



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ
ΣΕ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΟΙΚΙΣΜΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ : ΜΑΝΔΡΑΚΙ, ΝΙΣΥΡΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Γ. ΤΣΑΚΙΡΗΣ
ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Κ. ΚΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ**

ΕΚΠΟΝΗΣΗ : ΖΩΤΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	σελ.4
ABSTRACT	σελ.5
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	σελ.6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ	σελ.7
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	σελ.7
1.2 ΔΟΜΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....	σελ.7
1.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....	σελ.10
1.4 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....	σελ.11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	σελ.14
2.1 ΟΡΙΣΜΟΙ.....	σελ.14
2.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	σελ.15
2.2.1 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	σελ.15
2.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	σελ.15
2.3 ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.....	σελ.15
2.3.1 ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ (HARDWARE)	σελ.15
2.3.2 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ (SOFTWARE)	σελ.16
2.3.2 ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ (RESOURCEWARE)	σελ.16
2.4 ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΓΣΠ.....	σελ.17
2.5 ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.....	σελ.18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΓΣΠ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ	σελ.20
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	σελ.20
3.2 ΔΙΚΤΥΑ ΩΣ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ.....	σελ.21
3.3 ΤΑ ΓΣΠ ΣΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....	σελ.22
3.3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ.....	σελ.22
3.3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	σελ.24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΣΕ ΕΝΑ ΓΣΠ	σελ.28
4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	σελ.28
4.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....	σελ.28
4.2.1 ΑΓΩΓΟΙ.....	σελ.28
4.2.2 ΚΟΜΒΟΙ.....	σελ.32
4.2.3 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ.....	σελ.35
4.2.4 ΕΙΔΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ.....	σελ.38
4.2.5 ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	σελ.45
4.2.6 ΥΔΡΟΜΕΤΡΗΤΕΣ.....	σελ.50
4.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΓΣΠ ΣΕ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....	σελ.52
4.3.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ.....	σελ.53
4.3.2 ΧΩΡΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....	σελ.54
4.3.3 ΓΣΠ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΕΝΑ ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....	σελ.55
4.3.4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	σελ.60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΣΠ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΜΑΝΔΡΑΚΙΟΥ (ΝΙΣΥΡΟΣ)	σελ.62
5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	σελ.62
5.2 ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	σελ.63
5.3 ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΑΝΔΡΑΚΙΟΥ.....	σελ.65
5.3.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	σελ.65
5.3.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....	σελ.65
5.4 ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ ΚΑΤΑ ΖΩΝΕΣ.....	σελ.71
5.5 ΜΕΤΡΗΤΕΣ.....	σελ.81
5.6 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ.....	σελ.84
5.6.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΟΛΥΓΩΝΩΝ THIESSEN.....	σελ.84
5.6.2 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ.....	σελ.86
5.7 ΖΩΝΕΣ ΠΙΕΣΗΣ.....	σελ.89
5.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	σελ.92
ΕΠΙΛΟΓΟΣ	σελ.94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ.95

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ένταξη ενός δικτύου ύδρευσης σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ) αποτελεί μια διαδικασία η οποία συμβάλλει καθοριστικά στην αντιμετώπιση σοβαρών προβλημάτων. Ο σχεδιασμός, η ανάλυση, η λειτουργία και η συντήρηση δικτύων ύδρευσης οικισμών μπορεί να ωφεληθεί σημαντικά από την τεχνολογία των ΓΣΠ. Θέμα της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας αποτελεί η ένταξη και αλληλεπίδραση των στοιχείων ενός δικτύου ύδρευσης με ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών. Αποτελεί μία προσπάθεια ανάλυσης σε βάθος της χρησιμότητας των ΓΣΠ στην ανάλυση δικτύων ύδρευσης.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται τα δίκτυα ύδρευσης ως προς τη δομή τους και τους κανόνες λειτουργίας τους στην Ελλάδα. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρατίθενται οι βασικοί ορισμοί των ΓΣΠ, ενώ στο τρίτο τα οφέλη από τη χρήση ΓΣΠ σε δίκτυα ύδρευσης. Ακολουθεί η ανάλυση των στοιχείων των δικτύων ύδρευσης σε ένα ΓΣΠ όπου γίνεται και η παρουσίαση των σημαντικότερων δυνατοτήτων των ΓΣΠ στην αντιμετώπιση προβλημάτων στα δίκτυα ύδρευσης. Τέλος γίνεται η εφαρμογή στο δίκτυο ύδρευσης του Μανδρακίου, πρωτεύουσα της Νισύρου (κεφάλαιο 6) και εξάγονται τα συμπεράσματα των παραπάνω διαδικασιών. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται σε χάρτες και πίνακες που μας οδηγούν σε ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την κατάσταση του δικτύου ύδρευσης του Μανδρακίου.

ABSTRACT

The integration of water distribution systems in a Geographic Information System (GIS) constitutes a process that contributes decisively in the confrontation of various problems. The planning, the analysis, the operation and the maintenance of water distribution systems can be considerably profited from the technology of GIS. The subject of this particular diploma thesis is the integration and interaction of the elements of water distribution systems with a GIS. It is an in-depth analysis effort of usefulness of a GIS in the analysis of water distribution systems.

The first chapter contains the basic theory about the structure of water distribution systems as well as the rules of operating these systems in Greece. The second chapter provides an overview of the basic definitions of GIS. Chapter 3 relates the first two chapters and analyzes the importance of using a GIS in a water distribution system. The next chapter (chapter 4) contains the methodology of importing the elements of a water distribution system into a GIS and covers the most important operations that can be performed by a GIS user for solving water distribution problems. The fifth chapter covers the insertion of a real water distribution network in a GIS and the further analysis that can be made. The network that was chosen is the water distribution system of Mandraki the capital of the island Nisiros and all results of this analysis are presented in this chapter in maps and tables. Finally there is a chapter that contains the conclusions of this particular diploma thesis.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία ανατέθηκε τον Νοέμβριο του 2007 από τον καθηγητή κ. Γ. Τσακίρη σε συνεργασία με τον καθηγητή κ. Κ. Κουτσόπουλο. Έλαβε χώρα κατά κύριο λόγο στο Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων του Τομέα των Υδατικών Πόρων του Ε.Μ.Π. Η εφαρμογή της διπλωματικής εργασίας αποφασίστηκε να γίνει στο δίκτυο ύδρευσης του Μανδρακίου, πρωτεύουσας της Νισύρου. Η παρούσα διπλωματική εργασία μαζί με την διπλωματική εργασία “Χρήση Μοντέλων Επίλυσης Κυκλοφοριακών Δικτύων Ύδρευσης Οικισμών” της φοιτήτριας Ε. Καρκατσουλη και τη διπλωματική εργασία “Μέθοδοι Επίλυσης Κλειστών Δικτύων Ύδρευσης Οικισμών” του φοιτητή Γ. Βαφειάδη αποτελεί μία ολοκληρωμένη υδραυλική μελέτη του δικτύου ύδρευσης του Μανδρακίου. Για την συλλογή των απαραίτητων στοιχείων κρίθηκε αναγκαία η επίσκεψη στο Μανδράκι, όπου και πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο του 2008. Κατά την περίοδο διαμονής στη Νίσυρο συλλέχθηκαν και τα τελευταία απαραίτητα στοιχεία που αφορούσαν το δίκτυο.

Θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω τους καθηγητές κ. Γ. Τσακίρη και κ. Κ. Κουτσόπουλο για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας και για την επιστημονική υποστήριξη τους. Επίσης ευχαριστώ τον Δρ. Θ. Χατζηχρήστο για την συμβολή του στην ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας. Δεν θα μπορούσα να παραλείψω και τον Λέκτορα κ. Γ. Πανταζή ο οποίος μας συνέβαλλε τα μέγιστα για να βρεθούν τα απαραίτητα στοιχεία για το δίκτυο καθώς και για την συμβολή του στην πραγματοποίηση της επίσκεψης στο Μανδράκι.

Όσον αφορά την επίσκεψη στη Νίσυρο και την συλλογή των στοιχείων του δικτύου, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον δήμαρχο της Νισύρο κ. Ν. Παπακωνσταντίνου για τη πολύτιμη βοήθεια του καθώς και τους εργαζόμενους στην Δ.Ε.Υ.Α. Νισύρου για τη βοήθεια τους στην εύρεση όλων των απαραίτητων, για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, στοιχείων.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους γονείς μου για την αγάπη, τη συμπαράσταση και τη θερμή τους στήριξη όλα αυτά τα χρόνια. Επίσης ευχαριστώ την αδερφή μου για την υπομονή της και την καλή της διάθεση. Αλλά και τους φίλους – συνεργάτες σε αυτή τη διπλωματική εργασία Ελένη και Γρηγόρη, καθώς και όλους τους φίλους μου, ιδιαίτερα το Γιώργο και το Μαρίνο για τις όμορφες στιγμές που ζήσαμε κατά τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

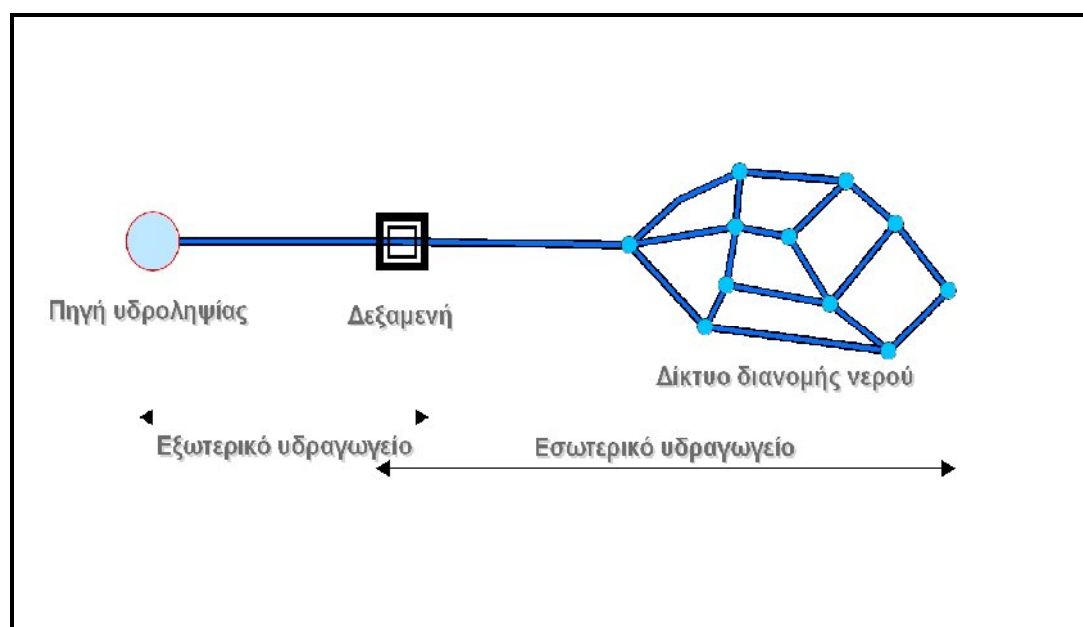
ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ένα αστικό δίκτυο ύδρευσης είναι ένα σύστημα αγωγών υπό πίεση που παραλαμβάνει νερό από ολιγάριθμες πηγές (σημεία εισόδου) και το οδηγεί προς πολλαπλά σημεία προορισμού (σημεία εξόδου ή καταναλωτές). Αποτελείται από αγωγούς και δεξαμενές και σκοπός του είναι να διανέμει το επεξεργασμένο (καθαρό) νερό, από τις δεξαμενές σε πολλαπλά σημεία προορισμού (καταναλωτές) μιας αστικής περιοχής, μέσω των αγωγών (Κουτσογιάννης Δ., 2006).

