227	74.38	0.10	6.87
Κόμβος n228	75.55	0.10	5.64
Κόμβος n229	76.36	0.10	4.78
Κόμβος n230	77.24	0.10	3.87
Κόμβος n231	73.27	0.10	7.74
Κόμβος n232	74.07	0.10	6.94
Κόμβος n233	74.63	0.10	6.39
Κόμβος n234	74.63	0.10	6.41
Κόμβος n235	75.21	0.10	5.86
Κόμβος n236	76.66	0.10	4.43
ΥΔΑΤΟΠΥΡΓΟΣ	115	-23.50	0.00



Εικόνα 7.4: *Απεικόνιση των υψών πίεσης στους κόμβους του δικτύου.*

Παρατηρώντας την παραπάνω εικόνα, από τα αποτελέσματα της επίλυσης του δικτυού προκύπτει ότι τα ύψη πίεσης παρουσιάζουν τιμές κάτω των 16m με εξαίρεση κάποιους κόμβους οι οποίοι και βρίσκονται κοντά στον υδατόπυργο. Οι κόμβοι που βρίσκονται στον συνεκτικό ιστό του οικισμού και εξυπηρετούν το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού, παρουσιάζουν ύψος πίεσης κάτω των 16m πού είναι το απαιτούμενο ύψος για τα διώροφα κτίσματα.

- Ταχύτητα ροής στους αγωγούς του δικτύου

Όνομα αγωγού	Μήκος αγωγού m	Διάμετρος αγωγού mm	Ταχύτητα m/s
Αγωγός p2	12.21	75	0.14
Αγωγός p3	57.42	75	0.11
Αγωγός p4	48.12	75	0.09
Αγωγός p5	22.21	75	0.07
Αγωγός p6	2.558	75	0.02
Αγωγός p7	2.559	75	0.02
Αγωγός p8	83.78	75	1.14

Αγωγός p9	33.86	75	1.51
Αγωγός p10	13.44	75	0.05
Αγωγός p11	33.54	75	0.02
Αγωγός p12	28.95	75	0.39
Αγωγός p13	40.59	110	1.45
Αγωγός p14	40.59	110	1.43
Αγωγός p15	24.42	90	2.36
Αγωγός p16	29.54	75	0.73
Αγωγός p17	19.22	75	0.14
Αγωγός p18	37.13	75	0.11
Αγωγός p19	23.43	75	0.09
Αγωγός p20	24.7	75	0.07
Αγωγός p21	24.42	75	0.05
Αγωγός p22	47.16	75	0.02
Αγωγός p23	41.23	75	0.91
Αγωγός p24	63.77	75	0.89
Αγωγός p25	46.49	75	1.44
Αγωγός p26	18.55	90	2.35
Αγωγός p27	21.17	110	2.23
Αγωγός p28	13.21	110	2.22
Αγωγός p29	41.87	110	2.21
Αγωγός p30	19.97	110	2.20
Αγωγός p31	58.98	110	2.13
Αγωγός p32	40.67	110	2.12
Αγωγός p33	31.21	110	2.10
Αγωγός p34	17.99	110	2.09
Αγωγός p35	19.16	110	2.08
Αγωγός p36	24.31	110	2.07
Αγωγός p37	27.92	110	2.06

Αγωγός p38	27.75	110	2.05
Αγωγός p39	11.45	110	2.04
Αγωγός p40	11.02	110	2.03
Αγωγός p41	10.53	110	2.02
Αγωγός p42	9.037	110	2.01
Αγωγός p43	34.38	110	2.00
Αγωγός p44	34.38	110	1.99
Αγωγός p45	35.27	110	1.98
Αγωγός p46	28.28	75	2.13
Αγωγός p47	28.28	75	2.10
Αγωγός p48	33.34	75	2.08
Αγωγός p49	20.21	75	2.06
Αγωγός p50	30.98	75	1.90
Αγωγός p51	26.59	75	1.88
Αγωγός p52	11.71	75	1.85
Αγωγός p53	36.88	75	1.30
Αγωγός p54	36.87	75	1.28
Αγωγός p55	7.934	75	1.25
Αγωγός p56	14.25	75	1.00
Αγωγός p57	40.45	75	0.98
Αγωγός p58	30.38	75	0.40
Αγωγός p59	41.83	75	0.37
Αγωγός p60	36.09	75	0.35
Αγωγός p61	15.51	75	0.14
Αγωγός p62	26.57	75	0.11
Αγωγός p63	9.318	75	0.09
Αγωγός p64	24.11	75	0.07
Αγωγός p65	25.51	75	0.05
Αγωγός p66	23.18	75	0.02

Αγωγός p67	15.75	75	2.11
Αγωγός p68	24.14	75	2.08
Αγωγός p69	31.6	75	2.06
Αγωγός p70	35.21	75	2.04
Αγωγός p71	17.19	75	2.02
Αγωγός p72	19.58	75	1.99
Αγωγός p73	21.61	75	1.97
Αγωγός p74	15.5	75	1.95
Αγωγός p75	5.845	75	0.31
Αγωγός p76	18.04	75	0.33
Αγωγός p77	9.953	75	0.35
Αγωγός p78	16.74	75	0.37
Αγωγός p79	8.066	75	0.40
Αγωγός p80	27.1	75	0.42
Αγωγός p81	7.247	75	0.44
Αγωγός p82	40.05	75	0.09
Αγωγός p83	29.49	75	0.07
Αγωγός p84	29.03	75	0.05
Αγωγός p85	35.75	75	0.02
Αγωγός p86	13.86	75	0.14
Αγωγός p87	13.87	75	0.11
Αγωγός p88	22.29	75	0.09
Αγωγός p89	22.29	75	0.07
Αγωγός p90	25.92	75	0.05
Αγωγός p91	28.78	75	0.02
Αγωγός p92	5.321	90	0.78
Αγωγός p93	23.09	90	0.77
Αγωγός p94	28.8	90	0.75
Αγωγός p95	49.67	90	0.73

Αγωγός p96	15.19	90	0.72
Αγωγός p97	28.33	90	0.70
Αγωγός p98	37.98	90	0.69
Αγωγός p99	21.99	90	0.67
Αγωγός p100	29.69	90	0.66
Αγωγός p101	20.92	75	0.02
Αγωγός p102	31.59	75	0.90
Αγωγός p103	28.85	75	0.56
Αγωγός p104	31.49	75	0.32
Αγωγός p105	18.23	75	0.30
Αγωγός p106	44.35	75	0.27
Αγωγός p107	6.461	75	0.81
Αγωγός p108	33.09	75	0.38
Αγωγός p109	48.14	75	0.36
Αγωγός p110	54.3	75	0.34
Αγωγός p111	3.709	75	0.31
Αγωγός p112	3.854	75	0.05
Αγωγός p113	6.555	75	0.02
Αγωγός p114	30.47	75	0.02
Αγωγός p115	6.498	75	1.11
Αγωγός p116	10.56	75	1.09
Αγωγός p117	10.65	75	1.06
Αγωγός p118	9.457	75	1.04
Αγωγός p119	15.57	75	1.02
Αγωγός p120	16.5	75	0.99
Αγωγός p121	14.62	75	0.97
Αγωγός p122	17.7	75	0.95
Αγωγός p123	14.43	75	0.93
Αγωγός p124	16.89	75	0.84

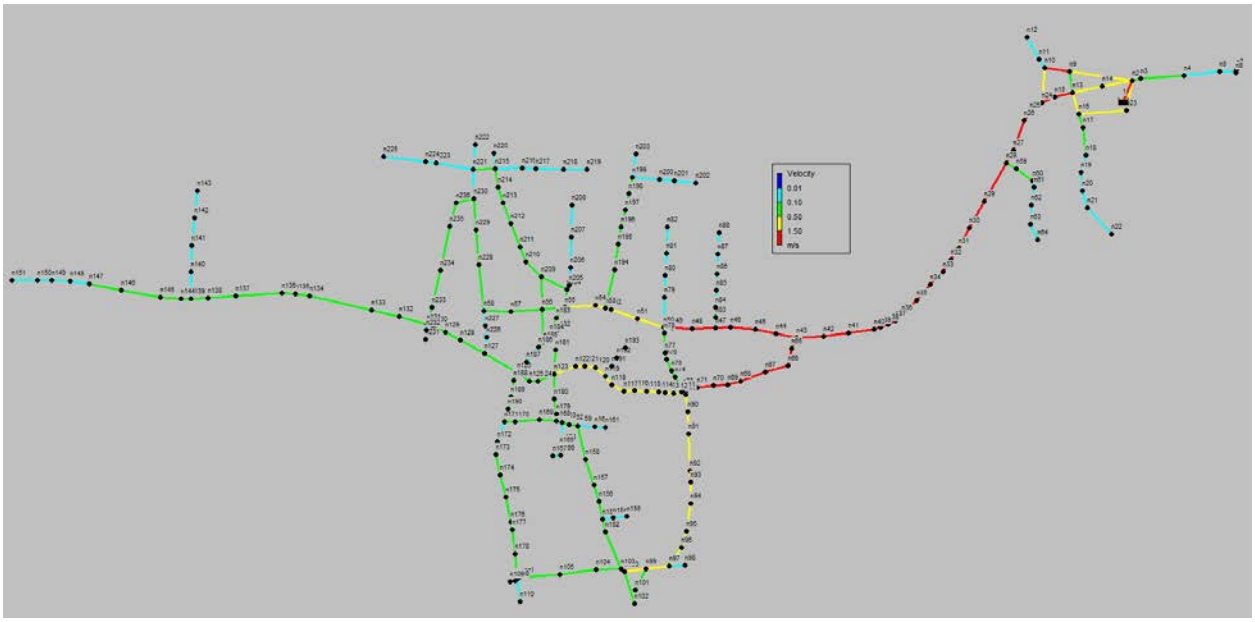
Αγωγός p125	14.58	75	0.81
Αγωγός p126	12.86	75	0.79
Αγωγός p127	29.85	75	0.77
Αγωγός p128	24.4	75	0.35
Αγωγός p129	10.78	75	0.33
Αγωγός p130	20.23	75	0.31
Αγωγός p131	50.52	75	0.47
Αγωγός p132	36.8	75	0.46
Αγωγός p133	22.74	75	0.44
Αγωγός p134	17.31	75	0.41
Αγωγός p135	9.089	75	0.39
Αγωγός p136	38.8	75	0.45
Αγωγός p137	37.99	75	0.43
Αγωγός p138	84.72	75	0.41
Αγωγός p139	19.11	75	0.38
Αγωγός p140	18.19	75	0.36
Αγωγός p141	61.4	75	0.34
Αγωγός p142	37.15	75	0.32
Αγωγός p143	23.37	75	0.29
Αγωγός p144	35.52	75	0.09
Αγωγός p145	35.51	75	0.07
Αγωγός p146	36.67	75	0.05
Αγωγός p147	36.67	75	0.02
Αγωγός p148	12.93	75	0.18
Αγωγός p149	27.94	75	0.16
Αγωγός p150	52.32	75	0.14
Αγωγός p151	44.09	75	0.11
Αγωγός p152	25.22	75	0.09
Αγωγός p153	24.98	75	0.07

Αγωγός p154	18.7	75	0.05
Αγωγός p155	34.54	75	0.02
Αγωγός p156	53.68	75	0.40
Αγωγός p157	17.07	75	0.38
Αγωγός p158	14.14	75	0.05
Αγωγός p159	18.14	75	0.02
Αγωγός p160	24.23	75	0.31
Αγωγός p161	23.19	75	0.29
Αγωγός p162	35.49	75	0.27
Αγωγός p163	46.15	75	0.24
Αγωγός p164	23.14	75	0.05
Αγωγός p165	14.29	75	0.02
Αγωγός p166	11.37	75	0.18
Αγωγός p167	9.736	75	0.15
Αγωγός p168	29.16	75	0.09
Αγωγός p169	4.589	75	0.07
Αγωγός p170	10.36	75	0.05
Αγωγός p171	10.74	75	0.02
Αγωγός p172	8.017	75	0.04
Αγωγός p173	23.03	75	0.18
Αγωγός p174	31.85	75	0.16
Αγωγός p175	14.69	75	0.13
Αγωγός p176	27.46	75	0.07
Αγωγός p177	16.93	75	0.09
Αγωγός p178	28.84	75	0.11
Αγωγός p179	29.61	75	0.13
Αγωγός p180	33.96	75	0.16
Αγωγός p181	10.54	75	0.18
Αγωγός p182	33.28	75	0.20

Αγωγός p183	33.03	75	0.22
Αγωγός p184	9.853	75	0.16
Αγωγός p185	19.85	75	0.18
Αγωγός p186	34.03	75	0.21
Αγωγός p187	32.33	75	0.19
Αγωγός p188	23.95	75	0.16
Αγωγός p189	18.46	75	0.14
Αγωγός p190	23.5	75	0.30
Αγωγός p191	13.39	75	0.28
Αγωγός p192	9.678	75	0.12
Αγωγός p193	25.52	75	0.10
Αγωγός p194	19.03	75	0.07
Αγωγός p195	11.18	75	0.11
Αγωγός p196	22.63	75	0.13
Αγωγός p197	16.3	75	0.15
Αγωγός p198	18.15	75	0.18
Αγωγός p199	15.69	75	0.07
Αγωγός p200	13.3	75	0.05
Αγωγός p201	17.67	75	0.02
Αγωγός p202	52.56	75	0.23
Αγωγός p203	34.47	75	0.20
Αγωγός p204	22.74	75	0.18
Αγωγός p205	23.88	75	0.16
Αγωγός p206	22.12	75	0.14
Αγωγός p207	22.12	75	0.11
Αγωγός p208	36.95	75	0.07
Αγωγός p209	19.88	75	0.05
Αγωγός p210	28.11	75	0.02
Αγωγός p211	31.85	75	0.02

Αγωγός p212	17.78	75	0.18
Αγωγός p213	23.93	75	0.37
Αγωγός p214	6.719	75	0.09
Αγωγός p215	23.46	75	0.07
Αγωγός p216	41.3	75	0.05
Αγωγός p217	42.25	75	0.02
Αγωγός p218	38.06	75	0.26
Αγωγός p219	29.18	75	0.39
Αγωγός p220	21.69	75	0.36
Αγωγός p221	33.62	75	0.34
Αγωγός p222	29.12	75	0.32
Αγωγός p223	22.1	75	0.30
Αγωγός p224	24.31	75	0.27
Αγωγός p225	36.34	75	0.09
Αγωγός p226	18	75	0.07
Αγωγός p227	36.74	75	0.05
Αγωγός p228	31.65	75	0.02
Αγωγός p229	21.01	75	0.02
Αγωγός p230	29.18	75	0.14
Αγωγός p231	33.41	75	0.02
Αγωγός p232	50.3	75	0.07
Αγωγός p233	14.75	75	0.05
Αγωγός p234	56.08	75	0.02
Αγωγός p235	21.96	75	0.01
Αγωγός p236	14.96	75	0.04
Αγωγός p237	20.36	75	0.06
Αγωγός p238	61.67	75	0.26
Αγωγός p239	46.32	75	0.24
Αγωγός p240	42.38	75	0.22

Αγωγός p241	38.73	75	0.02
Αγωγός p242	11.79	75	0.02
Αγωγός p243	8.042	75	0.05
Αγωγός p244	23.89	75	0.13
Αγωγός p245	50.2	75	0.15
Αγωγός p246	60.76	75	0.18
Αγωγός p247	31.96	75	0.20
Αγωγός p248	24	75	0.22
Αγωγός p249	43.43	75	0.15
Αγωγός p250	43.08	75	0.14
Αγωγός 1	31.07	110	2.47



Εικόνα 7.5: *Απεικόνιση των ταχυτήτων στους αγωγούς του δικτύου.*

Οι ταχύτητες ροής παρουσιάζουν μικρές τιμές- κάτω από το όριο του 0.5m/sec στο μεγαλύτερο μέρος του δικτύου. Γενικά παρατηρούμε ότι υπάρχουν ακραίες τιμές στις ταχύτητες των αγωγών. Δηλαδή ή μικρότερες των 0.5m/sec ή μεγαλύτερες των 1.5m/sec. Συμπεραίνουμε λοιπόν την αστοχία του δικτύου όσο αφορά την ομαλή μεταφορά του νερού καθώς οι μικρές ταχύτητες που εμφανίζονται δημιουργούν

αποθέσεις φερτών υλικών ενώ οι πολύ μεγάλες ταχύτητες αυξάνουν τον κίνδυνο υπερπιεσεων ενώ αυξάνουν σημαντικά και τις απώλειες ενέργειας.