1.2 ΔΟΜΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

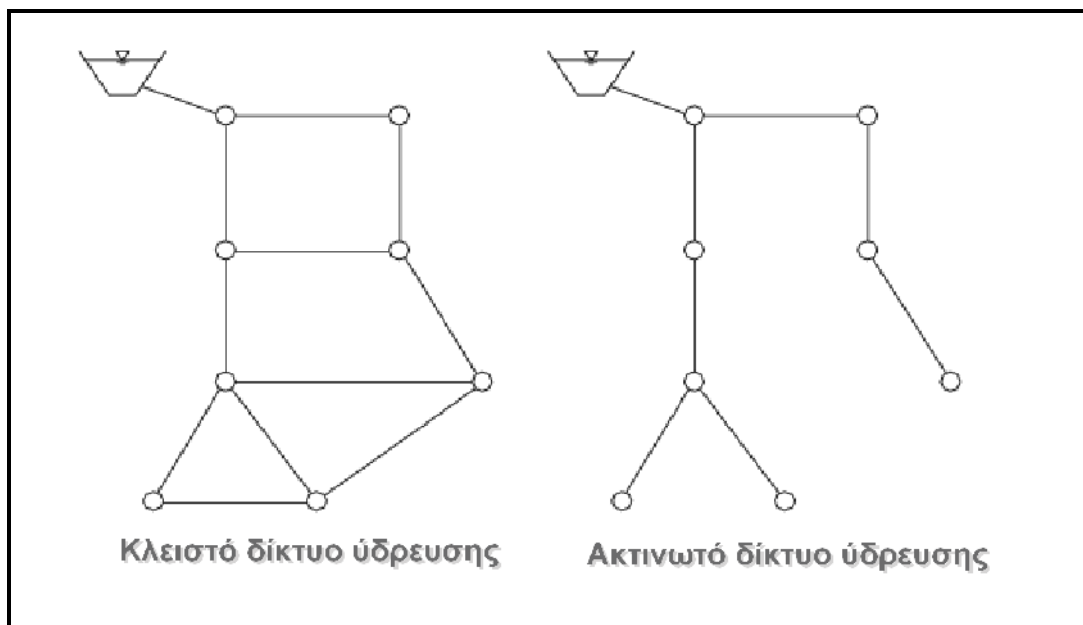
Το σύστημα ύδρευσης μιας περιοχής χωρίζεται σε δύο μέρη, το εξωτερικό και το εσωτερικό υδραγωγείο. Το εξωτερικό υδραγωγείο μιας περιοχής περιλαμβάνει το σύνολο των υδροδοτικών έργων από την πηγή υδροληψίας (π.χ. λίμνη) ως την δεξαμενή ρύθμισης του δικτύου διανομής νερού της περιοχής. Το εσωτερικό υδραγωγείο από την άλλη περιλαμβάνει το σύνολο των έργων διανομής κατάντη της δεξαμενής ρύθμισης (δίκτυο αγωγών, αντλίες, δικλείδες, ρυθμιστές πίεσης, κλπ.). Στην ουσία το νερό μεταφέρεται από την πηγή υδροληψίας στην δεξαμενή του δικτύου ύδρευσης, μέσω ενός αγωγού μεταφοράς, και από εκεί το νερό διανέμεται σε 24ωρη βάση συνήθως στους καταναλωτές της περιοχής ανάλογα με τις απαιτήσεις τους.



Σχήμα 1.1 : Διάταξη ενός δικτύου ύδρευσης

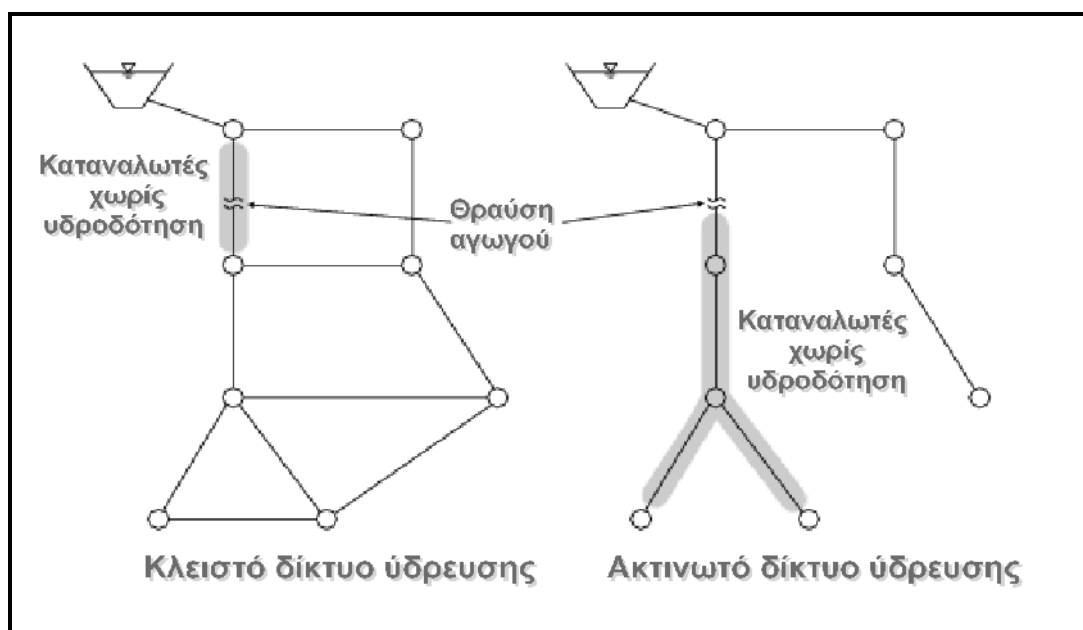
Το δίκτυο των αγωγών ενός δικτύου ύδρευσης χωρίζεται στους κύριους τροφοδοτικούς αγωγούς και αγωγούς διανομής (πρωτεύοντες και δευτερεύοντες). Οι κύριοι τροφοδοτικοί αγωγοί χρησιμεύουν στο να διανεμηθούν μεγάλες ποσότητες νερού σε μεγάλες αποστάσεις της περιοχής που υδρεύεται, και συνήθως ενώνουν τις εγκαταστάσεις που υπάρχουν σε ένα δίκτυο. Παραδείγματος χάριν, ένας κύριος τροφοδοτικός αγωγός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μεταφέρει το νερό από την πηγή υδροληψίας στην δεξαμενή του δικτύου ύδρευσης μιας πόλης και από εκεί σε διαφορετικές πόλεις ή κωμοπόλεις. Οι συνδρομητές του δικτύου ύδρευσης συνήθως δεν εξυπηρετούνται από τους κύριους τροφοδοτικούς αγωγούς. Οι πρωτεύοντες αγωγοί διανομής αποτελούν το ενδιάμεσο βήμα για την παράδοση του νερού στους συνδρομητές του δικτύου. Αυτοί οι αγωγοί έχουν μικρότερη διάμετρο από τους αγωγούς τροφοδοσίας, και καλύπτουν το σύνολο του οδικού δικτύου, ενώ πολλές φορές σε μεγάλες οδικές αρτηρίες τοποθετούνται δίδυμοι αγωγοί, εκατέρωθεν των πεζοδρομίων. Οι κρουνοί πυρόσβεσης και οι άλλες δικλείδες και συσκευές ενός δικτύου ύδρευσης συνδέονται συνήθως άμεσα με τους κεντρικούς αγωγούς διανομής, ενώ ο κάθε καταναλωτής συνδέεται με τους πρωτεύοντες αγωγούς διανομής μέσω των δευτερευόντων αγωγών διανομής που είναι στην ουσία οι αγωγοί που φθάνουν στα οικόπεδα των καταναλωτών.

Ένα δίκτυο ύδρευσης ανάλογα με τον τρόπο τον οποίο είναι τοποθετημένοι οι αγωγοί διακρίνεται σε ακτινωτό και κλειστό. Το ακτινωτό δίκτυο τροφοδοτείται με νερό από ένα μοναδικό σημείο (κεφαλή), στο οποίο δεν σχηματίζονται κλειστές διαδρομές αγωγών (βρόχοι). Κάθε σημείο εξόδου τροφοδοτείται μέσω μιας μοναδικής διαδρομής. Το κλειστό δίκτυο από την άλλη τροφοδοτείται με νερό από ένα ή περισσότερα σημεία, στο οποίο σχηματίζονται κλειστές διαδρομές αγωγών. Σε κάθε σημείο οδηγούν άνω της μίας διαδρομές, με αφετηρία μία από τις κεφαλές του δικτύου.



Σχήμα 1.2 : Διάταξη κλειστού και ακτινωτού δικτύου ύδρευσης

Τα κλειστά δίκτυα ύδρευσης παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα ακτινωτά και για αυτό προτιμώνται περισσότερο. Με τα κλειστά δίκτυα επιτυγχάνεται καλύτερη κυκλοφορία του νερού και αποφεύγεται ο κίνδυνος να υπάρχει κακής ποιότητας νερό από την μη κυκλοφορία του νερού σε απόμακρα τμήματα των οικισμών, όπως ισχύει με τα ακτινωτά δίκτυα. Επίσης δεν ακυρώνουν την λειτουργία της υδροδότησης των κατάντη κλάδων του δικτύου αν παρουσιαστεί μία βλάβη, εφόσον υπάρχουν εναλλακτικές δυνατότητες για την κίνηση του νερού. Ακόμα η αντιμετώπιση της θραύσης ενός αγωγού σε ένα κλειστό δίκτυο δεν έχει μεγάλες επιπτώσεις στους καταναλωτές που βρίσκονται έξω από την περιοχή θραύσης, σε αντίθεση με ένα ακτινωτό δίκτυο στο οποίο αναγκαστικά η παροχή νερού στους καταναλωτές κατάντη της θραύσης θα διακοπεί και θα υπάρξουν και μεγαλύτερες απώλειες νερού.



Σχήμα 1.3 : Θραύση αγωγού σε κλειστό και ακτινωτό δίκτυο ύδρευσης

Τα περισσότερα συστήματα παροχής νερού αποτελούνται από συνδυασμό βρόχων και ακτινωτών διατάξεων αγωγών, και αυτό συμβαίνει διότι αφενός οι βρόχοι εξασφαλίζουν ασφάλεια στο δίκτυο, αφετέρου οι ακτινωτές διατάξεις αγωγών είναι πιο οικονομικές στην κατασκευή καθώς απαιτείται μικρότερο μήκος σωλήνων σε σχέση με τη βροχωτή διάταξη. Μάλιστα σε μη αστικές περιοχές χαμηλής πυκνότητας πληθυσμού η μετατροπή ενός ακτινωτού δικτύου σε βροχωτό μπορεί να είναι απαγορευτική στο κόστος σε σχέση με τα πλεονεκτήματα που προσφέρει.

1.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Στην Ελλάδα όσον αφορά ένα δίκτυο ύδρευσης υπάρχουν κάποιες προδιαγραφές όσον αφορά τη λειτουργία του εσωτερικού υδραγωγείου. Δύο είναι οι βασικές απαιτήσεις για το εσωτερικό υδραγωγείο:

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

Για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι σε ένα δίκτυο ύδρευσης θα πρέπει για τα εσωτερικά δίκτυα ύδρευσης η ταχύτητα του νερού να κυμαίνεται κατά το δυνατόν στο παρακάτω όριο: 0,5 – 1,5 m/s. Βέβαια όσον αφορά τα κλειστά δίκτυα είμαστε πιο ελαστικοί στα όρια για την ταχύτητα εφόσον στα κλειστά δίκτυα επιτυγχάνεται κυκλοφορία του νερού.

Η απαιτούμενη πίεση στους αγωγούς εξαρτάται από το ύψος των κτιρίων που εξυπηρετούνται από το δίκτυο (εξαιρούνται ορισμένα υψηλά κτίρια που υποστηρίζονται από αυτόνομο αντλητικό σύστημα), την κατανάλωση νερού στις οικιακές συσκευές/διατάξεις, και τις ενεργειακές απώλειες στις υδραυλικές εγκαταστάσεις των κτιρίων. Σε συνθήκες έκτακτης λειτουργίας (πυρκαγιά), η απαιτούμενη πίεση εξαρτάται και από την κατανάλωση των πυροσβεστικών κρουνών. Για κάθε κόμβο δηλαδή απαιτούνται ελάχιστες πιέσεις, οι οποίες μεταβάλλονται ανάλογα με το ύψος των κτιρίων που υπάρχουν στην περιοχή ύδρευσης. Ισχύει :

- Μονώροφα: 12 – 15 m
- Διώροφα: 16 – 17 m
- Τριώροφα: 20 – 23 m
- Γενικά: $p_0 = 4(n+1)$, όπου n ο αριθμός των ορόφων (Τσακίρης Γ., 2005).

Ακόμα για τις πιέσεις σε ένα δίκτυο ύδρευσης υπάρχουν κάποιες επιπλέον απαιτήσεις. Πρέπει να υπάρχει περιορισμός μέγιστης πίεσης για την προστασία των εξαρτημάτων του δικτύου, των υδραυλικών εγκαταστάσεων των κτιρίων και των οικιακών συσκευών. Η στατική διαφορά πίεσης (ακίνητο νερό) μεταξύ της δεξαμενής (ανώτατη στάθμη λειτουργίας) και του χαμηλότερου σημείου του δικτύου δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 60 m, ενώ για την πίεση που θα πρέπει να αντέχουν οι αγωγοί, αυξάνει στα 100 m προκειμένου να προβλεφθούν και οι υπερπιέσεις λόγω του υδραυλικού πλήγματος. Οπότε για την ύδρευση επιλέγονται αγωγοί αντοχής 10 atm.

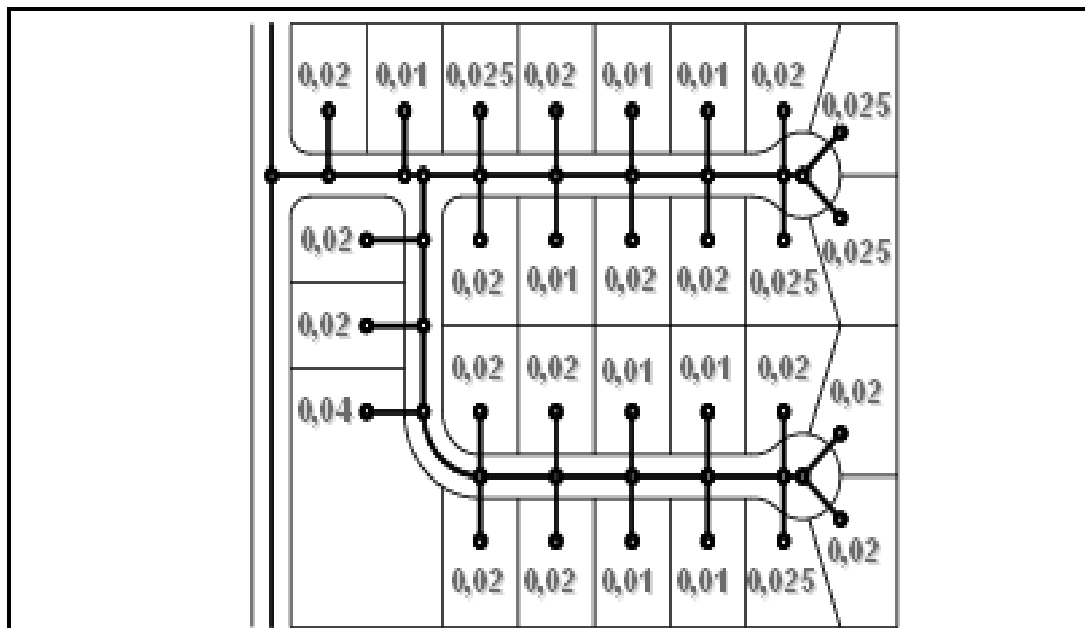
Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και ο έλεγχος ποιότητας νερού κατά τον οποίο εξετάζεται η δίαιτα των κρίσιμων ποιοτικών παραμέτρων του πόσιμου νερού (π.χ. υπολειμματικό χλώριο), σε συνδυασμό με τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της ροής

1.4 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

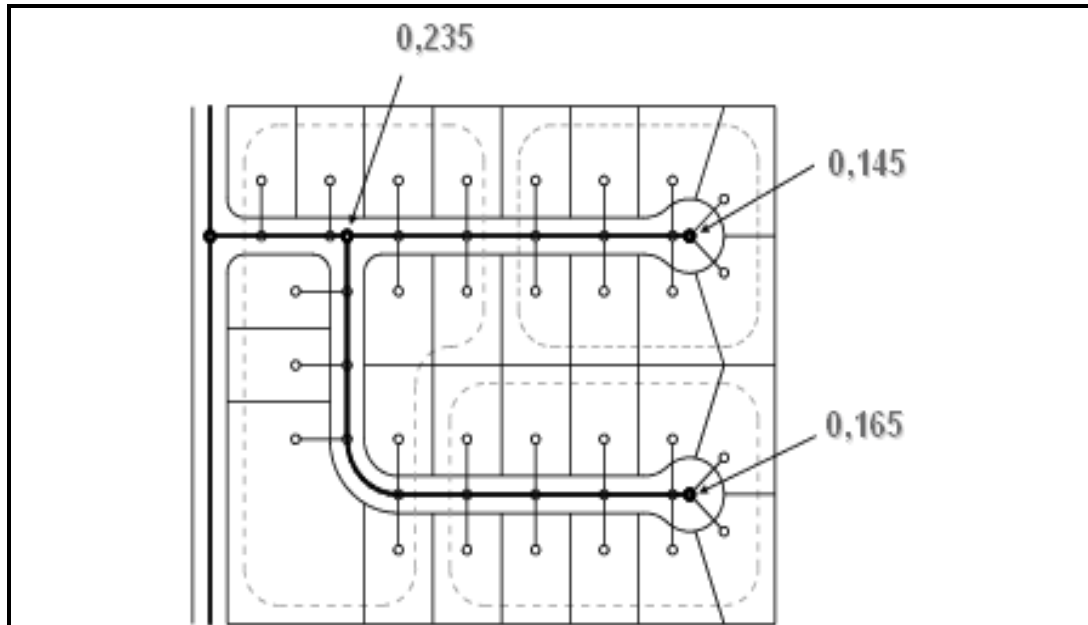
Κατά τη διαδικασία μελέτης και προσομοίωσης ενός δικτύου ύδρευσης πρέπει να γίνει η επιλογή των στοιχείων του δικτύου που θα λάβουμε υπόψιν μας για τη μοντελοποίησή του. Τα στοιχεία που επιλέγονται είναι αυτά που έχουν σημαντική επιρροή στον τρόπο λειτουργίας του δικτύου. Το να συμπεριληφθεί κάθε μεμονωμένη σύνδεση ενός δικτύου ύδρευσης, κάθε βαλβίδα και γενικότερα κάθε παράμετρος του δικτύου αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία, χωρίς να έχει και σημαντικές διαφορές στα αποτελέσματα της προσομοίωσης του δικτύου. Η διαδικασία της συμπύκνωσης των στοιχείων ενός δικτύου ύδρευσης αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη διαδικασία κατά την φάση της μελέτης του.

Οι Eggener και Polkowski (1976) έκαναν την πρώτη προσπάθεια συμπύκνωσης ενός δικτύου ύδρευσης, όταν αφαίρεσαν συστηματικά κάποιους αγωγούς σε μία μελέτη του δικτύου ύδρευσης της πόλης Menomonie του Wisconsin, θέλοντας να συγκρίνουν τα αποτελέσματα. Διαπίστωσαν ότι υπό κανονικές συνθήκες κατανάλωσης μπορούσαν να αφαιρέσουν ένα μεγάλο αριθμό αγωγών χωρίς να υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στα ύψη πίεσης στους κόμβους του δικτύου. Οι Shamir και Hamberg (1988) μελέτησαν διάφορους κανόνες για την μείωση του μεγέθους των μοντέλων δικτύων ύδρευσης.

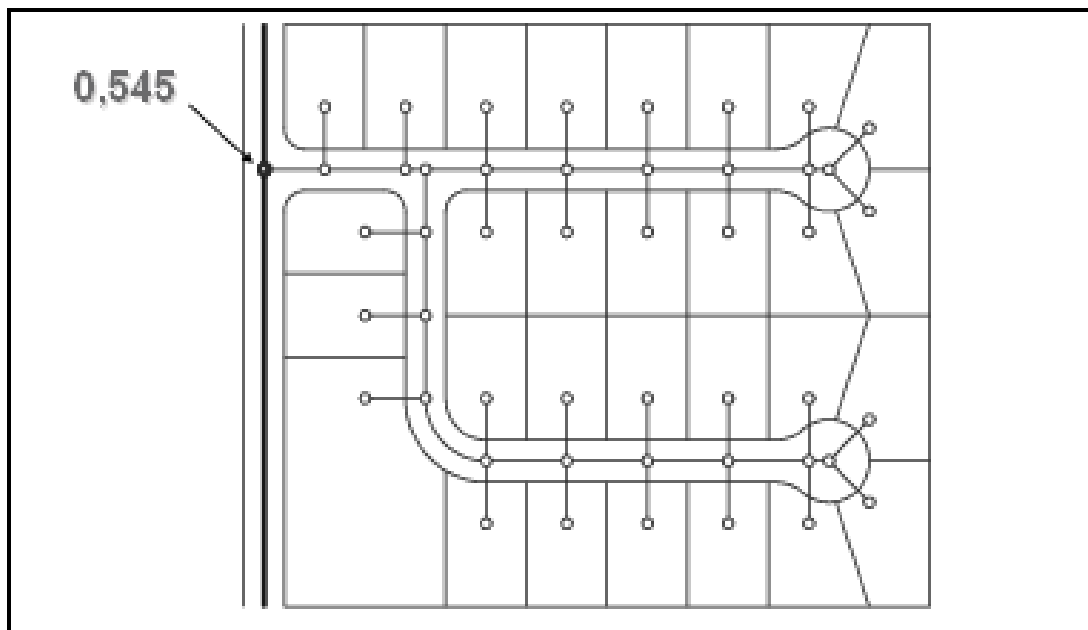
Ακολουθεί ένα παράδειγμα συμπύκνωσης ενός δικτύου ύδρευσης και το πώς συγκεντρώνονται οι καταναλώσεις σε διαφορετικά σημεία (κόμβους) του δικτύου.



Σχήμα 1.4 : Απεικόνιση κόμβων και καταναλώσεων αυτών σε L/s ενός δικτύου ύδρευσης (μέγιστη λεπτομέρεια)



Σχήμα 1.5 : Απεικόνιση κόμβων και καταναλώσεων αυτών σε L/s ενός δικτύου ύδρευσης (κανονική λεπτομέρεια)



Σχήμα 1.6 : Απεικόνιση κόμβων και καταναλώσεων αυτών σε L/s ενός δικτύου ύδρευσης (ελάχιστη λεπτομέρεια)

Γενικότερα τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την μελέτη και προσομοίωση των δικτύων ύδρευσης είναι :

- Οι καταναλωτές μεγάλου όγκου νερού
- Τα σημεία με γνωστές παραμέτρους (π.χ. κόμβοι και υψόμετρα αυτών)
- Τα σημαντικά σημεία με άγνωστες παραμέτρους
- Οι αγωγοί με μεγάλες διαμέτρους
- Οι αγωγοί που σχηματίζουν βασικούς βρόγχους του δικτύου
- Οι δεξαμενές, αντλίες, βαλβίδες και άλλες συσκευές ελέγχου

Αφού γίνει η μελέτη και η προσομοίωση ενός δικτύου ύδρευσης, αυτή μπορεί να τροποποιηθεί έτσι ώστε να εισάγουμε διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας. Επειδή η προσομοίωση ενός δικτύου ύδρευσης αποτελεί πλέον, αναπόσπαστο κομμάτι για την σωστή λειτουργία του στην πραγματικότητα, αυτή θα πρέπει να γίνεται προσεκτικά και να λαμβάνονται υπόψη οι δυσμενέστερες καταστάσεις λειτουργίας του.

Η σωστή αρχειοθέτηση των στοιχείων της προσομοίωσης ενός δικτύου ύδρευσης καθώς και το ιστορικό λειτουργίας του είναι απαραίτητα βήματα για να εξασφαλίσουμε ότι το μοντέλο που δημιουργείται θα κατανοηθεί και θα χρησιμοποιηθεί σωστά από μελλοντικούς μελετητές. Επίσης πρέπει να υπάρχουν σημειώσεις για τις διάφορες καταστάσεις λειτουργίας του μοντέλου. Αυτές οι σημειώσεις θα βοηθήσουν τους επόμενους χρήστες να καθορίσουν την κατάσταση του δικτύου ύδρευσης σε μελλοντικές περιόδους.

Ενώ η προσομοίωση του μοντέλου γίνεται με τα δεδομένα που υπάρχουν στην παρούσα φάση, γίνεται και πρόβλεψη λειτουργίας τους δικτύου ύδρευσης για τα επόμενα χρόνια κατά τα οποία παρουσιάζονται διαφοροποιήσεις στον πληθυσμό και στις τεχνολογικές καινοτομίες. Γενικότερα μελετώνται και προτείνονται καινούργιες λύσεις για τα δίκτυα ύδρευσης, έκτος από την προσομοίωση και μελέτη της υπάρχουσας κατάστασης. Η προσομοίωση μπορεί να αφορά δίκτυα ύδρευσης και στοιχεία αυτών τα οποία :

- Είναι κατασκευασμένα
- Σχεδιάζονται ή είναι υπό κατασκευή
- Πρόκειται να κατασκευαστούν στο μέλλον
- Δεν πρόκειται να κατασκευαστούν ποτέ

Ο χρήστης του μοντέλου προσομοίωσης θα πρέπει να ανανεώνει το μοντέλο, σε περιπτώσεις όπως είναι η εγκατάσταση νέων αγωγών ή η αντικατάσταση παλαιότερων, ή να διαγράφει στοιχεία τα οποία μάλλον δε θα μπορέσουν να κατασκευαστούν (π.χ. ακύρωση κατασκευής μιας καινούριας δεξαμενής λόγω υπερβολικού κόστους). Ωστόσο συνήθως αυτή η διαδικασία μπορεί να πάρει χρόνο και οι αλλαγές σε ένα δίκτυο ύδρευσης να φανούν στους χάρτες ή σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών με χρονική καθυστέρηση.