7.12.4 Εφαρμογή των δεικτών Todini

Το υψόμετρο της γραμμής ενέργειας στην υπάρχουσα κατάσταση στην κεφαλή του δικτύου λαμβάνεται ίσο με +115m που είναι η κατώτατη στάθμη στον υδατόπυργο ώστε να εξασφαλίζεται η επιθυμητή πίεση στο δίκτυο ακόμα και με τον υδατόπυργο σχεδόν άδειο. Έτσι γίνεται δυνατή η εφαρμογή των δεικτών Todini, οι τιμές των οποίων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Ονομα κόμβου	Παροχή LPS	h*	Ύψος Πίεσης h (m)	Ir	If
Κόμβος n2	0.10	16.00	34.55	0.000686808	0.000000
Κόμβος n3	0.10	16.00	34.21	0.000674220	0.000000
Κόμβος n4	0.10	16.00	34.95	0.000701618	0.000000
Κόμβος n5	0.10	16.00	34.98	0.000702729	0.000000
Κόμβος n6	0.10	16.00	34.95	0.000701618	0.000000
Κόμβος n7	0.10	16.00	34.91	0.000700137	0.000000
Κόμβος n8	0.10	16.00	34.99	0.000703099	0.000000
Κόμβος n9	0.10	16.00	34.73	0.000693473	0.000000
Κόμβος n10	0.10	16.00	33.69	0.000654967	0.000000
Κόμβος n11	0.10	16.00	33.37	0.000643119	0.000000
Κόμβος n12	0.10	16.00	32.15	0.000597949	0.000000
Κόμβος n13	0.10	16.00	35.47	0.000720871	0.000000
Κόμβος n14	0.10	16.00	35.25	0.000712725	0.000000
Κόμβος n15	0.10	16.00	34.82	0.000696805	0.000000
Κόμβος n16	0.10	16.00	36.55	0.000760857	0.000000
Κόμβος n17	0.10	16.00	37.02	0.000778259	0.000000
Κόμβος n18	0.10	16.00	37.55	0.000797882	0.000000
Κόμβος n19	0.10	16.00	38.09	0.000817876	0.000000

Κόμβος n20	0.10	16.00	38.48	0.000832315	0.000000
Κόμβος n21	0.10	16.00	38.64	0.000838239	0.000000
Κόμβος n22	0.10	16.00	39.09	0.000854900	0.000000
Κόμβος n23	0.10	16.00	35.07	0.000706061	0.000000
Κόμβος n24	0.10	16.00	34.36	0.000679773	0.000000
Κόμβος n25	0.10	16.00	33.86	0.000661261	0.000000
Κόμβος n26	0.10	16.00	34.34	0.000679033	0.000000
Κόμβος n27	0.10	16.00	33.14	0.000634603	0.000000
Κόμβος n28	0.10	16.00	33.12	0.000633863	0.000000
Κόμβος n29	0.10	16.00	31.25	0.000564627	0.000000
Κόμβος n30	0.10	16.00	28.51	0.000463179	0.000000
Κόμβος n31	0.10	16.00	27.52	0.000426524	0.000000
Κόμβος n32	0.10	16.00	26.93	0.000404680	0.000000
Κόμβος n33	0.10	16.00	26.23	0.000378763	0.000000
Κόμβος n34	0.10	16.00	25.55	0.000353586	0.000000
Κόμβος n35	0.10	16.00	24.66	0.000320634	0.000000
Κόμβος n36	0.10	16.00	23.78	0.000288052	0.000000
Κόμβος n37	0.10	16.00	24.35	0.000309156	0.000000
Κόμβος n38	0.10	16.00	23.46	0.000276204	0.000000
Κόμβος n39	0.10	16.00	23.29	0.000269910	0.000000
Κόμβος n40	0.10	16.00	23.02	0.000259913	0.000000
Κόμβος n41	0.10	16.00	22.41	0.000237328	0.000000
Κόμβος n42	0.10	16.00	21.81	0.000215113	0.000000
Κόμβος n43	0.10	16.00	20.79	0.000177348	0.000000
Κόμβος n44	0.10	16.00	19.27	0.000121071	0.000000
Κόμβος n45	0.10	16.00	17.71	0.000063312	0.000000
Κόμβος n46	0.10	16.00	15.88	-0.000004443	0.000012
Κόμβος n47	0.10	16.00	14.82	-0.000043689	0.000118
Κόμβος n48	0.10	16.00	13.36	-0.000097745	0.000264

Κόμβος n49	0.10	16.00	12.11	-0.000144026	0.000389
Κόμβος n50	0.10	16.00	11.49	-0.000166981	0.000451
Κόμβος n51	0.10	16.00	10.44	-0.000205857	0.000556
Κόμβος n52	0.10	16.00	9.42	-0.000243622	0.000658
Κόμβος n53	0.10	16.00	9.26	-0.000249546	0.000674
Κόμβος n54	0.10	16.00	8.64	-0.000272502	0.000736
Κόμβος n55	0.10	16.00	7.19	-0.000326188	0.000881
Κόμβος n56	0.10	16.00	6.75	-0.000342478	0.000925
Κόμβος n57	0.10	16.00	6.94	-0.000335444	0.000906
Κόμβος n58	0.10	16.00	6.88	-0.000337665	0.000912
Κόμβος n59	0.10	16.00	32.26	0.000602022	0.000000
Κόμβος n60	0.10	16.00	32.18	0.000599060	0.000000
Κόμβος n61	0.10	16.00	32.49	0.000610537	0.000000
Κόμβος n62	0.10	16.00	33.11	0.000633493	0.000000
Κόμβος n63	0.10	16.00	33.77	0.000657929	0.000000
Κόμβος n64	0.10	16.00	34.40	0.000681254	0.000000
Κόμβος n65	0.10	16.00	20.05	0.000149950	0.000000
Κόμβος n66	0.10	16.00	19.19	0.000118109	0.000000
Κόμβος n67	0.10	16.00	17.93	0.000071458	0.000000
Κόμβος n68	0.10	16.00	16.26	0.000009626	0.000000
Κόμβος n69	0.10	16.00	15.53	-0.000017402	0.000047
Κόμβος n70	0.10	16.00	14.66	-0.000049613	0.000134
Κόμβος n71	0.10	16.00	13.83	-0.000080344	0.000217
Κόμβος n72	0.10	16.00	13.14	-0.000105891	0.000286
Κόμβος n73	0.10	16.00	13.04	-0.000109593	0.000296
Κόμβος n74	0.10	16.00	12.63	-0.000124773	0.000337
Κόμβος n75	0.10	16.00	12.43	-0.000132178	0.000357
Κόμβος n76	0.10	16.00	12.27	-0.000138102	0.000373
Κόμβος n77	0.10	16.00	12.16	-0.000142175	0.000384

Κόμβος n78	0.10	16.00	11.57	-0.000164019	0.000443
Κόμβος n79	0.10	16.00	11.04	-0.000183642	0.000496
Κόμβος n80	0.10	16.00	10.83	-0.000191418	0.000517
Κόμβος n81	0.10	16.00	10.40	-0.000207338	0.000560
Κόμβος n82	0.10	16.00	9.85	-0.000227702	0.000615
Κόμβος n83	0.10	16.00	14.67	-0.000049243	0.000133
Κόμβος n84	0.10	16.00	14.53	-0.000054426	0.000147
Κόμβος n85	0.10	16.00	14.30	-0.000062942	0.000170
Κόμβος n86	0.10	16.00	14.10	-0.000070347	0.000190
Κόμβος n87	0.10	16.00	13.69	-0.000085527	0.000231
Κόμβος n88	0.10	16.00	13.22	-0.000102929	0.000278
Κόμβος n89	0.10	16.00	13.18	-0.000104410	0.000282
Κόμβος n90	0.10	16.00	13.35	-0.000098115	0.000265
Κόμβος n91	0.10	16.00	13.54	-0.000091081	0.000246
Κόμβος n92	0.10	16.00	13.87	-0.000078863	0.000213
Κόμβος n93	0.10	16.00	13.89	-0.000078122	0.000211
Κόμβος n94	0.10	16.00	14.06	-0.000071828	0.000194
Κόμβος n95	0.10	16.00	14.25	-0.000064793	0.000175
Κόμβος n96	0.10	16.00	14.35	-0.000061091	0.000165
Κόμβος n97	0.10	16.00	14.20	-0.000066644	0.000180
Κόμβος n98	0.10	16.00	14.83	-0.000043319	0.000117
Κόμβος n99	0.10	16.00	13.81	-0.000081084	0.000219
Κόμβος n100	0.10	16.00	13.55	-0.000090711	0.000245
Κόμβος n101	0.10	16.00	14.04	-0.000072568	0.000196
Κόμβος n102	0.10	16.00	14.02	-0.000073309	0.000198
Κόμβος n103	0.10	16.00	13.44	-0.000094783	0.000256
Κόμβος n104	0.10	16.00	12.77	-0.000119590	0.000323
Κόμβος n105	0.10	16.00	12.46	-0.000131067	0.000354
Κόμβος n106	0.10	16.00	12.37	-0.000134400	0.000363

Κόμβος n107	0.10	16.00	12.32	-0.000136251	0.000368
Κόμβος n108	0.10	16.00	12.36	-0.000134770	0.000364
Κόμβος n109	0.10	16.00	12.36	-0.000134770	0.000364
Κόμβος n110	0.10	16.00	12.48	-0.000130327	0.000352
Κόμβος n111	0.10	16.00	12.95	-0.000112925	0.000305
Κόμβος n112	0.10	16.00	12.48	-0.000130327	0.000352
Κόμβος n113	0.10	16.00	12.15	-0.000142545	0.000385
Κόμβος n114	0.10	16.00	11.93	-0.000150691	0.000407
Κόμβος n115	0.10	16.00	11.44	-0.000168833	0.000456
Κόμβος n116	0.10	16.00	10.85	-0.000190677	0.000515
Κόμβος n117	0.10	16.00	10.42	-0.000206598	0.000558
Κόμβος n118	0.10	16.00	10.02	-0.000221408	0.000598
Κόμβος n119	0.10	16.00	9.86	-0.000227332	0.000614
Κόμβος n120	0.10	16.00	9.41	-0.000243993	0.000659
Κόμβος n121	0.10	16.00	9.08	-0.000256211	0.000692
Κόμβος n122	0.10	16.00	9.16	-0.000253249	0.000684
Κόμβος n123	0.10	16.00	8.92	-0.000262135	0.000708
Κόμβος n124	0.10	16.00	8.40	-0.000281388	0.000760
Κόμβος n125	0.10	16.00	8.02	-0.000295457	0.000798
Κόμβος n126	0.10	16.00	6.84	-0.000339146	0.000916
Κόμβος n127	0.10	16.00	6.75	-0.000342478	0.000925
Κόμβος n128	0.10	16.00	6.24	-0.000361361	0.000976
Κόμβος n129	0.10	16.00	6.19	-0.000363212	0.000981
Κόμβος n130	0.10	16.00	6.17	-0.000363953	0.000983
Κόμβος n131	0.10	16.00	6.15	-0.000364693	0.000985
Κόμβος n132	0.10	16.00	6.15	-0.000364693	0.000985
Κόμβος n133	0.10	16.00	6.24	-0.000361361	0.000976
Κόμβος n134	0.10	16.00	6.33	-0.000358029	0.000967
Κόμβος n135	0.10	16.00	6.45	-0.000353586	0.000955

Κόμβος n136	0.10	16.00	6.44	-0.000353956	0.000956
Κόμβος n137	0.10	16.00	6.23	-0.000361731	0.000977
Κόμβος n138	0.10	16.00	6.17	-0.000363953	0.000983
Κόμβος n139	0.10	16.00	6.08	-0.000367285	0.000992
Κόμβος n140	0.10	16.00	6.17	-0.000363953	0.000983
Κόμβος n141	0.10	16.00	6.25	-0.000360991	0.000975
Κόμβος n142	0.10	16.00	5.82	-0.000376911	0.001018
Κόμβος n143	0.10	16.00	5.39	-0.000392832	0.001061
Κόμβος n144	0.10	16.00	6.27	-0.000360250	0.000973
Κόμβος n145	0.10	16.00	6.25	-0.000360991	0.000975
Κόμβος n146	0.10	16.00	6.26	-0.000360621	0.000974
Κόμβος n147	0.10	16.00	6.24	-0.000361361	0.000976
Κόμβος n148	0.10	16.00	6.16	-0.000364323	0.000984
Κόμβος n149	0.10	16.00	6.11	-0.000366174	0.000989
Κόμβος n150	0.10	16.00	6.18	-0.000363583	0.000982
Κόμβος n151	0.10	16.00	6.08	-0.000367285	0.000992
Κόμβος n152	0.10	16.00	12.65	-0.000124033	0.000335
Κόμβος n153	0.10	16.00	12.39	-0.000133659	0.000361
Κόμβος n154	0.10	16.00	12.45	-0.000131438	0.000355
Κόμβος n155	0.10	16.00	12.39	-0.000133659	0.000361
Κόμβος n156	0.10	16.00	12.00	-0.000148099	0.000400
Κόμβος n157	0.10	16.00	11.65	-0.000161057	0.000435
Κόμβος n158	0.10	16.00	10.79	-0.000192899	0.000521
Κόμβος n159	0.10	16.00	9.70	-0.000233256	0.000630
Κόμβος n160	0.10	16.00	10.08	-0.000219186	0.000592
Κόμβος n161	0.10	16.00	10.24	-0.000213262	0.000576
Κόμβος n162	0.10	16.00	9.69	-0.000233626	0.000631
Κόμβος n163	0.10	16.00	9.59	-0.000237328	0.000641
Κόμβος n164	0.10	16.00	10.21	-0.000214373	0.000579

Κόμβος n165	0.10	16.00	10.25	-0.000212892	0.000575
Κόμβος n166	0.10	16.00	10.35	-0.000209190	0.000565
Κόμβος n167	0.10	16.00	10.42	-0.000206598	0.000558
Κόμβος n168	0.10	16.00	9.50	-0.000240661	0.000650
Κόμβος n169	0.10	16.00	9.58	-0.000237699	0.000642
Κόμβος n170	0.10	16.00	9.57	-0.000238069	0.000643
Κόμβος n171	0.10	16.00	9.35	-0.000246214	0.000665
Κόμβος n172	0.10	16.00	9.85	-0.000227702	0.000615
Κόμβος n173	0.10	16.00	10.03	-0.000221037	0.000597
Κόμβος n174	0.10	16.00	10.49	-0.000204006	0.000551
Κόμβος n175	0.10	16.00	11.03	-0.000184013	0.000497
Κόμβος n176	0.10	16.00	11.50	-0.000166611	0.000450
Κόμβος n177	0.10	16.00	11.63	-0.000161798	0.000437
Κόμβος n178	0.10	16.00	11.97	-0.000149210	0.000403
Κόμβος n179	0.10	16.00	9.48	-0.000241401	0.000652
Κόμβος n180	0.10	16.00	9.29	-0.000248436	0.000671
Κόμβος n181	0.10	16.00	8.39	-0.000281758	0.000761
Κόμβος n182	0.10	16.00	7.64	-0.000309526	0.000836
Κόμβος n183	0.10	16.00	7.17	-0.000326928	0.000883
Κόμβος n184	0.10	16.00	6.94	-0.000335444	0.000906
Κόμβος n185	0.10	16.00	6.85	-0.000338776	0.000915
Κόμβος n186	0.10	16.00	7.14	-0.000328039	0.000886
Κόμβος n187	0.10	16.00	6.84	-0.000339146	0.000916
Κόμβος n188	0.10	16.00	7.35	-0.000320264	0.000865
Κόμβος n189	0.10	16.00	8.25	-0.000286941	0.000775
Κόμβος n190	0.10	16.00	8.81	-0.000266208	0.000719
Κόμβος n191	0.10	16.00	9.71	-0.000232885	0.000629
Κόμβος n192	0.10	16.00	9.61	-0.000236588	0.000639
Κόμβος n193	0.10	16.00	9.53	-0.000239550	0.000647

Κόμβος n194	0.10	16.00	8.47	-0.000278796	0.000753
Κόμβος n195	0.10	16.00	7.93	-0.000298789	0.000807
Κόμβος n196	0.10	16.00	7.53	-0.000313599	0.000847
Κόμβος n197	0.10	16.00	6.97	-0.000334333	0.000903
Κόμβος n198	0.10	16.00	6.46	-0.000353216	0.000954
Κόμβος n199	0.10	16.00	5.95	-0.000372098	0.001005
Κόμβος n200	0.10	16.00	6.52	-0.000350994	0.000948
Κόμβος n201	0.10	16.00	6.80	-0.000340627	0.000920
Κόμβος n202	0.10	16.00	7.06	-0.000331001	0.000894
Κόμβος n203	0.10	16.00	5.61	-0.000384687	0.001039
Κόμβος n204	0.10	16.00	6.91	-0.000336554	0.000909
Κόμβος n205	0.10	16.00	6.95	-0.000335073	0.000905
Κόμβος n206	0.10	16.00	6.82	-0.000339887	0.000918
Κόμβος n207	0.10	16.00	6.52	-0.000350994	0.000948
Κόμβος n208	0.10	16.00	5.72	-0.000380614	0.001028
Κόμβος n209	0.10	16.00	6.01	-0.000369877	0.000999
Κόμβος n210	0.10	16.00	5.41	-0.000392092	0.001059
Κόμβος n211	0.10	16.00	5.09	-0.000403939	0.001091
Κόμβος n212	0.10	16.00	4.51	-0.000425414	0.001149
Κόμβος n213	0.10	16.00	3.96	-0.000445777	0.001204
Κόμβος n214	0.10	16.00	3.48	-0.000463549	0.001252
Κόμβος n215	0.10	16.00	2.85	-0.000486875	0.001315
Κόμβος n216	0.10	16.00	3.70	-0.000455404	0.001230
Κόμβος n217	0.10	16.00	3.86	-0.000449480	0.001214
Κόμβος n218	0.10	16.00	4.09	-0.000440964	0.001191
Κόμβος n219	0.10	16.00	4.39	-0.000429857	0.001161
Κόμβος n220	0.10	16.00	2.39	-0.000503906	0.001361
Κόμβος n221	0.10	16.00	3.35	-0.000468362	0.001265
Κόμβος n222	0.10	16.00	2.69	-0.000492799	0.001331

Κόμβος n223	0.10	16.00	3.58	-0.000459847	0.001242
Κόμβος n224	0.10	16.00	3.71	-0.000455034	0.001229
Κόμβος n225	0.10	16.00	4.11	-0.000440224	0.001189
Κόμβος n226	0.10	16.00	6.79	-0.000340997	0.000921
Κόμβος n227	0.10	16.00	6.87	-0.000338035	0.000913
Κόμβος n228	0.10	16.00	5.64	-0.000383576	0.001036
Κόμβος n229	0.10	16.00	4.78	-0.000415417	0.001122
Κόμβος n230	0.10	16.00	3.87	-0.000449110	0.001213
Κόμβος n231	0.10	16.00	7.74	-0.000305824	0.000826
Κόμβος n232	0.10	16.00	6.94	-0.000335444	0.000906
Κόμβος n233	0.10	16.00	6.39	-0.000355807	0.000961
Κόμβος n234	0.10	16.00	6.41	-0.000355067	0.000959
Κόμβος n235	0.10	16.00	5.86	-0.000375430	0.001014
Κόμβος n236	0.10	16.00	4.43	-0.000428376	0.001157