Η διαδικασία της μελέτης και προσομοίωσης ενός δικτύου ύδρευσης αποτελεί βασική διαδικασία στον να κατανοηθεί ο τρόπος με τον οποίο δουλεύει ένα δίκτυο. Αξίζει να σημειωθεί ότι με τις καινούργιες τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί η μελέτη ενός δικτύου ύδρευσης δεν είναι πλέον χρονοβόρα σε σχέση με παλαιότερα. Το γεγονός ότι πλέον μπορούμε να εισάγουμε σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών τεράστιες ποσότητες δεδομένων και να τις επεξεργαστούμε γρήγορα και εύκολα, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η συμπίκνωση των δικτύων δεν είναι πλέον απαραίτητη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

Ως Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ, Geographic Information System, GIS) ορίζεται ένα σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, τη διαχείριση και την απεικόνιση χωρικών δεδομένων που υποστηρίζει τη διαδικασία του σχεδιασμού παρέχοντας τη δυνατότητα στο χρήστη, να αναλύει γεωγραφικές πληροφορίες για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό, σύμφωνα με το δικό του μοντέλο λήψης αποφάσεων (Burrough P., 1986). Γενικότερα τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών μπορούν να θεωρηθούν σαν ένα σύνολο προγραμμάτων που λειτουργούν πάνω σε μια χωρική βάση δεδομένων (Goodchild M., 1992)

Το λογισμικό ενός ΓΣΠ περιλαμβάνει έξι βασικά υποσυστήματα για

- Εισαγωγή δεδομένων και έλεγχο-επαλήθευση τους, που καλύπτει τις ανάγκες μετασχηματισμού των στοιχείων από την αρχική τους μορφή (π.χ. χάρτες, αεροφωτογραφίες, δορυφορικές εικόνες, πίνακες, κλπ.) σε αναγνωρίσιμη ψηφιακή μορφή.
- Διαχείριση της γεωγραφικής βάσης δεδομένων, που αναφέρεται στον τρόπο που δομούνται και οργανώνονται τα χωρικά και μη χωρικά στοιχεία.
- Εξαγωγή των πληροφοριών και παρουσίαση, που εστιάζεται στην παρουσίαση στοιχείων και αποτελεσμάτων των αναλυτικών διαδικασιών.
- Μετασχηματισμό των δεδομένων, που στοχεύουν στον συντονισμό και την ανάλυση των στοιχείων.
- Αναζήτηση, που βοηθούν το χρήστη να επικοινωνεί με τον Η/Υ αναζητώντας λύση μέσα από μια σειρά ερωτήσεων.
- Εργαλεία χωρικής ανάλυσης, αναγκαία για την κάλυψη των αναγκών για εμπειρικές εφαρμογές, που ουσιαστικά αναφέρονται στην ανάλυση χώρου.

2.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ΓΣΠ αλληλεπιδρούμε με γεωγραφικά δεδομένα. Αυτά διακρίνονται σε χαρτογραφικά και περιγραφικά.

2.2.1 ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα χαρτογραφικά δεδομένα αναφέρονται:

- σε δεδομένα που αφορούν τη θέση και το σχήμα ενός φαινομένου στη γη (γεωμετρία του χώρου), κάνοντας δηλαδή δυνατό τον εντοπισμό ενός φαινομένου στο έδαφος, αποδίδοντας ταυτοχρόνως και το σχήμα του ή την έκτασή του π.χ. υδρογραφικό δίκτυο μιας περιοχής (σχήμα, μήκος), λεκάνη απορροής ενός ποταμού (σχήμα, έκταση)
- σε δεδομένα που περιγράφουν την τοπολογία του χώρου δηλαδή τις σχέσεις (σύνδεση, συνέχεια, γειννίαση) που αναπτύσσονται μεταξύ των δομικών στοιχείων του χώρου, π.χ. παραπόταμοι ενός ποταμού.

Τα χαρτογραφικά δεδομένα αποθηκεύονται σε γεωγραφική βάση δεδομένων. Κυριότερο χαρακτηριστικό που καταγράφεται είναι συντεταγμένες.

2.2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα περιγραφικά δεδομένα αφορούν χαρακτηριστικά, ποιοτικά ή ποσοτικά, των φαινομένων που συμβαίνουν στο χώρο. Π.χ. ο χαρακτηρισμός ενός ρέματος συνεχούς ή παροδικής ροής είναι ένα ποιοτικό περιγραφικό δεδομένο, ενώ η παροχή ενός ποταμού είναι ένα ποσοτικό περιγραφικό δεδομένο. Τα περιγραφικά δεδομένα αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων οι οποίες συνδέονται με τις προηγούμενες βάσεις των χαρτογραφικών δεδομένων.

2.3 ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Τα ΓΣΠ έχουν τρία βασικά χαρακτηριστικά τα οποία βρίσκονται συσχετίζονται μεταξύ τους. Αυτά είναι ο τεχνικός εξοπλισμός (hardware), οι αλγόριθμοι (software) και τα διαθέσιμα (resourceware). Αξίζει να σημειωθεί ότι για τα δυο πρώτα μέρη ενός ΓΣΠ (hardware, software) η εξέλιξη τους είναι ραγδαία με συνεχή εξέλιξη, οπότε η περιγραφή τους που θα ακολουθήσει είναι γενική.

2.3.1 ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ (HARDWARE)

Ο τεχνικός εξοπλισμός στη σημερινή περίοδο καλύπτεται πλέον από τους προσωπικούς υπολογιστές. Η συνεχή τους εξέλιξη αντικαθιστά τα μεγάλα υπολογιστικά συστήματα (mainframe) που επικρατούσαν πιο παλιά στην αγορά των ΓΣΠ. Τα μηχανικά μέρη ενός ΓΣΠ αποτελούνται από την κεντρική μονάδα και τα περιφερειακά. Η κεντρική μονάδα, κύρια χαρακτηριστικά της οποίας είναι το

λειτουργικό σύστημα, η μνήμη και η ταχύτητα εξυπηρετεί όλες τις υπολογιστικές διαδικασίες. Τα περιφερειακά χωρίζονται σε περιφερειακά εισόδου που μέσω των οποίων εισάγουμε στοιχεία (π.χ. σαρωτές κ.α.), σε περιφερειακά εξόδου που αφορούν την παρουσίαση των στοιχείων (π.χ. εκτυπωτές) και περιφερειακά διαχείρισης που βοηθούν στην αποθήκευση και διαχείριση στοιχείων (π.χ. εξωτερικές μονάδες αποθήκευσης).

2.3.2 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ (SOFTWARE)

Όσον αφορά το λογισμικό αυτοί μπορούν να χωριστεί σε πέντε βασικές ομάδες (Burrough and McDonnell, 1998) :

- Λογισμικό εισαγωγής και επαλήθευσης στοιχείων, που καλύπτει τις ανάγκες μετασχηματισμού των στοιχείων από την αρχική τους μορφή (π.χ. χάρτες) σε αναγνωρίσιμη ψηφιακή μορφή
- Λογισμικό αποθήκευσης και διαχείρισης στοιχείων, που αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο δομούνται και οργανώνονται τα χωρικά και μη χωρικά στοιχεία.
- Λογισμικό μετασχηματισμού στοιχείων, που στοχεύουν αφ' ενός στον συντονισμό των στοιχείων (απομάκρυνση λαθών, επικαιροποίηση, συμβατικοποίηση κ.λ.π.) κυρίως όμως στην ανάλυση τους
- Λογισμικό παρουσίασης, που αφορά την παρουσίαση των στοιχείων και των αποτελεσμάτων των αναλυτικών διαδικασιών.
- Λογισμικό αναζητήσεων, που βοηθούν τον χρήστη να επικοινωνεί με τον Η/Υ αναζητώντας λύσεις μέσα από μια σειρά ερωτήσεων (queries).
- Λογισμικό ανάλυσης χώρου. Στις πέντε παραπάνω ομάδες του Burrough πρέπει να προστεθεί και μια έκτη ομάδα, αναγκαία για κάλυψη των αναγκών για εμπειρικές εφαρμογές, που ουσιαστικά αναφέρονται στην ανάλυση χώρου.

2.3.3 ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ (RESOURCEWARE)

Το σύνολο των λογισμικών ενός ΓΣΠ καθορίζει πως τα γεωγραφικά δεδομένα μετατρέπονται σε πληροφορία αλλά δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι όλη η διαδικασία είναι η κατάλληλη ή η πιο αποδοτική. Για να πραγματοποιηθεί αυτή η διαδικασία αναγκαία είναι τα διαθέσιμα, τα οποία έχουν τη μορφή των στοιχείων, των ανθρώπων και της οργανωτικής υποδομής. Με άλλα λόγια αναγκαία στοιχεία για την επιτυχία είναι τα κατάλληλα δεδομένα, οι κατάλληλοι χειριστές και αναλυτές χώρου (που στην ουσία είναι οι πιο πολύτιμοι καθώς αξιολογούν τα δεδομένα και επιλέγουν το μέγεθος, το είδος και τον τρόπο συλλογής και καταχώρησης των δεδομένων) και βέβαια ένας οργανισμός που να υποστηρίζει το σύνολο των διαδικασιών που απαιτεί η χρήση ενός ΓΣΠ.

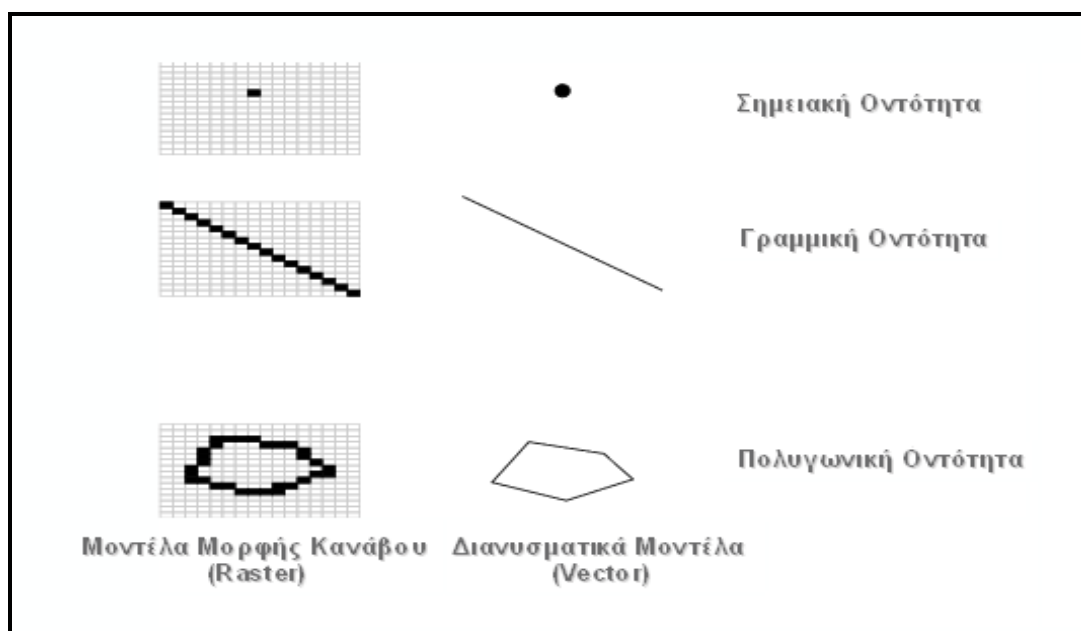
Σύμφωνα λοιπόν με την θεώρηση για τα μέρη ενός ΓΣΠ μπορούμε να δώσουμε και τον εξής ορισμό : Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι μια οργανωμένη συλλογή μηχανικών υπολογιστικών συστημάτων (hardware), λογισμικών συστημάτων (software), χωρικών δεδομένων και ανθρώπινου δυναμικού, με σκοπό τη συλλογή, καταχώρηση, ενημέρωση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση, κάθε μορφής πληροφορίας που αφορά το γεωγραφικό περιβάλλον.

2.4 ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΓΣΠ

Ο πραγματικός κόσμος παριστάνεται σε ένα ΓΣΠ από ένα αριθμό λογικών επιπέδων. Βασικό χαρακτηριστικό-δυνατότητα των ΓΣΠ δηλαδή είναι η διαστρωμάτωση των γεωγραφικών πληροφοριών. Αυτή αναφέρεται στην οργάνωση της πληροφορίας, χωρικής ή περιγραφικής, σε επίπεδα (layers) ομοιογενών πληροφοριών. Η αντίληψη της πραγματικότητας γενικεύεται σε δύο κυρίως μοντέλα.

- με τα διανυσματικά μοντέλα (vector)
- και τα μοντέλα κανάβου (raster)

Όσον αφορά τα διανυσματικά μοντέλα η αποθήκευση της χαρτογραφικής πληροφορίας γίνεται χρησιμοποιώντας τις συντεταγμένες των δομικών στοιχείων. Τα δομικά αυτά στοιχεία αναφέρονται σε χωρικά στοιχεία όπως για παράδειγμα είναι η θέση ή η επιφάνεια που καταλαμβάνει μια οντότητα στο γεωγραφικό χώρο. Για αυτό ακριβώς το λόγο οι οντότητες που απεικονίζουμε με διανυσματικά μοντέλα μπορεί να είναι σημεία, γραμμές και πολύγωνα καθώς αφού στην ουσία τις εκφράζουμε με γεωμετρικά στοιχεία.



Σχήμα 2.1 : Απεικονίσεις με μοντέλα μορφής κανάβου – διανυσματικά μοντέλα

Στα μοντέλα κανάβου η περιοχή χωρίζεται με τη βοήθεια ενός νοητού κανάβου σε φατνία. Κάθε φατνίο προσδιορίζεται από το ζεύγος σειράς-στήλης του αντίστοιχου κανάβου που εκφράζεται ως στοιχείο ενός πίνακα και ανάλογα με το τι εμπεριέχεται

σε αυτό (αν περιέχει δεδομένα και τι είδους ή όχι) παίρνει μία τιμή που προσδιορίζει το χαρακτηριστικό που περιέχει.

Συνοπτικά θα μπορούσαμε να αναφέρουμε κάποια χαρακτηριστικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των δύο μοντέλων σε σχέση με περιβαλλοντικά γεωγραφικά δεδομένα (Burrough P. 1986, Tomlin D. 1990).

Τα πλεονεκτήματα των διανυσματικών μοντέλων είναι η συμπαγής δομή και η αποτελεσματική γενίκευση των γεωμετρικών δεδομένων, ενώ στα μειονεκτήματα τους συγκαταλέγονται η πολύπλοκη δομή δεδομένων και η δυσκολία στην μαθηματική προσομοίωση, αφού κάθε μονάδα έχει διαφορετικό μέγεθος.

Τα πλεονεκτήματα των μοντέλων μορφής κανάβου είναι η απλή δομή δεδομένων, η εύκολη σύνδεση γεωγραφικών και τηλεπισκοπικών δεδομένων, η ευκολία μαθηματικής προσομοίωσης και απόδοσης συνεχών φαινομένων. Είναι προφανές ότι η δομή αυτή είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για διαχείριση από σύστημα σε περιβάλλον γλώσσας προγραμματισμού (π.χ. C++) λόγω της ευκολίας αποθήκευσης, επεξεργασίας και απόδοσης. Τα μειονεκτήματα είναι ο μεγάλος όγκος δεδομένων, η σχέση μέγεθος κανάβου – πληροφορίας και η χρονοβόρα διαδικασία προβολικών μετασχηματισμών.

Αξίζει να σημειωθεί πως η μέθοδος απεικόνισης δεδομένων με μοντέλα μορφής κανάβου θεωρείται απλούστερη από την απεικόνιση με διανυσματικά μοντέλα. Αν και πριν από μερικά χρόνια η επιλογή ενός από τα δύο μοντέλα υπαγόρευε και την αγορά αντίστοιχου λογισμικού, η σύγχρονη τάση είναι το λογισμικό να συνδυάζει και τα δύο μοντέλα καθώς και λειτουργίες μετασχηματισμού από το ένα στο άλλο (Χατζηχρήστος Θ. 1999).

2.5 ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Η χρήση των ΓΣΠ γίνεται σε ένα τεράστιο πλήθος εφαρμογών, που έχουν σχέση με την ανάλυση και τον σχεδιασμό του χώρου. Παρακάτω αναφέρονται μερικά επιστημονικά πεδία στα οποία τα ΓΣΠ μπορούν να συμβάλλουν ως ολοκληρωμένα εργαλεία χωρικής ανάλυσης και σχεδιασμού :

- Περιφερειακός Προγραμματισμός – Σχεδιασμός
- Αστικός Προγραμματισμός – Σχεδιασμός
- Συγκοινωνίες – Μεταφορές
- Υδρολογικές εφαρμογές
- Τεχνική υποδομή
- Περιβάλλον
- Φορολογία
- Εκπαίδευση και Υγεία – Πρόνοια
- Ανάλυση Αγοράς
- Αγορά Εργασίας
- Δίκτυα Διανομών, Πωλήσεων και Χωροθετήσεις Κατανομών

Τα παραπάνω πεδία εφαρμογών αποδεικνύουν το μεγάλο φάσμα δυνατοτήτων των ΓΣΠ. Τα ΓΣΠ μπορούν να συμβάλλουν στην αστική και περιφερειακή ανάπτυξη, αλλά και να δημιουργήσουν τις προϋποθέσεις για τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, μέσω της ενιαίας καταγραφής, οργάνωσης, διαχείρισης και ανάλυσης των διαφόρων οικονομικό – κοινωνικών δεδομένων. Τόσο στο δημόσιο, όσο και στον ιδιωτικό τομέα, οι εφαρμογές των ΓΣΠ είναι σημαντικές, σε συγκεκριμένα αντικείμενα ενδιαφέροντος (Κουτσόπουλος Κ. 2002).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΓΣΠ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Όλες οι οντότητες με χωρική υπόσταση μπορούν να εκφραστούν ως σημεία, γραμμές, πολύγωνα, δίκτυα ή διασταυρώσεις, και κατά συνέπεια να σχηματίσουν και να ενταχθούν σε μια γεωβάση δεδομένων. Τα βασικά πεδία που απαρτίζουν τις γεωμετρικές ιδιότητες των χωρικών οντοτήτων που απαρτίζουν ένα ΓΣΠ είναι οι συντεταγμένες τους στο χώρο (οι οποίες δίνουν την πληροφορία για την τοποθεσία της οντότητας), το σχήμα και οι διαστάσεις τους. Αυτές οι γεωμετρικές ιδιότητες συνδέονται μέσω ενός κωδικού με τους πίνακες περιγραφικών χαρακτηριστικών, οι οποίοι περιέχουν μη-χωρικές πληροφορίες που αφορούν τις ιδιότητες των οντοτήτων.

Οι χωρικές οντότητες απεικονίζονται ως σημεία, μόνο όταν ενδιαφερόμαστε για την θέση τους στον χώρο και όχι για το σχήμα και τις διαστάσεις τους. Σε ένα υδραυλικό δίκτυο για παράδειγμα τέτοιες χωρικές οντότητες είναι οι κόμβοι, οι δικλείδες, οι γεωτρήσεις και άλλες. Οι σημειακές οντότητες δεν έχουν καμία διάσταση στο χώρο και απεικονίζονται από με τη χρήση ενός ζεύγους συντεταγμένων X, Y , ενώ έχουν και περιγραφικές ιδιότητες που να δηλώνουν τί είδους σημεία είναι, καθώς και διάφορες άλλες πληροφορίες. Για κάθε ξεχωριστό σημείο με διαφορετικές συντεταγμένες, υπάρχει ένας μοναδικός κωδικός, που το συνδέει με τα χαρακτηριστικά του που βρίσκονται στον πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών των σημείων.

Οι γραμμικές οντότητες χρησιμοποιούνται όταν η θέση στο χώρο, οι διαστάσεις και το σχήμα είναι απαραίτητες ή προϋπάρχουν. Τέτοιες είναι για παράδειγμα οι αγωγοί του δικτύου ύδρευσης, οι δρόμοι της περιοχής, τα διάφορα σύνορα που μπορεί να υπάρχουν στην περιοχή κ.α. Η κάθε γραμμική οντότητα έχει συγκεκριμένο σχήμα και συντεταγμένες καθώς και έναν μοναδικό κωδικό που συνδέει την κάθε γραμμή με τον πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών. Η απλή της μορφή δεν είναι άλλη από ένα ευθύγραμμο τμήμα, που απεικονίζεται μέσα από την αποθήκευση δύο ζευγαριών συντεταγμένων X, Y αυτών των σημείων της αρχής και του τέλους της. Υπάρχει όμως περίπτωση η γραμμή να μην είναι απλή αλλά να είναι πολύπλοκη, η οποία δημιουργεί ένα σύνθετο τόξο ή αλυσίδα γραμμών. Τότε η απεικόνιση της αναφέρεται σε ένα σύνολο συντεταγμένων X, Y (όσα δηλαδή και τα γραμμικά τμήματα του τόξου).

Τα πολύγωνα χρησιμοποιούνται για να απεικονίσουμε την τοποθεσία, τις διαστάσεις αλλά και το σχήμα των χωρικών οντοτήτων. Σε ένα υδραυλικό δίκτυο τέτοιες πολυγωνικές οντότητες μπορεί να είναι τα οικοδομικά τετράγωνα, τα κτίρια, τα οικόπεδα μιας περιοχής κ.α. Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις έτσι και για τα πολύγωνα υπάρχει ένας μοναδικός κωδικός που τα συνδέει με τις περιγραφικές τους ιδιότητες.

3.2 ΔΙΚΤΥΑ ΩΣ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ

Οι απλές γραμμές και οι αλυσίδες γραμμών δεν περιέχουν χωρικές πληροφορίες, όπως είναι για παράδειγμα ο τρόπος σύνδεσης τους με άλλες γραμμές ή αλυσίδες γραμμών, μια ιδιότητα η οποία είναι πολύ σημαντική όταν αναφερόμαστε στην ανάλυση ενός δικτύου γενικότερα. Για να γίνει λοιπόν, σωστά η απεικόνιση του δικτύου ύδρευσης που εξετάζουμε κρίνεται αναγκαία και η αποθήκευση τοπολογικών στοιχείων. Δεδομένου ότι ένα δίκτυο αποτελείται από τόξα που ενώνονται σε κόμβους, η αποθήκευση ενός δικτύου πρέπει να περιέχει τόσο τη θέση (π.χ. τα ζεύγη συντεταγμένων X, Y για την αρχή και το τέλος κάθε τόξου ή τις συντεταγμένες κάθε κόμβου) αλλά και τοπολογικά χαρακτηριστικά (π.χ. την κατεύθυνση του τόξου ή την γωνία με την οποία ενώνεται με ένα άλλο τόξο σε κάθε κόμβο) (Κουτσόπουλος, 2002).

Ένα δίκτυο γεωγραφική οντότητα αποτελείται από γραμμικά τμήματα που συνδέονται με κάποιο τρόπο μεταξύ τους και καθορίζονται από κόμβους αρχής και τέλους, των οποίων η θέση είναι γνωστή. Ένα τμήμα του γραφήματος ενός δικτύου μπορεί να περιέχει ενδιάμεσα σημεία γνωστής θέσης, μεταξύ των κόμβων της αρχής και του τέλους του, τα οποία απλώς βοηθούν στην καλύτερη οριοθέτηση του τμήματος και ονομάζονται κορυφές (vertex). Επομένως, η βασική διαφορά μεταξύ μίας κορυφής και ενός κόμβου είναι ότι ο κόμβος περιέχει τοπολογικές πληροφορίες που εν τέλει καθορίζουν και τη δομή του δικτύου. Σε ένα γράφημα δικτύου η τοπολογία του εκφράζεται ως εξής :

- Κάθε τμήμα του έχει έναν κόμβο αρχής και έναν κόμβο τέλους.
- Κάθε τμήμα μπορεί να περιέχει μία ή περισσότερες κορυφές ή και καμία (περίπτωση ευθυγράμμου τμήματος).
- Κάθε διασταύρωση δύο γραμμικών τμημάτων αποτελεί αναγκαστικά έναν κόμβο, δημιουργώντας σύμφωνα με την ορολογία της τοπολογίας ένα σχεδιαστικό γράφημα.
- Δύο γραμμικά τμήματα συνδέονται άμεσα αν μοιράζονται έναν κοινό κόμβο.
- Η σύνδεση δύο γραμμικών τμημάτων που δεν συνδέονται άμεσα, μπορεί σε συγκεκριμένες περιπτώσεις να γίνει έμμεσα μέσω άλλων τμημάτων που, όμως, είναι άμεσα συνδεδεμένα.

Όταν ένα δίκτυο ορίζεται με τον παραπάνω τρόπο εμπεριέχει την ελάχιστη δυνατή πληροφορία (είναι γνωστή μόνο η παρουσία ή η απουσία σύνδεσης μεταξύ κόμβων) και οι χωρικές ιδιότητες αυτών των δικτύων αφορούν αποκλειστικά τη δομή τους, αφού ουσιαστικά αναφέρονται στο γεωμετρικό πρότυπο του δικτύου.