Τελικά οι δείκτες διαμορφώνονται ως εξής:

$$I_r = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} q_i \left(h_i - h_i^*\right)}{\sum_{k=1}^{n_r} Q_k H_k - \sum_{i=1}^{n_n} q_i^* h_i^*} \Rightarrow I_r = -0.020406$$

$$I_f = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} I_{fi}}{\sum_{i=1}^{n_n} q_i^* h_i^*} \Rightarrow I_f = 0.33119$$

$$I_s = \min\left\{h_i - h_i^*\right\} \forall_i = 1, n_n \Rightarrow I_s = -13.61\mu$$

Συμπερασματικά από τα παραπάνω αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι το δίκτυο δεν είναι ικανοποιητικό καθώς ο δείκτης ευρωστίας I_r έχει αρνητική τιμή πράγμα που σημαίνει ότι στο μεγαλύτερο μέρος του δικτύου δεν ικανοποιούνται οι περιορισμοί για το ύψος πίεσης. Επίσης ο δείκτης αστοχίας I_f είναι μεγαλύτερος από 0 κάτι που φανερώνει

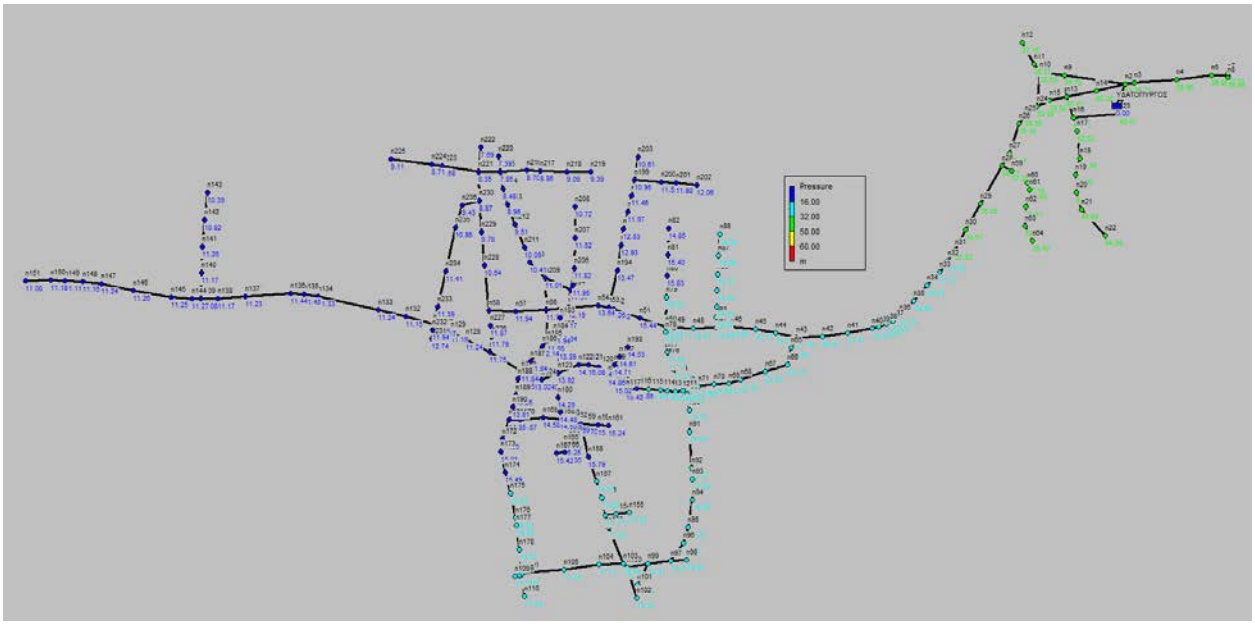
την αστοχία του δικτύου. Τέλος ο δείκτης I_s δείχνει πως η ελάχιστη διαφορά μεταξύ του πραγματικού ύψους πίεσης και του απαιτούμενου ύψους πίεσης είναι -13.61μ. γεγονός που μας δείχνει την ανεπάρκεια του δικτύου. Σαν συνολική εικόνα του δικτύου ύδρευσης μπορούμε να πούμε ότι έχει πολύ χαμηλό βαθμό αξιοπιστίας.

7.12.5 Εναλλακτικά Σενάρια

Στην συνέχεια θα αναφερθούν δυο εναλλακτικά σενάρια επίλυσης και λειτουργίας του δικτύου έτσι ώστε να μπορέσουμε να συγκρίνουμε τα εξαγόμενα αποτελέσματα καθώς και τις μεταβολές στους δείκτες αξιοπιστίας.

7.12.5.1 1ο Εναλλακτικό Σενάριο

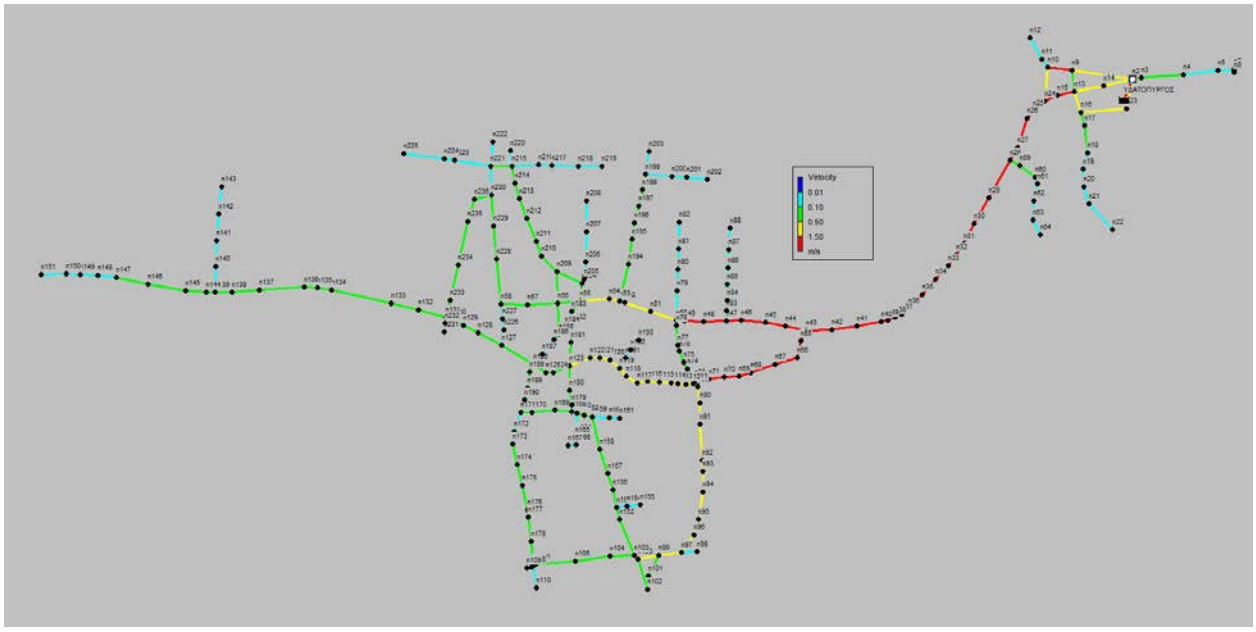
Σε αυτό το σενάριο θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα της μελέτης με την διαφορά ότι θα αυξήσουμε το υψόμετρο της γραμμής ενέργειας στην κεφαλή του δικτύου, δηλαδή στον υδατόπυργο. Το νέο υψόμετρο της γραμμής ενέργειας θα ληφθεί ίσο με 120μ.



Εικόνα 7.6: *Απεικόνιση υψών πίεσης στου κόμβους του δικτύου*

Από τα αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι υπάρχει σχετική βελτίωση στο δίκτυο, παρόλα αυτά υπάρχουν ακόμη περιοχές όπου το ύψος πίεσης είναι μικρότερο από 16μ.

- Ταχύτητα ροής στους αγωγούς του δικτύου



Εικόνα 7.7: *Απεικόνιση ταχύτητας ροής στους αγωγούς του δικτύου*

Από τα αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι υπάρχει σχετική βελτίωση στην ταχύτητα ροής στους αγωγούς, παρόλα αυτά, στο μεγαλύτερο μέρος του δικτύου συνεχίζουν να είναι κάτω από 0.5m/sec .

Οι συνολικοί δείκτες αξιοπιστίας για το παραπάνω σενάριο παρατίθενται στη συνέχεια:

$$I_r = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} q_i \left(h_i - h_i^*\right)}{\sum_{k=1}^{n_r} Q_k H_k - \sum_{i=1}^{n_n} q_i^* h_i^*} \Rightarrow I_r = 0.028652$$

$$I_f = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} I_{fi}}{\sum_{i=1}^{n_n} q_i^* h_i^*} \Rightarrow I_f = 0.1228298$$

$$I_s = \min\left\{h_i - h_i^*\right\} \forall_i = 1, n_n \Rightarrow I_s = -8.61\mu$$

Συμπερασματικά από τα παραπάνω αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι με την αύξηση του υψόμετρου κατά 5μ στην κεφαλή του υδατόπυργου υπάρχει βελτίωση στους δείκτες αξιοπιστίας του δικτύου. Ο δείκτης ευρωστίας I_r πλέον αν και είναι πολύ κοντά στον μηδέν έχει πάρει θετική τιμή γεγονός που ήταν αναμενόμενο αφού διαπιστώθηκε μια σχετική βελτίωση στα ύψη πίεσης του δικτύου. Ο δείκτης αστοχίας I_f αν και έχει μειωθεί αισθητά συνεχίζει να είναι μεγαλύτερος από 0 κάτι που φανερώνει και πάλι την αστοχία του δικτύου. Τέλος ο δείκτης I_s δείχνει πως η ελάχιστη διαφορά μεταξύ του πραγματικού ύψους πίεσης και του απαιτούμενου ύψους πίεσης είναι -8.61μ που αν και μειωμένος συνεχίζει και μας δείχνει την ανεπάρκεια του δικτύου. Σαν συνολική εικόνα του δικτύου ύδρευσης μπορούμε να πούμε ότι έχει βελτιωθεί έχοντας όμως και πάλι χαμηλό βαθμό αξιοπιστίας.

7.12.5.2 2ο Εναλλακτικό Σενάριο

Στο δεύτερο αυτό σενάριο υποθέτουμε ότι κατασκευάζουμε ακόμη ένα υδατόπυργος βόρεια του χωριού. Ο υδατόπυργος έχει τα ιδιά χαρακτηριστικά με τον υπάρχον. Το υψόμετρο της γραμμής ενέργειας στην κεφαλή του δικτύου λαμβάνεται ίσο με +115m που είναι η κατώτατη στάθμη στον υδατόπυργο ώστε να εξασφαλίζεται η επιθυμητή πίεση στο δίκτυο ακόμα και με τον υδατόπυργο σχεδόν άδειο. (Στη συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα όπως αυτά προέκυψαν από το πρόγραμμα Epanet και ακολουθούν οι τιμές των δεικτών Todini. Παρακάτω εμφανίζονται οι απεικονίσεις των υψών πίεσης στους κόμβους του δικτύου, καθώς και οι ταχύτητες ροής στους αγωγούς.

Εικόνα 7.8: *Απεικόνιση υψών πίεσης στου κόμβους του δικτύου*

Εικόνα 7.9: *Απεικόνιση ταχύτητας ροής στους αγωγούς του δικτύου*

Τελικά οι δείκτες διαμορφώνονται ως εξής:

$$I_r = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} q_i \left(h_i - h_i^*\right)}{\sum_{k=1}^{n_r} Q_k H_k - \sum_{i=1}^{n_n} q_i^* h_i^*} \Rightarrow I_r = \quad 0.213724$$

$$I_f = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} I_{fi}}{\sum_{i=1}^{n_n} q_i^* h_i^*} \Rightarrow I_f = 0.0000$$

$$I_s = \min\{h_i - h_i^*\} \forall_i = 1, n_n \Rightarrow I_s = 16.84\mu$$

Από τα αποτελέσματα διαπιστώνουμε ότι με την προσθήκη του νέου υδατόπυργου υπάρχει βελτίωση σε όλους τους δείκτες αξιοπιστίας του δικτύου. Ο δείκτης ευρωστίας I_r πλέον έχει πάρει θετική τιμή και αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με το πρώτο σενάριο γεγονός που ήταν αναμενόμενο αφού διαπιστώθηκε μεγάλη βελτίωση στα ύψη πίεσης του δικτύου. Ο δείκτης αστοχίας I_f είναι ίσος με μηδέν που πλέον φανερώνει ότι δεν υπάρχει αστοχία στο δίκτυο. Τέλος ο δείκτης I_s δείχνει πως η ελάχιστη διαφορά μεταξύ του πραγματικού ύψους πίεσης και του απαιτούμενου ύψους πίεσης είναι +16.84μ που πλέον μας δείχνει ότι υπάρχει επάρκεια στο δίκτυο.

7.12.6 Σύγκριση Αποτελεσμάτων των δεικτών

Οι προτεινόμενοι δείκτες αξιοπιστίας κατέδειξαν με τον πιο αντιπροσωπευτικό τρόπο τη λειτουργία του δικτύου.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ TODINI			
	Ir	**If**	**Is**
Υφιστάμενο Δίκτυο	-0.020406	0.331190	-13.61m
1ο Εναλλακτικό Σενάριο	0.028652	0.122830	-8.61m
2ο Εναλλακτικό Σενάριο	0.213724	0.000000	16.84m

Όσον αφορά το δείκτη I_r αντιπροσωπεύει την ευρωστία του δικτύου. Στην υφιστάμενη κατάσταση του δικτύου πήρε αρνητικές τιμές. Αυτό ήταν αναμενόμενο καθώς τα ύψη πίεσης σχεδόν σε όλους τους κόμβους ήταν κάτω των 16 m. Με το πρώτο εναλλακτικό σενάριο, στο οποίο αυξήθηκε το υψόμετρο της δεξαμενής, αυξήθηκε το ύψος πίεσης στους κόμβους με αποτέλεσμα ο δείκτης ευρωστίας I_r να πάρει θετική τιμή. Ομοίως στο δεύτερο σενάριο ο δείκτης πήρε θετική τιμή καθώς η παραδοχή κατασκευής μιας δεύτερης δεξαμενής θα λειτουργούσε υπέρ της εύρυθμης λειτουργιάς του υφιστάμενου δικτύου.

Ο δεύτερος δείκτης I_f που δείχνει την αστοχία του δικτύου, κατέδειξε πως το δίκτυο παρουσιάζει αστοχίες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι ταχύτητες ροής στους αγωγούς είναι αρκετά μικρές και χαμηλά ύψη πίεσης. Στο πρώτο εναλλακτικό σενάριο η τιμή του δείκτη μειώνεται αρκετά, γεγονός που συνεπάγεται και μείωση της αστοχίας, ενώ στο δεύτερο εναλλακτικό σενάριο η τιμή του δείκτη είναι μηδενική καθώς όλα τα υψόμετρα πίεσης στους κόμβους είναι μεγαλύτερα από το απαιτούμενο.

Ο τρίτος δείκτης I_s δείχνει ότι υπάρχει σημαντικό έλλειμμα πίεσης στο σύνολο σχεδόν των κόμβων με αποτέλεσμα να δημιουργείται μεγάλο πρόβλημα υποπιέσεων. Το έλλειμα αυτό μειώνεται στο πρώτο εναλλακτικό σενάριο και αισθητά στο δεύτερο.

Συμπερασματικά, λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω δείκτες, το υφιστάμενο δίκτυο ύδρευσης του οικισμού χαρακτηρίζεται από μη επαρκή αξιοπιστία, καθώς τη δυσμενέστερη μέρα του χρόνου παρατηρείται έντονο πρόβλημα υποπιέσεων στο σύνολο του δικτύου. Αντίθετα τα δύο εναλλακτικά σενάρια οδηγούν σε μεγαλύτερη αξιοπιστία άρα και στην πιο εύρυθμη λειτουργία του δικτύου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

8.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

8.1 Συμπεράσματα

Η επίλυση του εσωτερικού δικτύου του οικισμού Ροδιάς πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος Epanet. Η επιλογή αυτή κρίθηκε αρκετά ικανοποιητική καθώς απλοποιήθηκε η επίλυση του δικτύου και μειώθηκε αρκετά ο χρόνος υπολογισμού. Το Epanet αποτελεί ένα καλό λογισμικό προσομοίωσης δικτύων διανομής. Διατίθεται ελεύθερα στο διαδίκτυο και διαθέτει ειδικό εγχειρίδιο χρήσης. Αυτό είναι ιδιαίτερα λεπτομερές και κατευθύνει τον κάθε χρήστη, είτε έχει εμπειρία είτε όχι. Επίσης είναι ένα πρόγραμμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για την υδραυλική προσομοίωση του δικτύου αλλά και την ποιοτική επίλυση αυτού. Παρόλα αυτά διαθέτει και κάποια μειονεκτήματα. Ένα από αυτά είναι η εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Δε δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να εξάγει τα σχέδια στην κλίμακα που επιθυμεί. Επίσης υπάρχει δυσκολία σύνδεσης του προγράμματος με άλλα λογισμικά προγράμματα όπως αυτό των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, πράγμα που θα σήμαινε περισσότερες δυνατότητες στην επίλυση του δικτύου και στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά την αξιολόγηση του δικτύου, αποτελεί ένα μείζον θέμα στον τομέα διαχείρισης των υδατικών πόρων. Για το λόγο αυτό τα δίκτυα ύδρευσης θα πρέπει να αξιολογούνται ώστε να βελτιστοποιηθεί η διαδικασία τους και να καταγραφούν τα προβλήματά τους. Στην παρούσα μελέτη η αξιολόγηση του δικτύου έγινε με τη χρήση των δεικτών Todini. Βασικός στόχος ήταν να επιτευχθεί η αξιολόγηση του δικτύου ύδρευσης της Ροδιάς. Το τελικό συμπέρασμα που προέκυψε ήταν ότι η υφιστάμενη κατάσταση του δικτύου παρουσιάζει έλλειψη αξιοπιστίας με σοβαρά προβλήματα πιέσεων το οποίο είναι περισσότερο έντονο κατά περίοδο της Άνοιξης και του Καλοκαιριού.

8.2 Προτάσεις

Όπως έχει προαναφερθεί και προκύψει από την εργασία, το υφιστάμενο δίκτυο ύδρευσης παρουσιάζει έλλειψη αξιοπιστίας. Για το λόγο αυτό δοκιμάστηκαν τα 2 εναλλακτικά σενάρια. Και τα δύο έδωσαν αποτελέσματα τα όποια έδειχναν βελτίωση της αξιοπιστίας του δικτύου. Έτσι μία πρόταση για τη βελτίωση του δικτύου θα ήταν η κατασκευή μίας ακόμα δεξαμενής. Με τον τρόπο αυτό, το υφιστάμενο δίκτυο θα εξυπηρετεί λιγότερους καταναλωτές που αυτό με την σειρα του θα συνεισφέρει στην πιο εύρυθμη λειτουργία του δικτύου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Τσακίρης Γ. 2006, *Υδραυλικά Έργα, Σχεδιασμός και Διαχείριση Τόμος ΙΙ*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα

Τσακίρης Γ. 2010, *Υδραυλικά Έργα, Σχεδιασμός και Διαχείριση Τόμος Ι – Αστικά Υδραυλικά Έργα*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα

Αφτιά Μ.1992, *Υδρεύσεις,* Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Συστρατιώτης Α. Κοντογιάννης Δ. & 2006, *Αστικά Υδραυλικά Έργα (Σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος)*, ΕΜΠ ΣΠΜ, Αθήνα

Καραλούλης Α. 2011, Διπλωματική Εργασία, *Αξιολόγηση Αστικών Δικτύων Ύδρευσης, Εφαρμογή στην πόλη των Σοφάδων*, Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, ΣΑΤΜ,ΕΜΠ

Καρκατσούλη Ε. 2008, *Διπλωματική Εργασία, Χρήση Μοντέλων Επίλυσης Κυκλοφοριακών Δικτύων Ύδρευσης Οικισμών,* Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, ΣΑΤΜ,ΕΜΠ

Διεθνή

Avi Ostfeld 2001, Reliability Analysis of regional water distribution systems, Urban Water 3 (2001) pp 253-260

Metcalf and Eddy 1972**,** Wastewater Engineering, McGraw-Hill, N.Y

Bao Y. and Mays L. 1980, ***Model for Water Distribution System Reliability*** Journal of Hydraulic Engineering 116, (9), pp 1119-1137(September 1990)

Todini E. 2000, Looped water distribution networks design using a resilience index based heuristic approach, Urban Water 2 (2000) pp 115-122

Todini E.1979, Un metodo del gradient per la verifica delle reti idrauliche (in Italian), Bollettino deglli Ingegneri della Toscana n 11.

Διαδικτυακοί Τόποι

http://www.epa.gov/nrmrl/wswrd/dw/epanet.html

http://www.tirnavos.gr/index.php?dispatch=pages.view&page_id=85

http://www.chryssafidis.gr/

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακες Εναλλακτικών Σεναρίων:

`

1^{O} Εναλλακτικό σενάριο-Βελτιωτικο:- Πίνακας Υψών Πίεσης

Αριθμός Κόμβου	Υψόμετρο σε m	Παροχή σε LPS	Ύψος πίεσης m
Κόμβος n2	79.06	0.10	39.55
Κόμβος n3	79.40	0.10	39.21
Κόμβος n4	78.64	0.10	39.95
Κόμβος n5	78.61	0.10	39.98
Κόμβος n6	78.63	0.10	39.95
Κόμβος n7	78.67	0.10	39.91
Κόμβος n8	78.59	0.10	39.99
Κόμβος n9	77.48	0.10	39.73
Κόμβος n10	77.57	0.10	38.69
Κόμβος n11	77.89	0.10	38.37
Κόμβος n12	79.11	0.10	37.15
Κόμβος n13	76.81	0.10	40.47
Κόμβος n14	77.69	0.10	40.25
Κόμβος n15	76.19	0.10	39.82
Κόμβος n16	75.94	0.10	41.55
Κόμβος n17	75.46	0.10	42.02
Κόμβος n18	74.93	0.10	42.55
Κόμβος n19	74.38	0.10	43.09
Κόμβος n20	73.99	0.10	43.48
Κόμβος n21	73.83	0.10	43.64
Κόμβος n22	73.38	0.10	44.09

Κόμβος n23	78.09	0.10	40.07
Κόμβος n24	75.70	0.10	39.36
Κόμβος n25	75.42	0.10	38.86
Κόμβος n26	74.45	0.10	39.34
Κόμβος n27	74.13	0.10	38.14
Κόμβος n28	73.43	0.10	38.12
Κόμβος n29	73.31	0.10	36.25
Κόμβος n30	73.16	0.10	33.51
Κόμβος n31	73.12	0.10	32.52
Κόμβος n32	73.12	0.10	31.93
Κόμβος n33	73.19	0.10	31.23
Κόμβος n34	73.09	0.10	30.55
Κόμβος n35	73.09	0.10	29.66
Κόμβος n36	73.09	0.10	28.78
Κόμβος n37	72.16	0.10	29.35
Κόμβος n38	72.71	0.10	28.46
Κόμβος n39	72.55	0.10	28.29
Κόμβος n40	72.55	0.10	28.02
Κόμβος n41	72.12	0.10	27.41
Κόμβος n42	71.69	0.10	26.81
Κόμβος n43	71.67	0.10	25.79
Κόμβος n44	71.70	0.10	24.27
Κόμβος n45	71.79	0.10	22.71
Κόμβος n46	71.93	0.10	20.88
Κόμβος n47	71.98	0.10	19.82
Κόμβος n48	72.12	0.10	18.36
Κόμβος n49	72.25	0.10	17.11
Κόμβος n50	72.39	0.10	16.49
Κόμβος n51	72.66	0.10	15.44

Κόμβος n52	72.92	0.10	14.42
Κόμβος n53	72.92	0.10	14.26
Κόμβος n54	73.36	0.10	13.64
Κόμβος n55	74.29	0.10	12.19
Κόμβος n56	74.66	0.10	11.75
Κόμβος n57	74.38	0.10	11.94
Κόμβος n58	74.38	0.10	11.88
Κόμβος n59	74.29	0.10	37.26
Κόμβος n60	74.36	0.10	37.18
Κόμβος n61	74.05	0.10	37.49
Κόμβος n62	73.43	0.10	38.11
Κόμβος n63	72.77	0.10	38.77
Κόμβος n64	72.14	0.10	39.40
Κόμβος n65	71.59	0.10	25.05
Κόμβος n66	71.22	0.10	24.19
Κόμβος n67	70.90	0.10	22.93
Κόμβος n68	70.85	0.10	21.26
Κόμβος n69	70.76	0.10	20.53
Κόμβος n70	70.71	0.10	19.66
Κόμβος n71	70.54	0.10	18.83
Κόμβος n72	70.54	0.10	18.14
Κόμβος n73	70.65	0.10	18.04
Κόμβος n74	71.09	0.10	17.63
Κόμβος n75	71.30	0.10	17.43
Κόμβος n76	71.5	0.10	17.27
Κόμβος n77	71.63	0.10	17.16
Κόμβος n78	72.29	0.10	16.57
Κόμβος n79	72.83	0.10	16.04
Κόμβος n80	73.04	0.10	15.83

Κόμβος n81	73.47	0.10	15.40
Κόμβος n82	74.02	0.10	14.85
Κόμβος n83	72.13	0.10	19.67
Κόμβος n84	72.27	0.10	19.53
Κόμβος n85	72.49	0.10	19.30
Κόμβος n86	72.69	0.10	19.10
Κόμβος n87	73.10	0.10	18.69
Κόμβος n88	73.57	0.10	18.22
Κόμβος n89	70.46	0.10	18.18
Κόμβος n90	70.14	0.10	18.35
Κόμβος n91	69.77	0.10	18.54
Κόμβος n92	69.15	0.10	18.87
Κόμβος n93	69.04	0.10	18.89
Κόμβος n94	68.72	0.10	19.06
Κόμβος n95	68.33	0.10	19.25
Κόμβος n96	68.12	0.10	19.35
Κόμβος n97	68.12	0.10	19.20
Κόμβος n98	67.49	0.10	19.83
Κόμβος n99	68.17	0.10	18.81
Κόμβος n100	68.31	0.10	18.55
Κόμβος n101	67.89	0.10	19.04
Κόμβος n102	67.89	0.10	19.02
Κόμβος n103	68.36	0.10	18.44
Κόμβος n104	68.96	0.10	17.77
Κόμβος n105	69.17	0.10	17.46
Κόμβος n106	69.17	0.10	17.37
Κόμβος n107	69.21	0.10	17.32
Κόμβος n108	69.17	0.10	17.36
Κόμβος n109	69.17	0.10	17.36

Κόμβος n110	69.05	0.10	17.48
Κόμβος n111	70.62	0.10	17.95
Κόμβος n112	70.93	0.10	17.48
Κόμβος n113	71.11	0.10	17.15
Κόμβος n114	71.20	0.10	16.93
Κόμβος n115	71.48	0.10	16.44
Κόμβος n116	71.85	0.10	15.85
Κόμβος n117	72.10	0.10	15.42
Κόμβος n118	72.29	0.10	15.02
Κόμβος n119	72.29	0.10	14.86
Κόμβος n120	72.58	0.10	14.41
Κόμβος n121	72.78	0.10	14.08
Κόμβος n122	72.59	0.10	14.16
Κόμβος n123	72.59	0.10	13.92
Κόμβος n124	73.06	0.10	13.40
Κόμβος n125	73.43	0.10	13.02
Κόμβος n126	74.58	0.10	11.84
Κόμβος n127	74.50	0.10	11.75
Κόμβος n128	74.90	0.10	11.24
Κόμβος n129	74.89	0.10	11.19
Κόμβος n130	74.86	0.10	11.17
Κόμβος n131	74.86	0.10	11.15
Κόμβος n132	74.74	0.10	11.15
Κόμβος n133	74.55	0.10	11.24
Κόμβος n134	74.25	0.10	11.33
Κόμβος n135	74.09	0.10	11.45
Κόμβος n136	74.06	0.10	11.44
Κόμβος n137	74.16	0.10	11.23
Κόμβος n138	74.17	0.10	11.17

Κόμβος n139	74.22	0.10	11.08
Κόμβος n140	74.13	0.10	11.17
Κόμβος n141	74.04	0.10	11.25
Κόμβος n142	74.47	0.10	10.82
Κόμβος n143	74.90	0.10	10.39
Κόμβος n144	74.03	0.10	11.27
Κόμβος n145	74.03	0.10	11.25
Κόμβος n146	74.01	0.10	11.26
Κόμβος n147	74.02	0.10	11.24
Κόμβος n148	74.09	0.10	11.16
Κόμβος n149	74.14	0.10	11.11
Κόμβος n150	74.07	0.10	11.18
Κόμβος n151	74.17	0.10	11.08
Κόμβος n152	69.02	0.10	17.65
Κόμβος n153	69.24	0.10	17.39
Κόμβος n154	69.18	0.10	17.45
Κόμβος n155	69.24	0.10	17.39
Κόμβος n156	69.60	0.10	17.00
Κόμβος n157	69.91	0.10	16.65
Κόμβος n158	70.73	0.10	15.79
Κόμβος n159	71.78	0.10	14.70
Κόμβος n160	71.40	0.10	15.08
Κόμβος n161	71.24	0.10	15.24
Κόμβος n162	71.78	0.10	14.69
Κόμβος n163	71.88	0.10	14.59
Κόμβος n164	71.26	0.10	15.21
Κόμβος n165	71.22	0.10	15.25
Κόμβος n166	71.12	0.10	15.35
Κόμβος n167	71.05	0.10	15.42

Κόμβος n168	71.97	0.10	14.50
Κόμβος n169	71.88	0.10	14.58
Κόμβος n170	71.88	0.10	14.57
Κόμβος n171	72.09	0.10	14.35
Κόμβος n172	71.59	0.10	14.85
Κόμβος n173	71.42	0.10	15.03
Κόμβος n174	70.96	0.10	15.49
Κόμβος n175	70.43	0.10	16.03
Κόμβος n176	69.98	0.10	16.50
Κόμβος n177	69.85	0.10	16.63
Κόμβος n178	69.53	0.10	16.97
Κόμβος n179	71.99	0.10	14.48
Κόμβος n180	72.20	0.10	14.29
Κόμβος n181	73.10	0.10	13.39
Κόμβος n182	73.84	0.10	12.64
Κόμβος n183	74.30	0.10	12.17
Κόμβος n184	74.50	0.10	11.94
Κόμβος n185	74.57	0.10	11.85
Κόμβος n186	74.28	0.10	12.14
Κόμβος n187	74.58	0.10	11.84
Κόμβος n188	74.07	0.10	12.35
Κόμβος n189	73.17	0.10	13.25
Κόμβος n190	72.62	0.10	13.81
Κόμβος n191	72.44	0.10	14.71
Κόμβος n192	72.53	0.10	14.61
Κόμβος n193	72.61	0.10	14.53
Κόμβος n194	73.67	0.10	13.47
Κόμβος n195	74.19	0.10	12.93
Κόμβος n196	74.57	0.10	12.53

Κόμβος n197	75.12	0.10	11.97
Κόμβος n198	75.63	0.10	11.46
Κόμβος n199	76.13	0.10	10.95
Κόμβος n200	75.56	0.10	11.52
Κόμβος n201	75.28	0.10	11.80
Κόμβος n202	75.02	0.10	12.06
Κόμβος n203	76.47	0.10	10.61
Κόμβος n204	74.52	0.10	11.91
Κόμβος n205	74.48	0.10	11.95
Κόμβος n206	74.61	0.10	11.82
Κόμβος n207	74.91	0.10	11.52
Κόμβος n208	75.71	0.10	10.72
Κόμβος n209	75.38	0.10	11.01
Κόμβος n210	75.92	0.10	10.41
Κόμβος n211	76.19	0.10	10.09
Κόμβος n212	76.71	0.10	9.51
Κόμβος n213	77.22	0.10	8.96
Κόμβος n214	77.67	0.10	8.48
Κόμβος n215	78.27	0.10	7.85
Κόμβος n216	77.41	0.10	8.70
Κόμβος n217	77.25	0.10	8.86
Κόμβος n218	77.02	0.10	9.09
Κόμβος n219	76.72	0.10	9.39
Κόμβος n220	78.73	0.10	7.39
Κόμβος n221	77.76	0.10	8.35
Κόμβος n222	78.42	0.10	7.69
Κόμβος n223	77.53	0.10	8.58
Κόμβος n224	77.40	0.10	8.71
Κόμβος n225	76.99	0.10	9.11

Κόμβος n226	74.46	0.10	11.79
Κόμβος n227	74.38	0.10	11.87
Κόμβος n228	75.55	0.10	10.64
Κόμβος n229	76.36	0.10	9.78
Κόμβος n230	77.24	0.10	8.87
Κόμβος n231	73.27	0.10	12.74
Κόμβος n232	74.07	0.10	11.94
Κόμβος n233	74.63	0.10	11.39
Κόμβος n234	74.63	0.10	11.41
Κόμβος n235	75.21	0.10	10.86
Κόμβος n236	76.66	0.10	9.43

1^{O} Εναλλακτικό σενάριο-Βελτιωτικο:Πίνακας Ταχύτητα ροής στους αγωγούς του δικτύου

Όνομα Αγωγού	Μήκος Αγωγού m	Διάμετρος Αγωγού mm	Ταχύτητα m/sec
Αγωγός p2	12.21	75	0.14
Αγωγός p3	57.42	75	0.11
Αγωγός p4	48.12	75	0.09
Αγωγός p5	22.21	75	0.07
Αγωγός p6	2.558	75	0.02
Αγωγός p7	2.559	75	0.02
Αγωγός p8	83.78	75	1.14
Αγωγός p9	33.86	75	1.51
Αγωγός p10	13.44	75	0.05
Αγωγός p11	33.54	75	0.02
Αγωγός p12	28.95	75	0.39
Αγωγός p13	40.59	110	1.45
Αγωγός p14	40.59	110	1.43
Αγωγός p15	24.42	90	2.36

Αγωγός p16	29.54	75	0.73
Αγωγός p17	19.22	75	0.14
Αγωγός p18	37.13	75	0.11
Αγωγός p19	23.43	75	0.09
Αγωγός p20	24.7	75	0.07
Αγωγός p21	24.42	75	0.05
Αγωγός p22	47.16	75	0.02
Αγωγός p23	41.23	75	0.91
Αγωγός p24	63.77	75	0.89
Αγωγός p25	46.49	75	1.44
Αγωγός p26	18.55	90	2.35
Αγωγός p27	21.17	110	2.23
Αγωγός p28	13.21	110	2.22
Αγωγός p29	41.87	110	2.21
Αγωγός p30	19.97	110	2.20
Αγωγός p31	58.98	110	2.13
Αγωγός p32	40.67	110	2.12
Αγωγός p33	31.21	110	2.10
Αγωγός p34	17.99	110	2.09
Αγωγός p35	19.16	110	2.08
Αγωγός p36	24.31	110	2.07
Αγωγός p37	27.92	110	2.06
Αγωγός p38	27.75	110	2.05
Αγωγός p39	11.45	110	2.04
Αγωγός p40	11.02	110	2.03
Αγωγός p41	10.53	110	2.02
Αγωγός p42	9.037	110	2.01
Αγωγός p43	34.38	110	2.00
Αγωγός p44	34.38	110	1.99