3.3 ΤΑ ΓΣΠ ΣΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Η κατασκευή ενός δικτύου ύδρευσης στην πραγματικότητα, μπορεί να διαφέρει σε σχέση με αυτό που έχει σχεδιαστεί από τους μηχανικούς. Αυτό συμβαίνει διότι πολλές φορές παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα στο στάδιο της κατασκευής. Εν τέλει το δίκτυο αφότου κατασκευαστεί δεν είναι εμφανές και μόνο οι άνθρωποι που ασχολούνται με αυτό μπορούν να γνωρίζουν τη θέση των σωλήνων, τις διαμέτρους τους ή ακόμα και τη θέση κάποιων ειδικών συσκευών που έχουν τοποθετηθεί σε διάφορα σημεία του δικτύου όπως είναι οι δικλείδες. Συμβαίνει άλλωστε συχνά σε δίκτυα τα οποία έχουν κατασκευαστεί αρκετά χρόνια πριν, να υπάρχουν ελάχιστες πληροφορίες για αυτά. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα κάθε αλλαγή που πραγματοποιείται στο δίκτυο να βασίζεται στην εμπειρία των μηχανικών και όχι στις πληροφορίες του δικτύου ύδρευσης. Επίσης η συντήρηση του δικτύου πολλές φορές είναι εξαιρετικά δύσκολη, χρονοβόρα και ασύμφορη οικονομικά, ενώ σε περιπτώσεις διαρροών των σωλήνων, είναι δύσκολος ο εντοπισμός ακόμα και των δικλείδων ρύθμισης της παροχής ώστε να απομονωθεί η διαρροή. Προβλήματα δημιουργούνται και σε περιπτώσεις νέων συνδέσεων στο δίκτυο ύδρευσης.

Η χρήση ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών μπορεί να δώσει λύσεις στα προηγούμενα προβλήματα. Ο σχεδιασμός, η ανάλυση, η λειτουργία και η συντήρηση δικτύων ύδρευσης σε αστικές περιοχές μπορεί να ωφεληθεί πολλαπλώς από την τεχνολογία των ΓΣΠ. Ένα μέρος της λήψης αποφάσεων μπορεί επίσης να αυτοματοποιηθεί με τη χρήση έμπειρων συστημάτων και συστημάτων λήψης απόφασης. Ένα τέτοιο σύστημα αυτοματοποιεί τη διαδικασία της επίλυσης συγγενικών προβλημάτων, και στοχεύει στην επιλογή των λύσεων με το μικρότερο κόστος. Με τη χρήση ΓΣΠ, ξεπερνιούνται οι περιορισμοί της γραφικής απεικόνισης πληροφοριών στα υδροδοτικά δίκτυα. Η ικανότητα της ακριβούς πρόβλεψης των υδρολογικών αναγκών και του συνδυασμού των σημερινών και μελλοντικών παροχών με τις αντίστοιχες απαιτήσεις παίζει σημαντικό ρόλο στην διαχείριση παροχής ύδατος. Παραδοσιακές μέθοδοι για την παρουσίαση των τοπικών υδρολογικών αναγκών αγνοούν σημαντικές παραμέτρους που σχετίζονται με τους καταναλωτές όπως μέγεθος της οικογένειας, το μέγεθος της ιδιοκτησίας, πυκνότητα πληθυσμού ανά οικοδομικό τετράγωνο, δεδομένα που διαφέρουν από μια γεωγραφική περιοχή σε μία άλλη. Ακόμη μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί (Jacobs και συν., 1993) που χρησιμοποιώντας γραφικές τεχνικές των ΓΣΠ αντιμετωπίζουν έλλειψη συγκεκριμένων δεδομένων στην απογραφή υπόγειων δικτύων ύδρευσης.

3.3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών βοηθά σε πολλές περιοχές που αφορούν ένα δίκτυο διανομής ύδατος. Αυτές είναι :

- **Συλλογή δεδομένων.** Η παραδοσιακή μέθοδος για την συγκέντρωση και αποθήκευση των δεδομένων σε ένα υδραυλικό δίκτυο είναι η απεικόνιση του σε χαρτί. Αυτή η μέθοδος εκτός του ότι είναι χρονοβόρα και επιρρεπής σε σφάλματα, είναι και μονοδιάστατη. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας η συλλογή δεδομένων μπορεί να γίνει αρκετά εύκολα με χρήση GPS ή ακόμα και ψηφιακών φωτογραμμετρικών μηχανών, ενώ σε περιπτώσεις που αυτές οι τεχνολογίες δεν

μπορούν να αποδώσουν τότε μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι υπάρχοντες χάρτες του δικτύου, ώστε να συγκεντρωθούν όλα τα απαραίτητα δεδομένα. Σε ένα ΓΣΠ μπορούμε άλλωστε να συνδυάσουμε και δεδομένα τα οποία μπορούν να είναι σε μορφή raster και vector.

- **Αποθήκευση δεδομένων.** Τα δεδομένα του δικτύου αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων και μέσω ενός ΓΣΠ μπορούν να συνδεθούν χωρικά με την απεικόνιση του. Τα βασικά δεδομένα τα οποία αποθηκεύονται είναι οι θέσεις στο χώρο και τα χαρακτηριστικά των κόμβων και των αγωγών, οι λεπτομέρειες των δεξαμενών και των ειδικών συσκευών (δικλείδες) και ανάλογα με το επίπεδο λεπτομέρειας που θέλουμε να επιτύχουμε τις πληροφορίες για τους συνδρομητές. Όλα αυτά τα δεδομένα μπορούν να συγκεντρωθούν αρχικά σε πίνακες (π.χ. πίνακες τύπου MS Excel) και αργότερα να εισαχθούν στη γεωβάση δεδομένων του ΓΣΠ. Αυτή είναι πολύ χρηστική καθώς ακόμα και χρήστες με ελάχιστη εμπειρία πάνω στα ΓΣΠ μπορούν να συγκεντρώσουν και να αποθηκεύσουν δεδομένα. Η εισαγωγή των δεδομένων μπορεί να γίνει είτε απευθείας κατά τη φάση της ψηφιοποίησης ή να εισαχθούν μέσω πινάκων στη γεωβάση του ΓΣΠ.

- **Απεικόνιση δεδομένων.** Η απεικόνιση του δικτύου ύδρευσης μέσω ενός ΓΣΠ μας παρέχει τεράστιες δυνατότητες. Κατ' αρχήν γίνεται απεικόνιση των δεδομένων σε ψηφιακό χάρτη, όπως βέβαια γινόταν και παλιότερα. Στην ουσία όμως αυτή η απεικόνιση αποτελεί ένα διαδραστικό εργαλείο ανάμεσα στον χρήστη και σε έναν υπολογιστή, με αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί να γνωρίζει πολύ περισσότερα δεδομένα του δικτύου σε πολύ λιγότερο χρόνο, από ότι παραδοσιακά απαιτείται μέσω της μελέτης χαρτών. Γενικότερα τα δεδομένα που αποθηκεύονται και απεικονίζονται σε ένα ΓΣΠ έχουν τρομερή ευελιξία στον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται και παρουσιάζονται. Οποιοδήποτε δεδομένο του δικτύου μπορεί να αποθηκευτεί και να απεικονιστεί αρκεί να γνωρίζουμε τις συντεταγμένες του στο σύστημα αναφοράς που έχουμε επιλέξει στο ΓΣΠ ή αρκεί να είναι εύκολος ο χωρικός του προσδιορισμός (π.χ. κόμβος που ενώνει δύο γνωστούς αγωγούς). Έτσι μέσω ενός ΓΣΠ μπορούν να δημιουργηθούν εύχρηστοι ψηφιακοί χάρτες που επιτρέπουν στον χρήστη να αναγνωρίζει τα στοιχεία του δικτύου εύκολα και γρήγορα ακόμα και αν η περιοχή που εξετάζεται είναι εντελώς άγνωστη για αυτόν. Εκτός βέβαια από την εξαγωγή των δεδομένων σε μορφή χάρτη υπάρχει η δυνατότητα και εξαγωγής αυτών σε μορφή πινάκων.

- **Ανάλυση δεδομένων.** Ένα ΓΣΠ μπορεί να προσφέρει στατιστικές και χωρικές αναλύσεις δεδομένων. Εξ' αιτίας του μεγάλου όγκου δεδομένων που αποθηκεύονται στις περιπτώσεις των υδραυλικών δικτύων, τα διάφορα εργαλεία ανάλυσης που υπάρχουν σε οποιοδήποτε τυποποιημένο ΓΣΠ βοηθούν όχι μόνο στην χωρική ανάλυση αλλά και στην στατιστική ανάλυση του συνόλου των δεδομένων.

- **Οπτικοποίηση.** Σε ένα ΓΣΠ μπορούν να εισαχθούν και διάφορες μορφές πολυμέσων τα οποία μπορούν να συνδεθούν με τα υπάρχοντα δεδομένα και να ενισχύσουν τη σύνδεση του ΓΣΠ με την πραγματικότητα. Τα διάφορα εργαλεία οπτικοποίησης μπορούν να βοηθήσουν στην εύρεση χωρικών προτύπων και σχέσεων μεταξύ του μεγάλου αριθμού δεδομένων που συλλέγονται για ένα υδραυλικό δίκτυο όπως είναι η πίεση και η ροή του νερού μέσω των αγωγών. Επίσης τα διάφορα διαγράμματα που παρέχει ένα ΓΣΠ μπορεί να βοηθήσει το μηχανικό στο να εντοπίσει

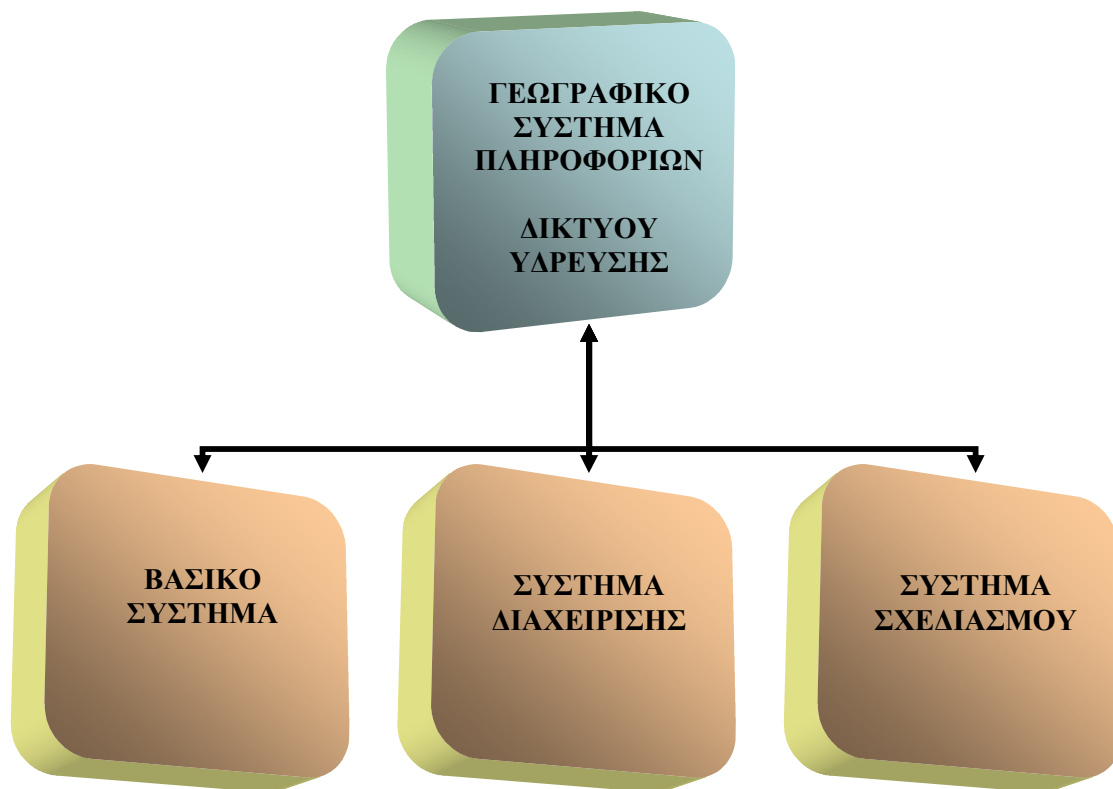
διάφορες ανωμαλίες του δικτύου, που σε άλλες περιπτώσεις θα ήταν δύσκολο να εντοπιστούν, ενώ η δημιουργία σεναρίων βοηθά στο να παρθούν οι κατάλληλες αποφάσεις όσον αφορά τη λειτουργία ή την επέκταση του.