Αγωγός p45	35.27	110	1.98
Αγωγός p46	28.28	75	2.13
Αγωγός p47	28.28	75	2.10
Αγωγός p48	33.34	75	2.08
Αγωγός p49	20.21	75	2.06
Αγωγός p50	30.98	75	1.90
Αγωγός p51	26.59	75	1.88
Αγωγός p52	11.71	75	1.85
Αγωγός p53	36.88	75	1.30
Αγωγός p54	36.87	75	1.28
Αγωγός p55	7.934	75	1.25
Αγωγός p56	14.25	75	1.00
Αγωγός p57	40.45	75	0.98
Αγωγός p58	30.38	75	0.40
Αγωγός p59	41.83	75	0.37
Αγωγός p60	36.09	75	0.35
Αγωγός p61	15.51	75	0.14
Αγωγός p62	26.57	75	0.11
Αγωγός p63	9.318	75	0.09
Αγωγός p64	24.11	75	0.07
Αγωγός p65	25.51	75	0.05
Αγωγός p66	23.18	75	0.02
Αγωγός p67	15.75	75	2.11
Αγωγός p68	24.14	75	2.08
Αγωγός p69	31.6	75	2.06
Αγωγός p70	35.21	75	2.04
Αγωγός p71	17.19	75	2.02
Αγωγός p72	19.58	75	1.99
Αγωγός p73	21.61	75	1.97

Αγωγός p74	15.5	75	1.95
Αγωγός p75	5.845	75	0.31
Αγωγός p76	18.04	75	0.33
Αγωγός p77	9.953	75	0.35
Αγωγός p78	16.74	75	0.37
Αγωγός p79	8.066	75	0.40
Αγωγός p80	27.1	75	0.42
Αγωγός p81	7.247	75	0.44
Αγωγός p82	40.05	75	0.09
Αγωγός p83	29.49	75	0.07
Αγωγός p84	29.03	75	0.05
Αγωγός p85	35.75	75	0.02
Αγωγός p86	13.86	75	0.14
Αγωγός p87	13.87	75	0.11
Αγωγός p88	22.29	75	0.09
Αγωγός p89	22.29	75	0.07
Αγωγός p90	25.92	75	0.05
Αγωγός p91	28.78	75	0.02
Αγωγός p92	5.321	90	0.78
Αγωγός p93	23.09	90	0.77
Αγωγός p94	28.8	90	0.75
Αγωγός p95	49.67	90	0.73
Αγωγός p96	15.19	90	0.72
Αγωγός p97	28.33	90	0.70
Αγωγός p98	37.98	90	0.69
Αγωγός p99	21.99	90	0.67
Αγωγός p100	29.69	90	0.66
Αγωγός p101	20.92	75	0.02
Αγωγός p102	31.59	75	0.90

Αγωγός p103	28.85	75	0.56
Αγωγός p104	31.49	75	0.32
Αγωγός p105	18.23	75	0.30
Αγωγός p106	44.35	75	0.27
Αγωγός p107	6.461	75	0.81
Αγωγός p108	33.09	75	0.38
Αγωγός p109	48.14	75	0.36
Αγωγός p110	54.3	75	0.34
Αγωγός p111	3.709	75	0.31
Αγωγός p112	3.854	75	0.05
Αγωγός p113	6.555	75	0.02
Αγωγός p114	30.47	75	0.02
Αγωγός p115	6.498	75	1.11
Αγωγός p116	10.56	75	1.09
Αγωγός p117	10.65	75	1.06
Αγωγός p118	9.457	75	1.04
Αγωγός p119	15.57	75	1.02
Αγωγός p120	16.5	75	0.99
Αγωγός p121	14.62	75	0.97
Αγωγός p122	17.7	75	0.95
Αγωγός p123	14.43	75	0.93
Αγωγός p124	16.89	75	0.84
Αγωγός p125	14.58	75	0.81
Αγωγός p126	12.86	75	0.79
Αγωγός p127	29.85	75	0.77
Αγωγός p128	24.4	75	0.35
Αγωγός p129	10.78	75	0.33
Αγωγός p130	20.23	75	0.31
Αγωγός p131	50.52	75	0.47

Αγωγός p132	36.8	75	0.46
Αγωγός p133	22.74	75	0.44
Αγωγός p134	17.31	75	0.41
Αγωγός p135	9.089	75	0.39
Αγωγός p136	38.8	75	0.45
Αγωγός p137	37.99	75	0.43
Αγωγός p138	84.72	75	0.41
Αγωγός p139	19.11	75	0.38
Αγωγός p140	18.19	75	0.36
Αγωγός p141	61.4	75	0.34
Αγωγός p142	37.15	75	0.32
Αγωγός p143	23.37	75	0.29
Αγωγός p144	35.52	75	0.09
Αγωγός p145	35.51	75	0.07
Αγωγός p146	36.67	75	0.05
Αγωγός p147	36.67	75	0.02
Αγωγός p148	12.93	75	0.18
Αγωγός p149	27.94	75	0.16
Αγωγός p150	52.32	75	0.14
Αγωγός p151	44.09	75	0.11
Αγωγός p152	25.22	75	0.09
Αγωγός p153	24.98	75	0.07
Αγωγός p154	18.7	75	0.05
Αγωγός p155	34.54	75	0.02
Αγωγός p156	53.68	75	0.40
Αγωγός p157	17.07	75	0.38
Αγωγός p158	14.14	75	0.05
Αγωγός p159	18.14	75	0.02
Αγωγός p160	24.23	75	0.31

Αγωγός p161	23.19	75	0.29
Αγωγός p162	35.49	75	0.27
Αγωγός p163	46.15	75	0.24
Αγωγός p164	23.14	75	0.05
Αγωγός p165	14.29	75	0.02
Αγωγός p166	11.37	75	0.18
Αγωγός p167	9.736	75	0.15
Αγωγός p168	29.16	75	0.09
Αγωγός p169	4.589	75	0.07
Αγωγός p170	10.36	75	0.05
Αγωγός p171	10.74	75	0.02
Αγωγός p172	8.017	75	0.04
Αγωγός p173	23.03	75	0.18
Αγωγός p174	31.85	75	0.16
Αγωγός p175	14.69	75	0.13
Αγωγός p176	27.46	75	0.07
Αγωγός p177	16.93	75	0.09
Αγωγός p178	28.84	75	0.11
Αγωγός p179	29.61	75	0.13
Αγωγός p180	33.96	75	0.16
Αγωγός p181	10.54	75	0.18
Αγωγός p182	33.28	75	0.20
Αγωγός p183	33.03	75	0.22
Αγωγός p184	9.853	75	0.16
Αγωγός p185	19.85	75	0.18
Αγωγός p186	34.03	75	0.21
Αγωγός p187	32.33	75	0.19
Αγωγός p188	23.95	75	0.16
Αγωγός p189	18.46	75	0.14

Αγωγός p190	23.5	75	0.30
Αγωγός p191	13.39	75	0.28
Αγωγός p192	9.678	75	0.12
Αγωγός p193	25.52	75	0.10
Αγωγός p194	19.03	75	0.07
Αγωγός p195	11.18	75	0.11
Αγωγός p196	22.63	75	0.13
Αγωγός p197	16.3	75	0.15
Αγωγός p198	18.15	75	0.18
Αγωγός p199	15.69	75	0.07
Αγωγός p200	13.3	75	0.05
Αγωγός p201	17.67	75	0.02
Αγωγός p202	52.56	75	0.23
Αγωγός p203	34.47	75	0.20
Αγωγός p204	22.74	75	0.18
Αγωγός p205	23.88	75	0.16
Αγωγός p206	22.12	75	0.14
Αγωγός p207	22.12	75	0.11
Αγωγός p208	36.95	75	0.07
Αγωγός p209	19.88	75	0.05
Αγωγός p210	28.11	75	0.02
Αγωγός p211	31.85	75	0.02
Αγωγός p212	17.78	75	0.18
Αγωγός p213	23.93	75	0.37
Αγωγός p214	6.719	75	0.09
Αγωγός p215	23.46	75	0.07
Αγωγός p216	41.3	75	0.05
Αγωγός p217	42.25	75	0.02
Αγωγός p218	38.06	75	0.26

Αγωγός p219	29.18	75	0.39
Αγωγός p220	21.69	75	0.36
Αγωγός p221	33.62	75	0.34
Αγωγός p222	29.12	75	0.32
Αγωγός p223	22.1	75	0.30
Αγωγός p224	24.31	75	0.27
Αγωγός p225	36.34	75	0.09
Αγωγός p226	18	75	0.07
Αγωγός p227	36.74	75	0.05
Αγωγός p228	31.65	75	0.02
Αγωγός p229	21.01	75	0.02
Αγωγός p230	29.18	75	0.14
Αγωγός p231	33.41	75	0.02
Αγωγός p232	50.3	75	0.07
Αγωγός p233	14.75	75	0.05
Αγωγός p234	56.08	75	0.02
Αγωγός p235	21.96	75	0.01
Αγωγός p236	14.96	75	0.04
Αγωγός p237	20.36	75	0.06
Αγωγός p238	61.67	75	0.26
Αγωγός p239	46.32	75	0.24
Αγωγός p240	42.38	75	0.22
Αγωγός p241	38.73	75	0.02
Αγωγός p242	11.79	75	0.02
Αγωγός p243	8.042	75	0.05
Αγωγός p244	23.89	75	0.13
Αγωγός p245	50.2	75	0.15
Αγωγός p246	60.76	75	0.18
Αγωγός p247	31.96	75	0.20

Αγωγός p248	24	75	0.22
Αγωγός p249	43.43	75	0.15
Αγωγός p250	43.08	75	0.14
Αγωγός 1	31.07	110	2.47

1^{O} Εναλλακτικό σενάριο-Βελτιωτικό: Πίνακας Εφαρμογή των δεικτών Todini

Ονομα κόμβου	Παροχή LPS	h*	Ύψος Πίεσης h (m)	Ir	If
Κόμβος n2	0.10	16.00	39.55	0.000871932	0.000000
Κόμβος n3	0.10	16.00	39.21	0.000859343	0.000000
Κόμβος n4	0.10	16.00	39.95	0.000886741	0.000000
Κόμβος n5	0.10	16.00	39.98	0.000887852	0.000000
Κόμβος n6	0.10	16.00	39.95	0.000886741	0.000000
Κόμβος n7	0.10	16.00	39.91	0.000885260	0.000000
Κόμβος n8	0.10	16.00	39.99	0.000888222	0.000000
Κόμβος n9	0.10	16.00	39.73	0.000878596	0.000000
Κόμβος n10	0.10	16.00	38.69	0.000840090	0.000000
Κόμβος n11	0.10	16.00	38.37	0.000828242	0.000000
Κόμβος n12	0.10	16.00	37.15	0.000783072	0.000000
Κόμβος n13	0.10	16.00	40.47	0.000905994	0.000000
Κόμβος n14	0.10	16.00	40.25	0.000897849	0.000000
Κόμβος n15	0.10	16.00	39.82	0.000881928	0.000000
Κόμβος n16	0.10	16.00	41.55	0.000945981	0.000000
Κόμβος n17	0.10	16.00	42.02	0.000963383	0.000000
Κόμβος n18	0.10	16.00	42.55	0.000983006	0.000000
Κόμβος n19	0.10	16.00	43.09	0.001002999	0.000000
Κόμβος n20	0.10	16.00	43.48	0.001017439	0.000000
Κόμβος n21	0.10	16.00	43.64	0.001023363	0.000000
Κόμβος n22	0.10	16.00	44.09	0.001040024	0.000000

Κόμβος n23	0.10	16.00	40.07	0.000891184	0.000000
Κόμβος n24	0.10	16.00	39.36	0.000864897	0.000000
Κόμβος n25	0.10	16.00	38.86	0.000846385	0.000000
Κόμβος n26	0.10	16.00	39.34	0.000864156	0.000000
Κόμβος n27	0.10	16.00	38.14	0.000819727	0.000000
Κόμβος n28	0.10	16.00	38.12	0.000818986	0.000000
Κόμβος n29	0.10	16.00	36.25	0.000749750	0.000000
Κόμβος n30	0.10	16.00	33.51	0.000648302	0.000000
Κόμβος n31	0.10	16.00	32.52	0.000611648	0.000000
Κόμβος n32	0.10	16.00	31.93	0.000589803	0.000000
Κόμβος n33	0.10	16.00	31.23	0.000563886	0.000000
Κόμβος n34	0.10	16.00	30.55	0.000538709	0.000000
Κόμβος n35	0.10	16.00	29.66	0.000505757	0.000000
Κόμβος n36	0.10	16.00	28.78	0.000473176	0.000000
Κόμβος n37	0.10	16.00	29.35	0.000494280	0.000000
Κόμβος n38	0.10	16.00	28.46	0.000461328	0.000000
Κόμβος n39	0.10	16.00	28.29	0.000455034	0.000000
Κόμβος n40	0.10	16.00	28.02	0.000445037	0.000000
Κόμβος n41	0.10	16.00	27.41	0.000422452	0.000000
Κόμβος n42	0.10	16.00	26.81	0.000400237	0.000000
Κόμβος n43	0.10	16.00	25.79	0.000362472	0.000000
Κόμβος n44	0.10	16.00	24.27	0.000306194	0.000000
Κόμβος n45	0.10	16.00	22.71	0.000248436	0.000000
Κόμβος n46	0.10	16.00	20.88	0.000180681	0.000000
Κόμβος n47	0.10	16.00	19.82	0.000141434	0.000000
Κόμβος n48	0.10	16.00	18.36	0.000087378	0.000000
Κόμβος n49	0.10	16.00	17.11	0.000041097	0.000000
Κόμβος n50	0.10	16.00	16.49	0.000018142	0.000000
Κόμβος n51	0.10	16.00	15.44	-0.000020734	0.000056

Κόμβος n52	0.10	16.00	14.42	-0.000058499	0.000158
Κόμβος n53	0.10	16.00	14.26	-0.000064423	0.000174
Κόμβος n54	0.10	16.00	13.64	-0.000087378	0.000236
Κόμβος n55	0.10	16.00	12.19	-0.000141064	0.000381
Κόμβος n56	0.10	16.00	11.75	-0.000157355	0.000425
Κόμβος n57	0.10	16.00	11.94	-0.000150320	0.000406
Κόμβος n58	0.10	16.00	11.88	-0.000152542	0.000412
Κόμβος n59	0.10	16.00	37.26	0.000787145	0.000000
Κόμβος n60	0.10	16.00	37.18	0.000784183	0.000000
Κόμβος n61	0.10	16.00	37.49	0.000795661	0.000000
Κόμβος n62	0.10	16.00	38.11	0.000818616	0.000000
Κόμβος n63	0.10	16.00	38.77	0.000843052	0.000000
Κόμβος n64	0.10	16.00	39.40	0.000866378	0.000000
Κόμβος n65	0.10	16.00	25.05	0.000335073	0.000000
Κόμβος n66	0.10	16.00	24.19	0.000303232	0.000000
Κόμβος n67	0.10	16.00	22.93	0.000256581	0.000000
Κόμβος n68	0.10	16.00	21.26	0.000194750	0.000000
Κόμβος n69	0.10	16.00	20.53	0.000167722	0.000000
Κόμβος n70	0.10	16.00	19.66	0.000135510	0.000000
Κόμβος n71	0.10	16.00	18.83	0.000104780	0.000000
Κόμβος n72	0.10	16.00	18.14	0.000079233	0.000000
Κόμβος n73	0.10	16.00	18.04	0.000075530	0.000000
Κόμβος n74	0.10	16.00	17.63	0.000060350	0.000000
Κόμβος n75	0.10	16.00	17.43	0.000052945	0.000000
Κόμβος n76	0.10	16.00	17.27	0.000047021	0.000000
Κόμβος n77	0.10	16.00	17.16	0.000042949	0.000000
Κόμβος n78	0.10	16.00	16.57	0.000021104	0.000000
Κόμβος n79	0.10	16.00	16.04	0.000001481	0.000000
Κόμβος n80	0.10	16.00	15.83	-0.000006294	0.000017

Κόμβος n81	0.10	16.00	15.40	-0.000022215	0.000060
Κόμβος n82	0.10	16.00	14.85	-0.000042578	0.000115
Κόμβος n83	0.10	16.00	19.67	0.000135881	0.000000
Κόμβος n84	0.10	16.00	19.53	0.000130697	0.000000
Κόμβος n85	0.10	16.00	19.30	0.000122181	0.000000
Κόμβος n86	0.10	16.00	19.10	0.000114777	0.000000
Κόμβος n87	0.10	16.00	18.69	0.000099596	0.000000
Κόμβος n88	0.10	16.00	18.22	0.000082195	0.000000
Κόμβος n89	0.10	16.00	18.18	0.000080714	0.000000
Κόμβος n90	0.10	16.00	18.35	0.000087008	0.000000
Κόμβος n91	0.10	16.00	18.54	0.000094043	0.000000
Κόμβος n92	0.10	16.00	18.87	0.000106261	0.000000
Κόμβος n93	0.10	16.00	18.89	0.000107001	0.000000
Κόμβος n94	0.10	16.00	19.06	0.000113296	0.000000
Κόμβος n95	0.10	16.00	19.25	0.000120330	0.000000
Κόμβος n96	0.10	16.00	19.35	0.000124033	0.000000
Κόμβος n97	0.10	16.00	19.20	0.000118479	0.000000
Κόμβος n98	0.10	16.00	19.83	0.000141805	0.000000
Κόμβος n99	0.10	16.00	18.81	0.000104039	0.000000
Κόμβος n100	0.10	16.00	18.55	0.000094413	0.000000
Κόμβος n101	0.10	16.00	19.04	0.000112555	0.000000
Κόμβος n102	0.10	16.00	19.02	0.000111815	0.000000
Κόμβος n103	0.10	16.00	18.44	0.000090340	0.000000
Κόμβος n104	0.10	16.00	17.77	0.000065534	0.000000
Κόμβος n105	0.10	16.00	17.46	0.000054056	0.000000
Κόμβος n106	0.10	16.00	17.37	0.000050724	0.000000
Κόμβος n107	0.10	16.00	17.32	0.000048873	0.000000
Κόμβος n108	0.10	16.00	17.36	0.000050354	0.000000
Κόμβος n109	0.10	16.00	17.36	0.000050354	0.000000

Κόμβος n110	0.10	16.00	17.48	0.000054797	0.000000
Κόμβος n111	0.10	16.00	17.95	0.000072198	0.000000
Κόμβος n112	0.10	16.00	17.48	0.000054797	0.000000
Κόμβος n113	0.10	16.00	17.15	0.000042578	0.000000
Κόμβος n114	0.10	16.00	16.93	0.000034433	0.000000
Κόμβος n115	0.10	16.00	16.44	0.000016291	0.000000
Κόμβος n116	0.10	16.00	15.85	-0.000005554	0.000015
Κόμβος n117	0.10	16.00	15.42	-0.000021474	0.000058
Κόμβος n118	0.10	16.00	15.02	-0.000036284	0.000098
Κόμβος n119	0.10	16.00	14.86	-0.000042208	0.000114
Κόμβος n120	0.10	16.00	14.41	-0.000058869	0.000159
Κόμβος n121	0.10	16.00	14.08	-0.000071087	0.000192
Κόμβος n122	0.10	16.00	14.16	-0.000068125	0.000184
Κόμβος n123	0.10	16.00	13.92	-0.000077011	0.000208
Κόμβος n124	0.10	16.00	13.40	-0.000096264	0.000260
Κόμβος n125	0.10	16.00	13.02	-0.000110334	0.000298
Κόμβος n126	0.10	16.00	11.84	-0.000154023	0.000416
Κόμβος n127	0.10	16.00	11.75	-0.000157355	0.000425
Κόμβος n128	0.10	16.00	11.24	-0.000176238	0.000476
Κόμβος n129	0.10	16.00	11.19	-0.000178089	0.000481
Κόμβος n130	0.10	16.00	11.17	-0.000178829	0.000483
Κόμβος n131	0.10	16.00	11.15	-0.000179570	0.000485
Κόμβος n132	0.10	16.00	11.15	-0.000179570	0.000485
Κόμβος n133	0.10	16.00	11.24	-0.000176238	0.000476
Κόμβος n134	0.10	16.00	11.33	-0.000172905	0.000467
Κόμβος n135	0.10	16.00	11.45	-0.000168462	0.000455
Κόμβος n136	0.10	16.00	11.44	-0.000168833	0.000456
Κόμβος n137	0.10	16.00	11.23	-0.000176608	0.000477
Κόμβος n138	0.10	16.00	11.17	-0.000178829	0.000483

Κόμβος n139	0.10	16.00	11.08	-0.000182162	0.000492
Κόμβος n140	0.10	16.00	11.17	-0.000178829	0.000483
Κόμβος n141	0.10	16.00	11.25	-0.000175867	0.000475
Κόμβος n142	0.10	16.00	10.82	-0.000191788	0.000518
Κόμβος n143	0.10	16.00	10.39	-0.000207709	0.000561
Κόμβος n144	0.10	16.00	11.27	-0.000175127	0.000473
Κόμβος n145	0.10	16.00	11.25	-0.000175867	0.000475
Κόμβος n146	0.10	16.00	11.26	-0.000175497	0.000474
Κόμβος n147	0.10	16.00	11.24	-0.000176238	0.000476
Κόμβος n148	0.10	16.00	11.16	-0.000179200	0.000484
Κόμβος n149	0.10	16.00	11.11	-0.000181051	0.000489
Κόμβος n150	0.10	16.00	11.18	-0.000178459	0.000482
Κόμβος n151	0.10	16.00	11.08	-0.000182162	0.000492
Κόμβος n152	0.10	16.00	17.65	0.000061091	0.000000
Κόμβος n153	0.10	16.00	17.39	0.000051464	0.000000
Κόμβος n154	0.10	16.00	17.45	0.000053686	0.000000
Κόμβος n155	0.10	16.00	17.39	0.000051464	0.000000
Κόμβος n156	0.10	16.00	17.00	0.000037025	0.000000
Κόμβος n157	0.10	16.00	16.65	0.000024066	0.000000
Κόμβος n158	0.10	16.00	15.79	-0.000007775	0.000021
Κόμβος n159	0.10	16.00	14.70	-0.000048132	0.000130
Κόμβος n160	0.10	16.00	15.08	-0.000034063	0.000092
Κόμβος n161	0.10	16.00	15.24	-0.000028139	0.000076
Κόμβος n162	0.10	16.00	14.69	-0.000048502	0.000131
Κόμβος n163	0.10	16.00	14.59	-0.000052205	0.000141
Κόμβος n164	0.10	16.00	15.21	-0.000029250	0.000079
Κόμβος n165	0.10	16.00	15.25	-0.000027769	0.000075
Κόμβος n166	0.10	16.00	15.35	-0.000024066	0.000065
Κόμβος n167	0.10	16.00	15.42	-0.000021474	0.000058

Κόμβος n168	0.10	16.00	14.50	-0.000055537	0.000150
Κόμβος n169	0.10	16.00	14.58	-0.000052575	0.000142
Κόμβος n170	0.10	16.00	14.57	-0.000052945	0.000143
Κόμβος n171	0.10	16.00	14.35	-0.000061091	0.000165
Κόμβος n172	0.10	16.00	14.85	-0.000042578	0.000115
Κόμβος n173	0.10	16.00	15.03	-0.000035914	0.000097
Κόμβος n174	0.10	16.00	15.49	-0.000018883	0.000051
Κόμβος n175	0.10	16.00	16.03	0.000001111	0.000000
Κόμβος n176	0.10	16.00	16.50	0.000018512	0.000000
Κόμβος n177	0.10	16.00	16.63	0.000023326	0.000000
Κόμβος n178	0.10	16.00	16.97	0.000035914	0.000000
Κόμβος n179	0.10	16.00	14.48	-0.000056278	0.000152
Κόμβος n180	0.10	16.00	14.29	-0.000063312	0.000171
Κόμβος n181	0.10	16.00	13.39	-0.000096634	0.000261
Κόμβος n182	0.10	16.00	12.64	-0.000124403	0.000336
Κόμβος n183	0.10	16.00	12.17	-0.000141805	0.000383
Κόμβος n184	0.10	16.00	11.94	-0.000150320	0.000406
Κόμβος n185	0.10	16.00	11.85	-0.000153652	0.000415
Κόμβος n186	0.10	16.00	12.14	-0.000142915	0.000386
Κόμβος n187	0.10	16.00	11.84	-0.000154023	0.000416
Κόμβος n188	0.10	16.00	12.35	-0.000135140	0.000365
Κόμβος n189	0.10	16.00	13.25	-0.000101818	0.000275
Κόμβος n190	0.10	16.00	13.81	-0.000081084	0.000219
Κόμβος n191	0.10	16.00	14.71	-0.000047762	0.000129
Κόμβος n192	0.10	16.00	14.61	-0.000051464	0.000139
Κόμβος n193	0.10	16.00	14.53	-0.000054426	0.000147
Κόμβος n194	0.10	16.00	13.47	-0.000093672	0.000253
Κόμβος n195	0.10	16.00	12.93	-0.000113666	0.000307
Κόμβος n196	0.10	16.00	12.53	-0.000128476	0.000347

Κόμβος n197	0.10	16.00	11.97	-0.000149210	0.000403
Κόμβος n198	0.10	16.00	11.46	-0.000168092	0.000454
Κόμβος n199	0.10	16.00	10.95	-0.000186975	0.000505
Κόμβος n200	0.10	16.00	11.52	-0.000165871	0.000448
Κόμβος n201	0.10	16.00	11.80	-0.000155504	0.000420
Κόμβος n202	0.10	16.00	12.06	-0.000145877	0.000394
Κόμβος n203	0.10	16.00	10.61	-0.000199563	0.000539
Κόμβος n204	0.10	16.00	11.91	-0.000151431	0.000409
Κόμβος n205	0.10	16.00	11.95	-0.000149950	0.000405
Κόμβος n206	0.10	16.00	11.82	-0.000154763	0.000418
Κόμβος n207	0.10	16.00	11.52	-0.000165871	0.000448
Κόμβος n208	0.10	16.00	10.72	-0.000195490	0.000528
Κόμβος n209	0.10	16.00	11.01	-0.000184753	0.000499
Κόμβος n210	0.10	16.00	10.41	-0.000206968	0.000559
Κόμβος n211	0.10	16.00	10.09	-0.000218816	0.000591
Κόμβος n212	0.10	16.00	9.51	-0.000240290	0.000649
Κόμβος n213	0.10	16.00	8.96	-0.000260654	0.000704
Κόμβος n214	0.10	16.00	8.48	-0.000278426	0.000752
Κόμβος n215	0.10	16.00	7.85	-0.000301751	0.000815
Κόμβος n216	0.10	16.00	8.70	-0.000270280	0.000730
Κόμβος n217	0.10	16.00	8.86	-0.000264356	0.000714
Κόμβος n218	0.10	16.00	9.09	-0.000255841	0.000691
Κόμβος n219	0.10	16.00	9.39	-0.000244733	0.000661
Κόμβος n220	0.10	16.00	7.39	-0.000318783	0.000861
Κόμβος n221	0.10	16.00	8.35	-0.000283239	0.000765
Κόμβος n222	0.10	16.00	7.69	-0.000307675	0.000831
Κόμβος n223	0.10	16.00	8.58	-0.000274723	0.000742
Κόμβος n224	0.10	16.00	8.71	-0.000269910	0.000729
Κόμβος n225	0.10	16.00	9.11	-0.000255100	0.000689

Κόμβος n226	0.10	16.00	11.79	-0.000155874	0.000421
Κόμβος n227	0.10	16.00	11.87	-0.000152912	0.000413
Κόμβος n228	0.10	16.00	10.64	-0.000198452	0.000536
Κόμβος n229	0.10	16.00	9.78	-0.000230294	0.000622
Κόμβος n230	0.10	16.00	8.87	-0.000263986	0.000713
Κόμβος n231	0.10	16.00	12.74	-0.000120701	0.000326
Κόμβος n232	0.10	16.00	11.94	-0.000150320	0.000406
Κόμβος n233	0.10	16.00	11.39	-0.000170684	0.000461
Κόμβος n234	0.10	16.00	11.41	-0.000169943	0.000459
Κόμβος n235	0.10	16.00	10.86	-0.000190307	0.000514
Κόμβος n236	0.10	16.00	9.43	-0.000243252	0.000657

2ο Εναλλακτικό σενάριο- Προσθήκη νέου Υδατόπυργου

2Ο Εναλλακτικό σενάριο- Πίνακας Υψών Πίεσης

Αριθμός Κόμβου	Υψόμετρο σε m	Παροχή σε LPS	Ύψος πίεσης m
Κόμβος n2	79.06	0.10	35.57
Κόμβος n3	79.40	0.10	35.23
Κόμβος n4	78.64	0.10	35.98
Κόμβος n5	78.61	0.10	36.00
Κόμβος n6	78.63	0.10	35.98
Κόμβος n7	78.67	0.10	35.94
Κόμβος n8	78.59	0.10	36.02
Κόμβος n9	77.48	0.10	36.82
Κόμβος n10	77.57	0.10	36.51
Κόμβος n11	77.89	0.10	36.19
Κόμβος n12	79.11	0.10	34.97
Κόμβος n13	76.81	0.10	37.50
Κόμβος n14	77.69	0.10	36.78
Κόμβος n15	76.19	0.10	37.84
Κόμβος n16	75.94	0.10	38.40
Κόμβος n17	75.46	0.10	38.88
Κόμβος n18	74.93	0.10	39.40
Κόμβος n19	74.38	0.10	39.95
Κόμβος n20	73.99	0.10	40.33
Κόμβος n21	73.83	0.10	40.49
Κόμβος n22	73.38	0.10	40.94
Κόμβος n23	78.09	0.10	36.42
Κόμβος n24	75.70	0.10	38.13
Κόμβος n25	75.42	0.10	38.25

Κόμβος n26	74.45	0.10	39.12
Κόμβος n27	74.13	0.10	39.12
Κόμβος n28	73.43	0.10	39.68
Κόμβος n29	73.31	0.10	39.43
Κόμβος n30	73.16	0.10	39.05
Κόμβος n31	73.12	0.10	38.91
Κόμβος n32	73.12	0.10	38.80
Κόμβος n33	73.19	0.10	38.62
Κόμβος n34	73.09	0.10	38.59
Κόμβος n35	73.09	0.10	38.44
Κόμβος n36	73.09	0.10	38.29
Κόμβος n37	72.16	0.10	39.16
Κόμβος n38	72.71	0.10	38.55
Κόμβος n39	72.55	0.10	38.66
Κόμβος n40	72.55	0.10	38.62
Κόμβος n41	72.12	0.10	38.89
Κόμβος n42	71.69	0.10	39.16
Κόμβος n43	71.67	0.10	39.03
Κόμβος n44	71.70	0.10	38.78
Κόμβος n45	71.79	0.10	38.48
Κόμβος n46	71.93	0.10	38.11
Κόμβος n47	71.98	0.10	37.93
Κόμβος n48	72.12	0.10	37.66
Κόμβος n49	72.25	0.10	37.43
Κόμβος n50	72.39	0.10	37.25
Κόμβος n51	72.66	0.10	36.98
Κόμβος n52	72.92	0.10	36.71
Κόμβος n53	72.92	0.10	36.71
Κόμβος n54	73.36	0.10	36.28

Κόμβος n55	74.29	0.10	35.39
Κόμβος n56	74.66	0.10	35.06
Κόμβος n57	74.38	0.10	35.38
Κόμβος n58	74.38	0.10	35.43
Κόμβος n59	74.29	0.10	38.81
Κόμβος n60	74.36	0.10	38.74
Κόμβος n61	74.05	0.10	39.05
Κόμβος n62	73.43	0.10	39.66
Κόμβος n63	72.77	0.10	40.32
Κόμβος n64	72.14	0.10	40.95
Κόμβος n65	71.59	0.10	38.99
Κόμβος n66	71.22	0.10	39.19
Κόμβος n67	70.90	0.10	39.29
Κόμβος n68	70.85	0.10	39.12
Κόμβος n69	70.76	0.10	39.11
Κόμβος n70	70.71	0.10	39.05
Κόμβος n71	70.54	0.10	39.11
Κόμβος n72	70.54	0.10	39.03
Κόμβος n73	70.65	0.10	38.92
Κόμβος n74	71.09	0.10	38.49
Κόμβος n75	71.30	0.10	38.29
Κόμβος n76	71.5	0.10	38.10
Κόμβος n77	71.63	0.10	37.98
Κόμβος n78	72.29	0.10	37.35
Κόμβος n79	72.83	0.10	36.81
Κόμβος n80	73.04	0.10	36.60
Κόμβος n81	73.47	0.10	36.16
Κόμβος n82	74.02	0.10	35.61
Κόμβος n83	72.13	0.10	37.77

Κόμβος n84	72.27	0.10	37.63
Κόμβος n85	72.49	0.10	37.41
Κόμβος n86	72.69	0.10	37.20
Κόμβος n87	73.10	0.10	36.79
Κόμβος n88	73.57	0.10	36.32
Κόμβος n89	70.46	0.10	39.11
Κόμβος n90	70.14	0.10	39.40
Κόμβος n91	69.77	0.10	39.74
Κόμβος n92	69.15	0.10	40.32
Κόμβος n93	69.04	0.10	40.41
Κόμβος n94	68.72	0.10	40.71
Κόμβος n95	68.33	0.10	41.08
Κόμβος n96	68.12	0.10	41.28
Κόμβος n97	68.12	0.10	41.26
Κόμβος n98	67.49	0.10	41.89
Κόμβος n99	68.17	0.10	41.19
Κόμβος n100	68.31	0.10	41.04
Κόμβος n101	67.89	0.10	41.46
Κόμβος n102	67.89	0.10	41.46
Κόμβος n103	68.36	0.10	40.99
Κόμβος n104	68.96	0.10	40.38
Κόμβος n105	69.17	0.10	40.17
Κόμβος n106	69.17	0.10	40.17
Κόμβος n107	69.21	0.10	40.13
Κόμβος n108	69.17	0.10	40.17
Κόμβος n109	69.17	0.10	40.17
Κόμβος n110	69.05	0.10	40.29
Κόμβος n111	70.62	0.10	38.95
Κόμβος n112	70.93	0.10	38.63

Κόμβος n113	71.11	0.10	38.44
Κόμβος n114	71.20	0.10	38.34
Κόμβος n115	71.48	0.10	38.06
Κόμβος n116	71.85	0.10	37.68
Κόμβος n117	72.10	0.10	37.43
Κόμβος n118	72.29	0.10	37.23
Κόμβος n119	72.29	0.10	37.23
Κόμβος n120	72.58	0.10	36.94
Κόμβος n121	72.78	0.10	36.74
Κόμβος n122	72.59	0.10	36.94
Κόμβος n123	72.59	0.10	36.94
Κόμβος n124	73.06	0.10	36.48
Κόμβος n125	73.43	0.10	36.12
Κόμβος n126	74.58	0.10	34.99
Κόμβος n127	74.50	0.10	35.18
Κόμβος n128	74.90	0.10	34.79
Κόμβος n129	74.89	0.10	34.80
Κόμβος n130	74.86	0.10	34.83
Κόμβος n131	74.86	0.10	34.83
Κόμβος n132	74.74	0.10	34.84
Κόμβος n133	74.55	0.10	34.92
Κόμβος n134	74.25	0.10	35.01
Κόμβος n135	74.09	0.10	35.13
Κόμβος n136	74.06	0.10	35.12
Κόμβος n137	74.16	0.10	34.92
Κόμβος n138	74.17	0.10	34.85
Κόμβος n139	74.22	0.10	34.77
Κόμβος n140	74.13	0.10	34.85
Κόμβος n141	74.04	0.10	34.94