- **Υδραυλική μοντελοποίηση.** Ένα ΓΣΠ μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο να μοντελοποιήσει χωρικά την υδραυλική κατάσταση του δικτύου ύδρευσης και να βοηθήσει και στο σχεδιασμό του. Ένα δυναμικό μοντέλο διανομής νερού βοηθά στο να κατανοήσουμε τις επιπτώσεις από τις διαφορετικές καταναλώσεις που μπορεί να παρουσιάζονται στα μέρη του δικτύου και στο να παρθούν οι σωστές αποφάσεις σε περιπτώσεις μελλοντικής αύξησης της ζήτησης. Μας παρέχει τη ακόμα την δυνατότητα να προβλέψουμε την ζήτηση του νερού μέσω χωρικών αναλύσεων (π.χ. χωρισμός της περιοχής σε ζώνες καταναλώσεις ανάλογα με την πυκνότητα πληθυσμού). Επίσης μπορούμε να δούμε την συμπεριφορά του δικτύου σε δυσχερέστερες καταστάσεις καθώς και το ποιες περιοχές του δικτύου επηρεάζονται από φαινόμενα χαμηλών πιέσεων.

- **Διαχείριση.** Η διαχείριση είναι μια συστηματική διαδικασία που αφορά την συντήρηση, την αναβάθμιση και τη λειτουργία των μερών του δικτύου ύδρευσης. Τα μέρη αυτά είναι οι κόμβοι, οι αγωγοί, οι δεξαμενές, οι δικλείδες, οι αντλίες κ.α. Σε ένα ΓΣΠ μπορούμε να αποθηκεύσουμε πληροφορίες που αφορούν το ιστορικό λειτουργίας των μερών του δικτύου ύδρευσης. Αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς ο μηχανικός χρειάζεται αυτές τις πληροφορίες για να μπορέσει να συμβάλλει σωστά στη λειτουργία και συντήρηση του δικτύου, ενώ χάρη στο ΓΣΠ μπορεί να προτείνει τις πιο συμφέρουσες λύσεις για τη βελτίωσή του. Επίσης μέσω του ΓΣΠ μπορούμε να κρατήσουμε το ιστορικό της λειτουργίας των μερών του δικτύου ύδρευσης, ενώ σε περίπτωση διαρροής σε κάποιον αγωγό στην πραγματικότητα μπορούμε να δούμε ποιες περιοχές επηρεάζονται άμεσα από τη βλάβη αλλά και τρόπους άμεσης αντιμετώπισης του προβλήματος (π.χ. ποιες δικλείδες ρύθμισης της παροχής πρέπει να κλείσουν για να μην έχουμε μεγάλες απώλειες νερού και για να επιδιορθώσουμε τη θραύση του αγωγού).

3.3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα Γ.Σ.Π. όπως γίνεται κατανοητό και από τα παραπάνω αποτελούν ένα πανίσχυρο εργαλείο που μπορεί να συγκεντρώσει, να αποθηκεύσει, να αναλύσει, και να απεικονίσει γεωγραφικές πληροφορίες. Ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών που αφορά τα δίκτυα ύδρευσης μπορεί να διαχωριστεί σε τρία υποσυστήματα βάσει των λειτουργιών του, τα οποία όμως αναφέρονται στην ίδια γεωβάση δεδομένων. Αυτά είναι το βασικό σύστημα, το σύστημα διαχείρισης και το σύστημα σχεδιασμού. Κάθε ένα από τα τρία αυτά υποσυστήματα αναφέρεται σε διαφορετικές συνιστώσες του Γ.Σ.Π.



Διάγραμμα 3.1 : Υποσυστήματα ενός ΓΣΠ που αφορά δίκτυα ύδρευσης

Βασικό σύστημα

Το βασικό σύστημα αφορά την υπάρχουσα κατάσταση σε ένα δίκτυο ύδρευσης. Αποθηκεύονται στην γεωβάση οι πληροφορίες του δικτύου με σκοπό να αποδοθούν οι λεπτομέρειες κατασκευής του. Αυτές οι πληροφορίες μπορεί να αφορούν από τη γεωμετρία και την κατασκευή του δικτύου ύδρευσης μέχρι και τα υδραυλικά μεγέθη του (πίεση και κατανάλωση). Τα υδραυλικά μεγέθη που εισάγονται μπορεί να είναι θεωρητικά ή/και να προέρχονται από μετρήσεις στο δίκτυο. Ακόμα το βασικό σύστημα ασχολείται με τους συνδρομητές και διάφορα στατιστικά μεγέθη όπως οι καταναλώσεις νερού (π.χ. χωρισμός του δικτύου σε ζώνες κατανάλωσης ύδατος, ανάλογα με την πυκνότητα του πληθυσμού).

Για το βασικό σύστημα η γεωβάση δεδομένων αποτελείται τόσο από στοιχεία του δικτύου (όπως είναι οι σωλήνες, οι κόμβοι, οι δεξαμενές, οι δικλείδες κ.α.), όσο και από στοιχεία του γενικότερου περιβάλλοντος (όπως είναι τα οικοδομικά τετράγωνα, οι δρόμοι, οι συνδρομητές του δικτύου κ.α.). Εκτός από τις προηγούμενες χωρικές πληροφορίες αποθηκεύονται και τα δεδομένα για το δίκτυο όπως πιέσεις, καταναλώσεις, ημερομηνίες κ.α. Αυτά τα περιγραφικά δεδομένα συνήθως δεν έχουν χωρική υπόσταση και στην ουσία εκφράζονται μέσω πινάκων. Αυτοί οι πίνακες μπορούν να επεξεργαστούν από οποιοδήποτε πρόγραμμα επεξεργασίας βάσης δεδομένων. Η συνεχής ενημέρωση της γεωβάσης είναι απαραίτητη καθώς ότι αλλαγές πραγματοποιηθούν στο δίκτυο πρέπει να υπάρχουν και να φαίνονται. Επίσης το βασικό σύστημα ασχολείται και με όλες τις παραμέτρους των συνδρομητών όπως είναι οι λογαριασμοί τους, οι ημερομηνίες εγγραφής, αν είναι ιδιώτες ή εταιρίες κ.α. Το βασικό σύστημα αναπαράγει διαγράμματα και χάρτες των παραπάνω λειτουργιών

του αλλά κρατάει και ιστορικό αρχείο του δικτύου (π.χ. ημερομηνίες εγκατάστασης των αγωγών).

Σύστημα διαχείρισης

Το σύστημα διαχείρισης του δικτύου αφορά την συντήρηση του καθώς και τη στρατηγική λειτουργίας του. Τα επιπρόσθετα δεδομένα που χρειάζονται για αυτή τη λειτουργία του Γ.Σ.Π. είναι οι περιοχές του δικτύου που σκοπεύεται να συντηρηθούν, τα δεδομένα διαχείρισης όπως είναι η ανάλυση κόστους, καθώς τα δεδομένα κατασκευής σε επίπεδο διαχείρισης (π.χ. κόστους κατασκευής του υπάρχοντος δικτύου).

Το σύστημα διαχείρισης του δικτύου δεν ασχολείται με τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά αλλά είναι υπεύθυνο τόσο για την εισαγωγή των νέων συνδρομητών, όσο και για τυχόν αλλαγές που μπορεί να πραγματοποιηθούν στο δίκτυο κατά τη διάρκεια της συντήρησης του ή αλλαγές στις ζητήσεις ύδατος που μπορεί να προκύψουν από την ανάλυση καινούριων δεδομένων. Αυτές οι αλλαγές δεν επηρεάζουν την γεωμετρία του δικτύου και συνήθως δεν χρειάζεται να επαναπροσδιοριστεί το δίκτυο ύδρευσης. Οι πίνακες δεδομένων που αφορούν την συντήρηση δεν βρίσκονται σε ξεχωριστή γεωβάση δεδομένων, αλλά συνήθως περιλαμβάνονται μέσα στη γεωβάση δεδομένων που δημιουργείται από το βασικό σύστημα. Η ενημέρωση και η ενδεχόμενη ανανέωση του δικτύου πραγματοποιείται αφού έχει προηγηθεί η τελική συμβατότητα της διαδικασίας συντήρησης με το υπάρχον δίκτυο διανομής νερού. Για να επιτευχθούν αυτές οι αλλαγές πρέπει να γίνει επίλυση του δικτύου από την αρχή, μέσω ενός πακέτου επίλυσης δικτύου, το οποίο μπορεί να είναι ξεχωριστή εφαρμογή παρέχοντας νέες τιμές καταναλώσεων και πιέσεων ή μπορεί να υπάρξει δυνατότητα αλληλεπίδρασης του πακέτου και του Γ.Σ.Π.

Επίσης το σύστημα διαχείρισης ασχολείται και με του τρόπους με τους οποίους διανέμεται το νερό μέσω των σωλήνων καθώς και μετά ποια τμήματα του δικτύου θα πρέπει να απομονωθούν κατά τη διαδικασία της συντήρησης του. Οι πληροφορίες που εξάγονται από το σύστημα διαχείρισης είναι πολλές και ιδιαίτερες χρήσιμες. Καταχωρούνται οι ιδιότητες του δικτύου και μπορούν να εξαχθούν διαγράμματα και χάρτες που μας δίνουν την εικόνα των πιέσεων στο δίκτυο κατά τη διάρκεια διαφορετικών χρονικών περιόδων, τους υδρομετρητές και την χωροθέτησή τους, τις γεωγραφικές ζώνες της περιοχής και το πώς επηρεάζονται από τον τρόπο λειτουργίας του δικτύου. Όλα αυτές οι πληροφορίες δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες του Γ.Σ.Π. να κατανοήσουν τη λειτουργία και την κατάσταση του δικτύου ύδρευσης και να επιλέξουν στρατηγικές λειτουργίας και διαχείρισης βασισμένες στην ευκολία παρουσίασης των δεδομένων μέσω του Γ.Σ.Π.

Σύστημα σχεδιασμού

Το σύστημα σχεδιασμού αφορά την επέκταση του υπάρχοντος δικτύου με σκοπό την εξυπηρέτηση νέων περιοχών σε ένα αστικό περιβάλλον. Για την επίτευξη αυτού του στόχου τα δεδομένα που αφορούν την επέκταση του δικτύου σε μία περιοχή, τα τοπογραφικά στοιχεία αυτής της περιοχής καθώς και δεδομένα που έχουν να κάνουν

με τα στατιστικά στοιχεία του πληθυσμού, συνδυάζονται και αναλύονται στο Γ.Σ.Π. και οδηγούν σε μία ορθολογική επιλογή για την επέκταση του δικτύου ύδρευσης. Είναι προφανές ότι το καινούριο δίκτυο αποθηκεύεται σε διαφορετική γεωβάση δεδομένων με σκοπό την σύγκριση υπάρχοντος - μελλοντικού δικτύου ύδρευσης καθώς και για την δυνατότητα δημιουργίας διαφορετικών σεναρίων επέκτασης, χωρίς να επηρεάζονται τα δεδομένα του υπάρχοντος δικτύου.

Τα δεδομένα που χρειάζονται για να καλυφθούν νέες περιοχές από το δίκτυο διανομής νερού όπως είναι το σχέδιο πόλης και τα οικοδομικά τετράγωνα ή οποιαδήποτε άλλη τοπογραφική πληροφορία της περιοχής που εξετάζεται, βρίσκονται στη γεωβάση που δημιουργείται από το βασικό σύστημα. Η καινούρια γεωβάση δεδομένων που περιλαμβάνει τις επεμβάσεις για την επέκταση του δικτύου αποθηκεύεται ξεχωριστά. Στη συνέχεια αναλύεται και αξιολογείται από το σύστημα διαχείρισης του ΓΣΠ και αν αποφασιστεί η επέκταση, αυτή μεταφέρετε από την πραγματικότητα στο ΓΣΠ από το βασικό σύστημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΣΕ ΕΝΑ ΓΣΠ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα διάφορα στοιχεία ενός δικτύου ύδρευσης όπως προαναφέραμε μπορούν να εισαχθούν σε ένα ΓΣΠ με την χωρική τους υπόσταση (σημεία, γραμμές, πολύγωνα) αλλά και με τις περιγραφικές πληροφορίες που τα αφορούν (π.χ. πιέσεις των κόμβων). Τα στοιχεία που αφορούν ένα δίκτυο ύδρευσης καθώς και ο τρόπος εισαγωγής τους σε ένα ΓΣΠ ακολουθούν παρακάτω.