Κόμβος n142	74.47	0.10	34.51
Κόμβος n143	74.90	0.10	34.08
Κόμβος n144	74.03	0.10	34.95
Κόμβος n145	74.03	0.10	34.94
Κόμβος n146	74.01	0.10	34.94
Κόμβος n147	74.02	0.10	34.92
Κόμβος n148	74.09	0.10	34.85
Κόμβος n149	74.14	0.10	34.79
Κόμβος n150	74.07	0.10	34.86
Κόμβος n151	74.17	0.10	34.76
Κόμβος n152	69.02	0.10	40.33
Κόμβος n153	69.24	0.10	40.11
Κόμβος n154	69.18	0.10	40.17
Κόμβος n155	69.24	0.10	40.11
Κόμβος n156	69.60	0.10	39.75
Κόμβος n157	69.91	0.10	39.45
Κόμβος n158	70.73	0.10	38.64
Κόμβος n159	71.78	0.10	37.60
Κόμβος n160	71.40	0.10	37.98
Κόμβος n161	71.24	0.10	38.14
Κόμβος n162	71.78	0.10	37.61
Κόμβος n163	71.88	0.10	37.52
Κόμβος n164	71.26	0.10	38.13
Κόμβος n165	71.22	0.10	38.17
Κόμβος n166	71.12	0.10	38.27
Κόμβος n167	71.05	0.10	38.34
Κόμβος n168	71.97	0.10	37.44
Κόμβος n169	71.88	0.10	37.53
Κόμβος n170	71.88	0.10	37.54

Κόμβος n171	72.09	0.10	37.33
Κόμβος n172	71.59	0.10	37.81
Κόμβος n173	71.42	0.10	37.97
Κόμβος n174	70.96	0.10	38.41
Κόμβος n175	70.43	0.10	38.93
Κόμβος n176	69.98	0.10	39.37
Κόμβος n177	69.85	0.10	39.50
Κόμβος n178	69.53	0.10	39.81
Κόμβος n179	71.99	0.10	37.44
Κόμβος n180	72.20	0.10	37.26
Κόμβος n181	73.10	0.10	36.47
Κόμβος n182	73.84	0.10	35.77
Κόμβος n183	74.30	0.10	35.34
Κόμβος n184	74.50	0.10	35.14
Κόμβος n185	74.57	0.10	35.07
Κόμβος n186	74.28	0.10	35.34
Κόμβος n187	74.58	0.10	35.01
Κόμβος n188	74.07	0.10	35.47
Κόμβος n189	73.17	0.10	36.32
Κόμβος n190	72.62	0.10	36.83
Κόμβος n191	72.44	0.10	37.08
Κόμβος n192	72.53	0.10	36.99
Κόμβος n193	72.61	0.10	36.91
Κόμβος n194	73.67	0.10	35.92
Κόμβος n195	74.19	0.10	35.38
Κόμβος n196	74.57	0.10	34.98
Κόμβος n197	75.12	0.10	34.42
Κόμβος n198	75.63	0.10	33.91
Κόμβος n199	76.13	0.10	33.40

Κόμβος n200	75.56	0.10	33.97
Κόμβος n201	75.28	0.10	34.25
Κόμβος n202	75.02	0.10	34.51
Κόμβος n203	76.47	0.10	33.06
Κόμβος n204	74.52	0.10	35.19
Κόμβος n205	74.48	0.10	35.23
Κόμβος n206	74.61	0.10	35.10
Κόμβος n207	74.91	0.10	34.80
Κόμβος n208	75.71	0.10	34.00
Κόμβος n209	75.38	0.10	34.44
Κόμβος n210	75.92	0.10	34.18
Κόμβος n211	76.19	0.10	34.14
Κόμβος n212	76.71	0.10	33.98
Κόμβος n213	77.22	0.10	33.79
Κόμβος n214	77.67	0.10	33.60
Κόμβος n215	78.27	0.10	33.30
Κόμβος n216	77.41	0.10	34.16
Κόμβος n217	77.25	0.10	34.31
Κόμβος n218	77.02	0.10	34.54
Κόμβος n219	76.72	0.10	34.84
Κόμβος n220	78.73	0.10	32.84
Κόμβος n221	77.76	0.10	34.27
Κόμβος n222	78.42	0.10	36.38
Κόμβος n223	77.53	0.10	34.49
Κόμβος n224	77.40	0.10	34.62
Κόμβος n225	76.99	0.10	35.03
Κόμβος n226	74.46	0.10	35.27
Κόμβος n227	74.38	0.10	35.38
Κόμβος n228	75.55	0.10	34.70

Κόμβος n229	76.36	0.10	34.24
Κόμβος n230	77.24	0.10	33.69
Κόμβος n231	73.27	0.10	36.42
Κόμβος n232	74.07	0.10	35.62
Κόμβος n233	74.63	0.10	35.20
Κόμβος n234	74.63	0.10	35.51
Κόμβος n235	75.21	0.10	35.32
Κόμβος n236	76.66	0.10	34.10
ΥΔΑΤΟΠΥΡΓΟΣ	115	-11.42	0.00
ΝΕΟΣ ΥΔΑΤΟΠΥΡΓΟΣ	115	-12.08	0.00

2ο Εναλλακτικό σενάριο- Πίνακας Ταχύτητα ροής στους αγωγούς του δικτύου

Όνομα Αγωγού	Μήκος Αγωγού m	Διάμετρος Αγωγού mm	Ταχύτητα m/sec
Αγωγός p2	12.21	75	0.14
Αγωγός p3	57.42	75	0.11
Αγωγός p4	48.12	75	0.09
Αγωγός p5	22.21	75	0.07
Αγωγός p6	2.558	75	0.02
Αγωγός p7	2.559	75	0.02
Αγωγός p8	83.78	75	0.53
Αγωγός p9	33.86	75	0.68
Αγωγός p10	13.44	75	0.05
Αγωγός p11	33.54	75	0.02
Αγωγός p12	28.95	75	0.18
Αγωγός p13	40.59	110	0.67
Αγωγός p14	40.59	110	0.66
Αγωγός p15	24.42	90	1.04

Αγωγός p16	29.54	75	0.26
Αγωγός p17	19.22	75	0.14
Αγωγός p18	37.13	75	0.11
Αγωγός p19	23.43	75	0.09
Αγωγός p20	24.7	75	0.07
Αγωγός p21	24.42	75	0.05
Αγωγός p22	47.16	75	0.02
Αγωγός p23	41.23	75	0.45
Αγωγός p24	63.77	75	0.42
Αγωγός p25	46.49	75	0.62
Αγωγός p26	18.55	90	1.02
Αγωγός p27	21.17	110	0.96
Αγωγός p28	13.21	110	0.95
Αγωγός p29	41.87	110	0.94
Αγωγός p30	19.97	110	0.93
Αγωγός p31	58.98	110	0.85
Αγωγός p32	40.67	110	0.84
Αγωγός p33	31.21	110	0.83
Αγωγός p34	17.99	110	0.82
Αγωγός p35	19.16	110	0.81
Αγωγός p36	24.31	110	0.80
Αγωγός p37	27.92	110	0.79
Αγωγός p38	27.75	110	0.78
Αγωγός p39	11.45	110	0.77
Αγωγός p40	11.02	110	0.76
Αγωγός p41	10.53	110	0.75
Αγωγός p42	9.037	110	0.74
Αγωγός p43	34.38	110	0.73
Αγωγός p44	34.38	110	0.72

Αγωγός p45	35.27	110	0.71
Αγωγός p46	28.28	75	0.76
Αγωγός p47	28.28	75	0.73
Αγωγός p48	33.34	75	0.71
Αγωγός p49	20.21	75	0.69
Αγωγός p50	30.98	75	0.53
Αγωγός p51	26.59	75	0.51
Αγωγός p52	11.71	75	0.48
Αγωγός p53	36.88	75	0.10
Αγωγός p54	36.87	75	0.07
Αγωγός p55	7.934	75	0.05
Αγωγός p56	14.25	75	0.20
Αγωγός p57	40.45	75	0.22
Αγωγός p58	30.38	75	0.29
Αγωγός p59	41.83	75	0.27
Αγωγός p60	36.09	75	0.29
Αγωγός p61	15.51	75	0.14
Αγωγός p62	26.57	75	0.11
Αγωγός p63	9.318	75	0.09
Αγωγός p64	24.11	75	0.07
Αγωγός p65	25.51	75	0.05
Αγωγός p66	23.18	75	0.02
Αγωγός p67	15.75	75	0.74
Αγωγός p68	24.14	75	0.72
Αγωγός p69	31.6	75	0.70
Αγωγός p70	35.21	75	0.68
Αγωγός p71	17.19	75	0.65
Αγωγός p72	19.58	75	0.63
Αγωγός p73	21.61	75	0.61

Αγωγός p74	15.5	75	0.59
Αγωγός p75	5.845	75	0.14
Αγωγός p76	18.04	75	0.16
Αγωγός p77	9.953	75	0.18
Αγωγός p78	16.74	75	0.21
Αγωγός p79	8.066	75	0.23
Αγωγός p80	27.1	75	0.25
Αγωγός p81	7.247	75	0.28
Αγωγός p82	40.05	75	0.09
Αγωγός p83	29.49	75	0.07
Αγωγός p84	29.03	75	0.05
Αγωγός p85	35.75	75	0.02
Αγωγός p86	13.86	75	0.14
Αγωγός p87	13.87	75	0.11
Αγωγός p88	22.29	75	0.09
Αγωγός p89	22.29	75	0.07
Αγωγός p90	25.92	75	0.05
Αγωγός p91	28.78	75	0.02
Αγωγός p92	5.321	90	0.31
Αγωγός p93	23.09	90	0.30
Αγωγός p94	28.8	90	0.28
Αγωγός p95	49.67	90	0.26
Αγωγός p96	15.19	90	0.25
Αγωγός p97	28.33	90	0.23
Αγωγός p98	37.98	90	0.22
Αγωγός p99	21.99	90	0.20
Αγωγός p100	29.69	90	0.19
Αγωγός p101	20.92	75	0.02
Αγωγός p102	31.59	75	0.22

Αγωγός p103	28.85	75	0.12
Αγωγός p104	31.49	75	0.08
Αγωγός p105	18.23	75	0.06
Αγωγός p106	44.35	75	0.04
Αγωγός p107	6.461	75	0.13
Αγωγός p108	33.09	75	0.09
Αγωγός p109	48.14	75	0.07
Αγωγός p110	54.3	75	0.05
Αγωγός p111	3.709	75	0.02
Αγωγός p112	3.854	75	0.05
Αγωγός p113	6.555	75	0.02
Αγωγός p114	30.47	75	0.02
Αγωγός p115	6.498	75	0.25
Αγωγός p116	10.56	75	0.23
Αγωγός p117	10.65	75	0.21
Αγωγός p118	9.457	75	0.19
Αγωγός p119	15.57	75	0.16
Αγωγός p120	16.5	75	0.14
Αγωγός p121	14.62	75	0.12
Αγωγός p122	17.7	75	0.09
Αγωγός p123	14.43	75	0.07
Αγωγός p124	16.89	75	0.02
Αγωγός p125	14.58	75	0.04
Αγωγός p126	12.86	75	0.06
Αγωγός p127	29.85	75	0.09
Αγωγός p128	24.4	75	0.18
Αγωγός p129	10.78	75	0.20
Αγωγός p130	20.23	75	0.23
Αγωγός p131	50.52	75	0.39

Αγωγός p132	36.8	75	0.05
Αγωγός p133	22.74	75	0.08
Αγωγός p134	17.31	75	0.10
Αγωγός p135	9.089	75	0.12
Αγωγός p136	38.8	75	0.45
Αγωγός p137	37.99	75	0.43
Αγωγός p138	84.72	75	0.41
Αγωγός p139	19.11	75	0.38
Αγωγός p140	18.19	75	0.36
Αγωγός p141	61.4	75	0.34
Αγωγός p142	37.15	75	0.32
Αγωγός p143	23.37	75	0.29
Αγωγός p144	35.52	75	0.09
Αγωγός p145	35.51	75	0.07
Αγωγός p146	36.67	75	0.05
Αγωγός p147	36.67	75	0.02
Αγωγός p148	12.93	75	0.18
Αγωγός p149	27.94	75	0.16
Αγωγός p150	52.32	75	0.14
Αγωγός p151	44.09	75	0.11
Αγωγός p152	25.22	75	0.09
Αγωγός p153	24.98	75	0.07
Αγωγός p154	18.7	75	0.05
Αγωγός p155	34.54	75	0.02
Αγωγός p156	53.68	75	0.02
Αγωγός p157	17.07	75	0.01
Αγωγός p158	14.14	75	0.05
Αγωγός p159	18.14	75	0.02
Αγωγός p160	24.23	75	0.07

Αγωγός p161	23.19	75	0.10
Αγωγός p162	35.49	75	0.12
Αγωγός p163	46.15	75	0.14
Αγωγός p164	23.14	75	0.05
Αγωγός p165	14.29	75	0.02
Αγωγός p166	11.37	75	0.21
Αγωγός p167	9.736	75	0.23
Αγωγός p168	29.16	75	0.09
Αγωγός p169	4.589	75	0.07
Αγωγός p170	10.36	75	0.05
Αγωγός p171	10.74	75	0.02
Αγωγός p172	8.017	75	0.35
Αγωγός p173	23.03	75	0.05
Αγωγός p174	31.85	75	0.08
Αγωγός p175	14.69	75	0.10
Αγωγός p176	27.46	75	0.22
Αγωγός p177	16.93	75	0.20
Αγωγός p178	28.84	75	0.18
Αγωγός p179	29.61	75	0.16
Αγωγός p180	33.96	75	0.13
Αγωγός p181	10.54	75	0.11
Αγωγός p182	33.28	75	0.09
Αγωγός p183	33.03	75	0.07
Αγωγός p184	9.853	75	0.31
Αγωγός p185	19.85	75	0.34
Αγωγός p186	34.03	75	0.36
Αγωγός p187	32.33	75	0.29
Αγωγός p188	23.95	75	0.31
Αγωγός p189	18.46	75	0.33

Αγωγός p190	23.5	75	0.02
Αγωγός p191	13.39	75	0.01
Αγωγός p192	9.678	75	0.32
Αγωγός p193	25.52	75	0.29
Αγωγός p194	19.03	75	0.27
Αγωγός p195	11.18	75	0.41
Αγωγός p196	22.63	75	0.39
Αγωγός p197	16.3	75	0.37
Αγωγός p198	18.15	75	0.35
Αγωγός p199	15.69	75	0.07
Αγωγός p200	13.3	75	0.05
Αγωγός p201	17.67	75	0.02
Αγωγός p202	52.56	75	0.23
Αγωγός p203	34.47	75	0.20
Αγωγός p204	22.74	75	0.18
Αγωγός p205	23.88	75	0.16
Αγωγός p206	22.12	75	0.14
Αγωγός p207	22.12	75	0.11
Αγωγός p208	36.95	75	0.07
Αγωγός p209	19.88	75	0.05
Αγωγός p210	28.11	75	0.02
Αγωγός p211	31.85	75	0.02
Αγωγός p212	17.78	75	0.37
Αγωγός p213	23.93	75	0.32
Αγωγός p214	6.719	75	0.09
Αγωγός p215	23.46	75	0.07
Αγωγός p216	41.3	75	0.05
Αγωγός p217	42.25	75	0.02
Αγωγός p218	38.06	75	0.43

Αγωγός p219	29.18	75	0.85
Αγωγός p220	21.69	75	0.88
Αγωγός p221	33.62	75	0.90
Αγωγός p222	29.12	75	0.92
Αγωγός p223	22.1	75	0.94
Αγωγός p224	24.31	75	0.97
Αγωγός p225	36.34	75	0.09
Αγωγός p226	18	75	0.07
Αγωγός p227	36.74	75	0.05
Αγωγός p228	31.65	75	0.02
Αγωγός p229	21.01	75	0.02
Αγωγός p230	29.18	75	1.10
Αγωγός p231	33.41	75	2.71
Αγωγός p232	50.3	75	0.07
Αγωγός p233	14.75	75	0.05
Αγωγός p234	56.08	75	0.02
Αγωγός p235	21.96	75	0.36
Αγωγός p236	14.96	75	0.38
Αγωγός p237	20.36	75	0.41
Αγωγός p238	61.67	75	0.72
Αγωγός p239	46.32	75	0.74
Αγωγός p240	42.38	75	0.76
Αγωγός p241	38.73	75	1.52
Αγωγός p242	11.79	75	0.02
Αγωγός p243	8.042	75	0.05
Αγωγός p244	23.89	75	0.64
Αγωγός p245	50.2	75	0.66
Αγωγός p246	60.76	75	0.69
Αγωγός p247	31.96	75	0.71

Αγωγός p248	24	75	0.73
Αγωγός p249	43.43	75	0.40
Αγωγός p250	43.08	75	0.35
Αγωγός 1	31.07	110	1.20
Αγωγός 2	15.53	110	1.27

2ο Εναλλακτικό σενάριο- Πίνακας Εφαρμογή των δεικτών Todini

Ονομα κόμβου	Παροχή LPS	h*	Ύψος Πίεσης h (m)	Ir	If
Κόμβος n2	0.10	16.00	35.57	0.000724573	0.000000
Κόμβος n3	0.10	16.00	35.23	0.000711985	0.000000
Κόμβος n4	0.10	16.00	35.98	0.000739753	0.000000
Κόμβος n5	0.10	16.00	36.00	0.000740494	0.000000
Κόμβος n6	0.10	16.00	35.98	0.000739753	0.000000
Κόμβος n7	0.10	16.00	35.94	0.000738272	0.000000
Κόμβος n8	0.10	16.00	36.02	0.000741234	0.000000
Κόμβος n9	0.10	16.00	36.82	0.000770854	0.000000
Κόμβος n10	0.10	16.00	36.51	0.000759377	0.000000
Κόμβος n11	0.10	16.00	36.19	0.000747529	0.000000
Κόμβος n12	0.10	16.00	34.97	0.000702358	0.000000
Κόμβος n13	0.10	16.00	37.50	0.000796031	0.000000
Κόμβος n14	0.10	16.00	36.78	0.000769373	0.000000
Κόμβος n15	0.10	16.00	37.84	0.000808619	0.000000
Κόμβος n16	0.10	16.00	38.40	0.000829353	0.000000
Κόμβος n17	0.10	16.00	38.88	0.000847125	0.000000
Κόμβος n18	0.10	16.00	39.40	0.000866378	0.000000
Κόμβος n19	0.10	16.00	39.95	0.000886741	0.000000

Κόμβος n20	0.10	16.00	40.33	0.000900811	0.000000
Κόμβος n21	0.10	16.00	40.49	0.000906735	0.000000
Κόμβος n22	0.10	16.00	40.94	0.000923396	0.000000
Κόμβος n23	0.10	16.00	36.42	0.000756044	0.000000
Κόμβος n24	0.10	16.00	38.13	0.000819357	0.000000
Κόμβος n25	0.10	16.00	38.25	0.000823799	0.000000
Κόμβος n26	0.10	16.00	39.12	0.000856011	0.000000
Κόμβος n27	0.10	16.00	39.12	0.000856011	0.000000
Κόμβος n28	0.10	16.00	39.68	0.000876745	0.000000
Κόμβος n29	0.10	16.00	39.43	0.000867489	0.000000
Κόμβος n30	0.10	16.00	39.05	0.000853419	0.000000
Κόμβος n31	0.10	16.00	38.91	0.000848236	0.000000
Κόμβος n32	0.10	16.00	38.80	0.000844163	0.000000
Κόμβος n33	0.10	16.00	38.62	0.000837499	0.000000
Κόμβος n34	0.10	16.00	38.59	0.000836388	0.000000
Κόμβος n35	0.10	16.00	38.44	0.000830834	0.000000
Κόμβος n36	0.10	16.00	38.29	0.000825280	0.000000
Κόμβος n37	0.10	16.00	39.16	0.000857492	0.000000
Κόμβος n38	0.10	16.00	38.55	0.000834907	0.000000
Κόμβος n39	0.10	16.00	38.66	0.000838980	0.000000
Κόμβος n40	0.10	16.00	38.62	0.000837499	0.000000
Κόμβος n41	0.10	16.00	38.89	0.000847495	0.000000
Κόμβος n42	0.10	16.00	39.16	0.000857492	0.000000
Κόμβος n43	0.10	16.00	39.03	0.000852679	0.000000
Κόμβος n44	0.10	16.00	38.78	0.000843423	0.000000
Κόμβος n45	0.10	16.00	38.48	0.000832315	0.000000
Κόμβος n46	0.10	16.00	38.11	0.000818616	0.000000
Κόμβος n47	0.10	16.00	37.93	0.000811952	0.000000
Κόμβος n48	0.10	16.00	37.66	0.000801955	0.000000

Κόμβος n49	0.10	16.00	37.43	0.000793439	0.000000
Κόμβος n50	0.10	16.00	37.25	0.000786775	0.000000
Κόμβος n51	0.10	16.00	36.98	0.000776778	0.000000
Κόμβος n52	0.10	16.00	36.71	0.000766781	0.000000
Κόμβος n53	0.10	16.00	36.71	0.000766781	0.000000
Κόμβος n54	0.10	16.00	36.28	0.000750861	0.000000
Κόμβος n55	0.10	16.00	35.39	0.000717909	0.000000
Κόμβος n56	0.10	16.00	35.06	0.000705691	0.000000
Κόμβος n57	0.10	16.00	35.38	0.000717539	0.000000
Κόμβος n58	0.10	16.00	35.43	0.000719390	0.000000
Κόμβος n59	0.10	16.00	38.81	0.000844533	0.000000
Κόμβος n60	0.10	16.00	38.74	0.000841942	0.000000
Κόμβος n61	0.10	16.00	39.05	0.000853419	0.000000
Κόμβος n62	0.10	16.00	39.66	0.000876004	0.000000
Κόμβος n63	0.10	16.00	40.32	0.000900441	0.000000
Κόμβος n64	0.10	16.00	40.95	0.000923766	0.000000
Κόμβος n65	0.10	16.00	38.99	0.000851198	0.000000
Κόμβος n66	0.10	16.00	39.19	0.000858603	0.000000
Κόμβος n67	0.10	16.00	39.29	0.000862305	0.000000
Κόμβος n68	0.10	16.00	39.12	0.000856011	0.000000
Κόμβος n69	0.10	16.00	39.11	0.000855641	0.000000
Κόμβος n70	0.10	16.00	39.05	0.000853419	0.000000
Κόμβος n71	0.10	16.00	39.11	0.000855641	0.000000
Κόμβος n72	0.10	16.00	39.03	0.000852679	0.000000
Κόμβος n73	0.10	16.00	38.92	0.000848606	0.000000
Κόμβος n74	0.10	16.00	38.49	0.000832685	0.000000
Κόμβος n75	0.10	16.00	38.29	0.000825280	0.000000
Κόμβος n76	0.10	16.00	38.10	0.000818246	0.000000
Κόμβος n77	0.10	16.00	37.98	0.000813803	0.000000

Κόμβος n78	0.10	16.00	37.35	0.000790477	0.000000
Κόμβος n79	0.10	16.00	36.81	0.000770484	0.000000
Κόμβος n80	0.10	16.00	36.60	0.000762709	0.000000
Κόμβος n81	0.10	16.00	36.16	0.000746418	0.000000
Κόμβος n82	0.10	16.00	35.61	0.000726054	0.000000
Κόμβος n83	0.10	16.00	37.77	0.000806028	0.000000
Κόμβος n84	0.10	16.00	37.63	0.000800844	0.000000
Κόμβος n85	0.10	16.00	37.41	0.000792699	0.000000
Κόμβος n86	0.10	16.00	37.20	0.000784924	0.000000
Κόμβος n87	0.10	16.00	36.79	0.000769743	0.000000
Κόμβος n88	0.10	16.00	36.32	0.000752342	0.000000
Κόμβος n89	0.10	16.00	39.11	0.000855641	0.000000
Κόμβος n90	0.10	16.00	39.40	0.000866378	0.000000
Κόμβος n91	0.10	16.00	39.74	0.000878966	0.000000
Κόμβος n92	0.10	16.00	40.32	0.000900441	0.000000
Κόμβος n93	0.10	16.00	40.41	0.000903773	0.000000
Κόμβος n94	0.10	16.00	40.71	0.000914880	0.000000
Κόμβος n95	0.10	16.00	41.08	0.000928579	0.000000
Κόμβος n96	0.10	16.00	41.28	0.000935984	0.000000
Κόμβος n97	0.10	16.00	41.26	0.000935244	0.000000
Κόμβος n98	0.10	16.00	41.89	0.000958569	0.000000
Κόμβος n99	0.10	16.00	41.19	0.000932652	0.000000
Κόμβος n100	0.10	16.00	41.04	0.000927098	0.000000
Κόμβος n101	0.10	16.00	41.46	0.000942649	0.000000
Κόμβος n102	0.10	16.00	41.46	0.000942649	0.000000
Κόμβος n103	0.10	16.00	40.99	0.000925247	0.000000
Κόμβος n104	0.10	16.00	40.38	0.000902662	0.000000
Κόμβος n105	0.10	16.00	40.17	0.000894887	0.000000
Κόμβος n106	0.10	16.00	40.17	0.000894887	0.000000

Κόμβος n107	0.10	16.00	40.13	0.000893406	0.000000
Κόμβος n108	0.10	16.00	40.17	0.000894887	0.000000
Κόμβος n109	0.10	16.00	40.17	0.000894887	0.000000
Κόμβος n110	0.10	16.00	40.29	0.000899330	0.000000
Κόμβος n111	0.10	16.00	38.95	0.000849717	0.000000
Κόμβος n112	0.10	16.00	38.63	0.000837869	0.000000
Κόμβος n113	0.10	16.00	38.44	0.000830834	0.000000
Κόμβος n114	0.10	16.00	38.34	0.000827132	0.000000
Κόμβος n115	0.10	16.00	38.06	0.000816765	0.000000
Κόμβος n116	0.10	16.00	37.68	0.000802695	0.000000
Κόμβος n117	0.10	16.00	37.43	0.000793439	0.000000
Κόμβος n118	0.10	16.00	37.23	0.000786034	0.000000
Κόμβος n119	0.10	16.00	37.23	0.000786034	0.000000
Κόμβος n120	0.10	16.00	36.94	0.000775297	0.000000
Κόμβος n121	0.10	16.00	36.74	0.000767892	0.000000
Κόμβος n122	0.10	16.00	36.94	0.000775297	0.000000
Κόμβος n123	0.10	16.00	36.94	0.000775297	0.000000
Κόμβος n124	0.10	16.00	36.48	0.000758266	0.000000
Κόμβος n125	0.10	16.00	36.12	0.000744937	0.000000
Κόμβος n126	0.10	16.00	34.99	0.000703099	0.000000
Κόμβος n127	0.10	16.00	35.18	0.000710134	0.000000
Κόμβος n128	0.10	16.00	34.79	0.000695694	0.000000
Κόμβος n129	0.10	16.00	34.80	0.000696064	0.000000
Κόμβος n130	0.10	16.00	34.83	0.000697175	0.000000
Κόμβος n131	0.10	16.00	34.83	0.000697175	0.000000
Κόμβος n132	0.10	16.00	34.84	0.000697545	0.000000
Κόμβος n133	0.10	16.00	34.92	0.000700507	0.000000
Κόμβος n134	0.10	16.00	35.01	0.000703839	0.000000
Κόμβος n135	0.10	16.00	35.13	0.000708282	0.000000

Κόμβος n136	0.10	16.00	35.12	0.000707912	0.000000
Κόμβος n137	0.10	16.00	34.92	0.000700507	0.000000
Κόμβος n138	0.10	16.00	34.85	0.000697916	0.000000
Κόμβος n139	0.10	16.00	34.77	0.000694954	0.000000
Κόμβος n140	0.10	16.00	34.85	0.000697916	0.000000
Κόμβος n141	0.10	16.00	34.94	0.000701248	0.000000
Κόμβος n142	0.10	16.00	34.51	0.000685327	0.000000
Κόμβος n143	0.10	16.00	34.08	0.000669406	0.000000
Κόμβος n144	0.10	16.00	34.95	0.000701618	0.000000
Κόμβος n145	0.10	16.00	34.94	0.000701248	0.000000
Κόμβος n146	0.10	16.00	34.94	0.000701248	0.000000
Κόμβος n147	0.10	16.00	34.92	0.000700507	0.000000
Κόμβος n148	0.10	16.00	34.85	0.000697916	0.000000
Κόμβος n149	0.10	16.00	34.79	0.000695694	0.000000
Κόμβος n150	0.10	16.00	34.86	0.000698286	0.000000
Κόμβος n151	0.10	16.00	34.76	0.000694583	0.000000
Κόμβος n152	0.10	16.00	40.33	0.000900811	0.000000
Κόμβος n153	0.10	16.00	40.11	0.000892665	0.000000
Κόμβος n154	0.10	16.00	40.17	0.000894887	0.000000
Κόμβος n155	0.10	16.00	40.11	0.000892665	0.000000
Κόμβος n156	0.10	16.00	39.75	0.000879337	0.000000
Κόμβος n157	0.10	16.00	39.45	0.000868229	0.000000
Κόμβος n158	0.10	16.00	38.64	0.000838239	0.000000
Κόμβος n159	0.10	16.00	37.60	0.000799733	0.000000
Κόμβος n160	0.10	16.00	37.98	0.000813803	0.000000
Κόμβος n161	0.10	16.00	38.14	0.000819727	0.000000
Κόμβος n162	0.10	16.00	37.61	0.000800104	0.000000
Κόμβος n163	0.10	16.00	37.52	0.000796771	0.000000
Κόμβος n164	0.10	16.00	38.13	0.000819357	0.000000

Κόμβος n165	0.10	16.00	38.17	0.000820837	0.000000
Κόμβος n166	0.10	16.00	38.27	0.000824540	0.000000
Κόμβος n167	0.10	16.00	38.34	0.000827132	0.000000
Κόμβος n168	0.10	16.00	37.44	0.000793809	0.000000
Κόμβος n169	0.10	16.00	37.53	0.000797142	0.000000
Κόμβος n170	0.10	16.00	37.54	0.000797512	0.000000
Κόμβος n171	0.10	16.00	37.33	0.000789737	0.000000
Κόμβος n172	0.10	16.00	37.81	0.000807509	0.000000
Κόμβος n173	0.10	16.00	37.97	0.000813433	0.000000
Κόμβος n174	0.10	16.00	38.41	0.000829723	0.000000
Κόμβος n175	0.10	16.00	38.93	0.000848976	0.000000
Κόμβος n176	0.10	16.00	39.37	0.000865267	0.000000
Κόμβος n177	0.10	16.00	39.50	0.000870080	0.000000
Κόμβος n178	0.10	16.00	39.81	0.000881558	0.000000
Κόμβος n179	0.10	16.00	37.44	0.000793809	0.000000
Κόμβος n180	0.10	16.00	37.26	0.000787145	0.000000
Κόμβος n181	0.10	16.00	36.47	0.000757896	0.000000
Κόμβος n182	0.10	16.00	35.77	0.000731978	0.000000
Κόμβος n183	0.10	16.00	35.34	0.000716058	0.000000
Κόμβος n184	0.10	16.00	35.14	0.000708653	0.000000
Κόμβος n185	0.10	16.00	35.07	0.000706061	0.000000
Κόμβος n186	0.10	16.00	35.34	0.000716058	0.000000
Κόμβος n187	0.10	16.00	35.01	0.000703839	0.000000
Κόμβος n188	0.10	16.00	35.47	0.000720871	0.000000
Κόμβος n189	0.10	16.00	36.32	0.000752342	0.000000
Κόμβος n190	0.10	16.00	36.83	0.000771224	0.000000
Κόμβος n191	0.10	16.00	37.08	0.000780481	0.000000
Κόμβος n192	0.10	16.00	36.99	0.000777148	0.000000
Κόμβος n193	0.10	16.00	36.91	0.000774186	0.000000

Κόμβος n194	0.10	16.00	35.92	0.000737532	0.000000
Κόμβος n195	0.10	16.00	35.38	0.000717539	0.000000
Κόμβος n196	0.10	16.00	34.98	0.000702729	0.000000
Κόμβος n197	0.10	16.00	34.42	0.000681995	0.000000
Κόμβος n198	0.10	16.00	33.91	0.000663112	0.000000
Κόμβος n199	0.10	16.00	33.40	0.000644230	0.000000
Κόμβος n200	0.10	16.00	33.97	0.000665334	0.000000
Κόμβος n201	0.10	16.00	34.25	0.000675701	0.000000
Κόμβος n202	0.10	16.00	34.51	0.000685327	0.000000
Κόμβος n203	0.10	16.00	33.06	0.000631641	0.000000
Κόμβος n204	0.10	16.00	35.19	0.000710504	0.000000
Κόμβος n205	0.10	16.00	35.23	0.000711985	0.000000
Κόμβος n206	0.10	16.00	35.10	0.000707172	0.000000
Κόμβος n207	0.10	16.00	34.80	0.000696064	0.000000
Κόμβος n208	0.10	16.00	34.00	0.000666445	0.000000
Κόμβος n209	0.10	16.00	34.44	0.000682735	0.000000
Κόμβος n210	0.10	16.00	34.18	0.000673109	0.000000
Κόμβος n211	0.10	16.00	34.14	0.000671628	0.000000
Κόμβος n212	0.10	16.00	33.98	0.000665704	0.000000
Κόμβος n213	0.10	16.00	33.79	0.000658669	0.000000
Κόμβος n214	0.10	16.00	33.60	0.000651635	0.000000
Κόμβος n215	0.10	16.00	33.30	0.000640527	0.000000
Κόμβος n216	0.10	16.00	34.16	0.000672368	0.000000
Κόμβος n217	0.10	16.00	34.31	0.000677922	0.000000
Κόμβος n218	0.10	16.00	34.54	0.000686438	0.000000
Κόμβος n219	0.10	16.00	34.84	0.000697545	0.000000
Κόμβος n220	0.10	16.00	32.84	0.000623496	0.000000
Κόμβος n221	0.10	16.00	34.27	0.000676441	0.000000
Κόμβος n222	0.10	16.00	36.38	0.000754563	0.000000

Κόμβος n223	0.10	16.00	34.49	0.000684587	0.000000
Κόμβος n224	0.10	16.00	34.62	0.000689400	0.000000
Κόμβος n225	0.10	16.00	35.03	0.000704580	0.000000
Κόμβος n226	0.10	16.00	35.27	0.000713466	0.000000
Κόμβος n227	0.10	16.00	35.38	0.000717539	0.000000
Κόμβος n228	0.10	16.00	34.70	0.000692362	0.000000
Κόμβος n229	0.10	16.00	34.24	0.000675330	0.000000
Κόμβος n230	0.10	16.00	33.69	0.000654967	0.000000
Κόμβος n231	0.10	16.00	36.42	0.000756044	0.000000
Κόμβος n232	0.10	16.00	35.62	0.000726425	0.000000
Κόμβος n233	0.10	16.00	35.20	0.000710874	0.000000
Κόμβος n234	0.10	16.00	35.51	0.000722352	0.000000
Κόμβος n235	0.10	16.00	35.32	0.000715317	0.000000
Κόμβος n236	0.10	16.00	34.10	0.000670147	0.000000