4.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

4.2.1 ΑΓΩΓΟΙ

Μέσω των αγωγών επιτυγχάνεται η μεταφορά του νερού μεταξύ των κόμβων ενός δικτύου ύδρευσης. Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα ύδρευσης είναι αγωγοί εμπορίου με προκαθορισμένες προδιαγραφές, και μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις μεγάλων έργων κατασκευάζονται αγωγοί κατά παραγγελία. Οι αγωγοί του εμπορίου διαχωρίζονται ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους και την κλάση (ή ονομαστική πίεση) τους, δηλαδή τη μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση στην οποία μπορούν να υποβληθούν με ασφάλεια (για όλα τα υλικά, η μικρότερη επιτρεπτή κλάση αγωγών είναι 10 atm). Στα δίκτυα ύδρευσης στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι τύποι αγωγών :

- Πλαστικοί σωλήνες από πολυβινυλοχλωρίδιο (**PVC**) : Ελαφρύ και εύκαμπτο υλικό, η πλέον οικονομική επιλογή για αγωγούς μικρής διαμέτρου (< 400 mm) και ονομαστικής πίεσης έως 16 atm. Παράγονται συνήθως σε 6μετρα τεμάχια.
- Πλαστικοί σωλήνες από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (πολυαιθυλενίου 3ης γενιάς), (**HDPE**) : Εξαιρετικά ελαφροί και εύκαμπτοι, αντικαθιστούν σταδιακά τους αγωγούς από PVC. 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 (**X/Σ**) : Δαπανηροί, επιλέγονται για διαμέτρους > 1000 mm.
- Αμιαντοσιμεντοσωλήνες (**A/Σ**): Στο παρελθόν έχουν χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα, αλλά σήμερα έχει περιοριστεί η χρήση τους, καθώς έχουν εκφραστεί φόβοι για αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

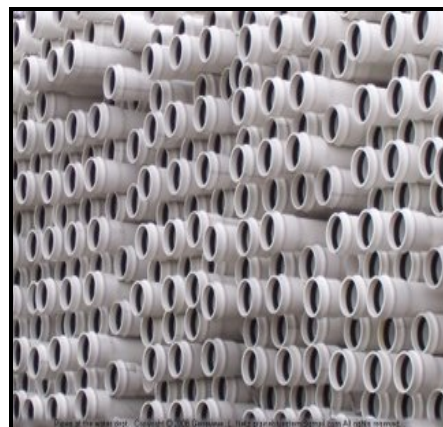
Η σύνδεση των σωλήνων γίνεται μέσω ειδικών τεμαχίων (σύστημα μούφας και ελαστικού δακτυλίου ή απλής μούφας με συγκόλληση) που παράγονται από το ίδιο υλικό ή χυτοσίδηρο. Για τους υδραυλικούς υπολογισμούς οι συνδέσεις των σωλήνων

θεωρούνται σαν μέρη του σωλήνα και δεν γίνεται κάποιος ξεχωριστός υπολογισμός για αυτούς.

Όσον 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 δύο κόμβους που προαναφέραμε.



Εικόνα 4.1



Εικόνα 4.2

Εικόνες 4.1 & 4.2 : Σωλήνες που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα ύδρευσης (HDPE και PVC αντίστοιχα)

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

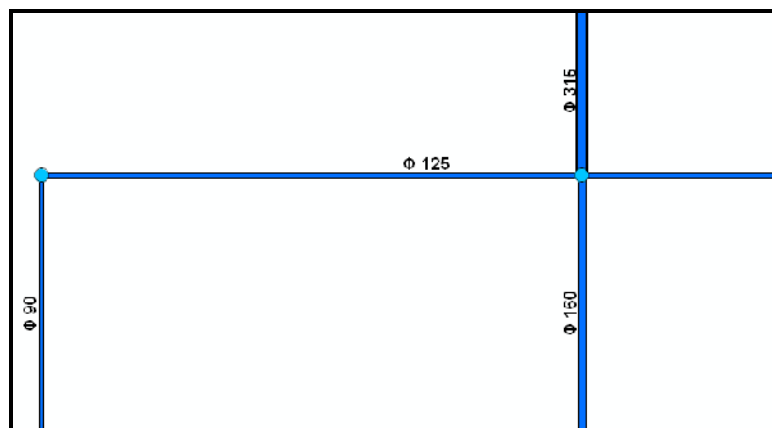
Πίνακας 4.1 : Διάμετροι και κλάσεις αγωγών πολυαιθυλενίου 3^{ης} γενιάς (HDPE)

Σε ένα ΓΣΠ οι αγωγοί απεικονίζονται ως χωρικές οντότητες και μπορούν να παρουσιάζουν διάφορα οπτικά χαρακτηριστικά (π.χ. αγωγοί με μεγαλύτερη διάμετρο απεικονίζονται παχύτεροι από αυτούς με μικρότερη διάμετρο). Βέβαια εκτός από τη χωρική τους υπόσταση απαραίτητα είναι και τα περιγραφικά χαρακτηριστικά. Για κάθε κλάδο μπορούμε να εισάγουμε τα παρακάτω περιγραφικά χαρακτηριστικά.

Χαρακτηριστικά αγωγών	Μορφή	Τιμές	Περιγραφή
Αρίθμηση αγωγών	Αριθμός/Κείμενο	Οποιαδήποτε τιμή	Εισάγεται η ονομασία του αγωγού όπως αυτή είναι στην πραγματικότητα
Ονομαστική διάμετρος	Αριθμός/Κείμενο	Ανάλογα με την τυποποίηση του κατασκευαστή	Η εξωτερική διάμετρος του αγωγού του δικτύου ύδρευσης π.χ. Φ63
Εσωτερική διάμετρος	Αριθμός	Ανάλογα με την τυποποίηση του κατασκευαστή	Η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα εκφρασμένη σε mm π.χ. 57
Κόμβος εισόδου	Αριθμός/Κείμενο	Οποιαδήποτε τιμή	Η ονομασία του κόμβου εισόδου, του κόμβου δηλαδή από τον οποίο εισέρχεται το νερό στο σωλήνα
Υψόμετρο εισόδου	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Το πραγματικό υψόμετρο του κόμβου εισόδου
Κόμβος εξόδου	Αριθμός/Κείμενο	Οποιαδήποτε τιμή	Η ονομασία του κόμβου εξόδου, του κόμβου δηλαδή από τον οποίο εξέρχεται το νερό στο σωλήνα
Υψόμετρο εξόδου	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Το πραγματικό υψόμετρο του κόμβου εξόδου
Κλίση αγωγού	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η κλίση του αγωγού που υπολογίζεται από το μήκος του και τα υψόμετρα των κόμβων εισόδου και εξόδου του νερού
Τραχύτητα	Αριθμός	Ανάλογα με το υλικό και την ηλικία του αγωγού	Ο συντελεστής τραχύτητας που εκφράζει τη δυσκολία κίνησης του νερού στον αγωγό.
Ημερομηνία εγκατάστασης	Ημερομηνία	Οποιαδήποτε τιμή	Η ημερομηνία κατά την οποία εγκαταστάθηκε ο αγωγός

Βάθος εκσκαφής	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Το βάθος που βρίσκεται ο αγωγός από την επιφάνεια εκφρασμένο σε m
Ιστορικό βλαβών	Κείμενο	Οποιαδήποτε τιμή	Περιγραφή των προηγούμενων βλαβών του αγωγού (π.χ. θραύση) ημερομηνία και τρόπος επισκευής
Τετμημένη X	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τετμημένη X του κέντρου του αγωγού εκφρασμένη σε m, σε ορισμένο σύστημα συντεταγμένων
Τεταγμένη Y	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τεταγμένη Y του κέντρου του αγωγού εκφρασμένη σε m, σε ορισμένο σύστημα συντεταγμένων
Μήκος	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Το πραγματικό μήκος του αγωγού εκφρασμένο σε m
Υλικό κατασκευής	Κείμενο	PVC, HDPE, Α/Σ, Χ/Σ	Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο αγωγός

Πίνακας 4.2 : Πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών των αγωγών που εισάγεται σε ένα ΓΣΠ



Σχήμα 4.1 : Απεικόνιση μέσω ΓΣΠ αγωγών ανάλογα με τη διάμετρό τους

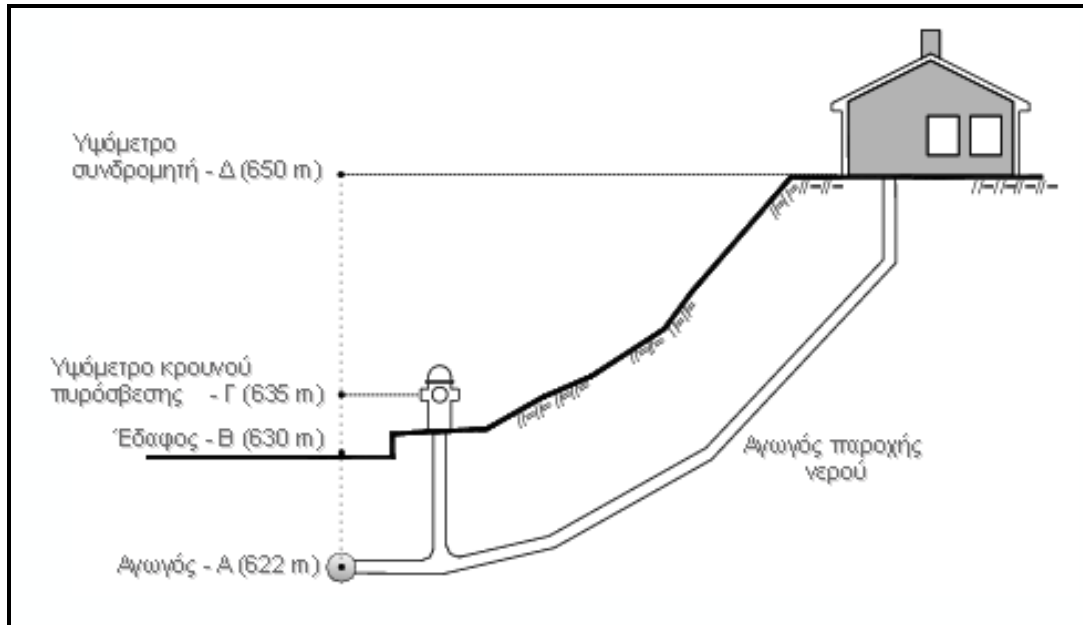
4.2.2 ΚΟΜΒΟΙ

Με τον όρο κόμβοι ενός δικτύου ύδρευσης εννοούμε τα σημεία στα οποία δύο ή περισσότεροι αγωγοί ενώνονται. Ωστόσο οι κόμβοι μπορεί να μην χωροθετούνται μόνο σε διασταυρώσεις αγωγών, αλλά μπορεί να εμφανιστούν και στο τέλος κάποιου αγωγού (γνωστοί και ως τυφλοί κόμβοι), ενώ στην ουσία αποτελούν σημεία προσφοράς ή ζήτησης νερού, ή μεταβολής των χαρακτηριστικών των αγωγών. Οι κόμβοι είναι τα μοναδικά σημεία του δικτύου όπου είναι επιτρεπτό, από μαθηματική άποψη, να πραγματοποιηθούν αλλαγές στην διάμετρο, την τραχύτητα ή την παροχή. Τυπικά δεν συνδέονται άμεσα με τα πραγματικά στοιχεία ενός δικτύου διανομής νερού, αφού οι σωλήνες ενώνονται μεταξύ τους με ειδικά τεμάχια, ενώ οι ανάγκες νερού από τους συνδρομητές του δικτύου καλύπτονται με απευθείας συνδέσεις πάνω στους αγωγούς. Ωστόσο από μαθητική άποψη οι κόμβοι είναι απαραίτητοι για την εύκολη και σωστή επίλυση ενός δικτύου ύδρευσης. Γενικότερα οι κόμβοι θα πρέπει να τοποθετούνται :

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

Σε ορισμένες περιπτώσεις, συστήνεται η τοποθέτηση κόμβων σε σημεία όπου είναι επιθυμητός, κατά την κρίση του μελετητή, ο αυτόματος έλεγχος πιέσεων κατά την επίλυση του μοντέλου (σε πολύ υψηλά ή πολύ χαμηλά σημεία του δικτύου), ενώ ειδικοί καταναλωτές και κρουνοί που βρίσκονται σχετικά κοντά σε κόμβους άλλης αιτιολογίας είναι δυνατόν να αναχθούν σε αυτούς (για μείωση υπολογιστικού φόρτου). Η τοποθέτηση κόμβων είναι δυνατόν να υπαγορεύεται για λόγους ευστάθειας του αριθμητικού σχήματος επίλυσης.

Γενικά, το μοναδικό φυσικό χαρακτηριστικό που έχει ένας κόμβος, είναι το υψόμετρό του. Αυτό το χαρακτηριστικό μπορεί να φαίνεται εύκολο στον προσδιορισμό του, όμως κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει συχνά αφού αρχικά είναι απαραίτητο να γίνουν κάποιες διευκρινίσεις. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται μία τυπική περίπτωση κόμβου σε ένα δίκτυο.



Σχήμα 4.2 : Επιλογή υψόμετρου κόμβου

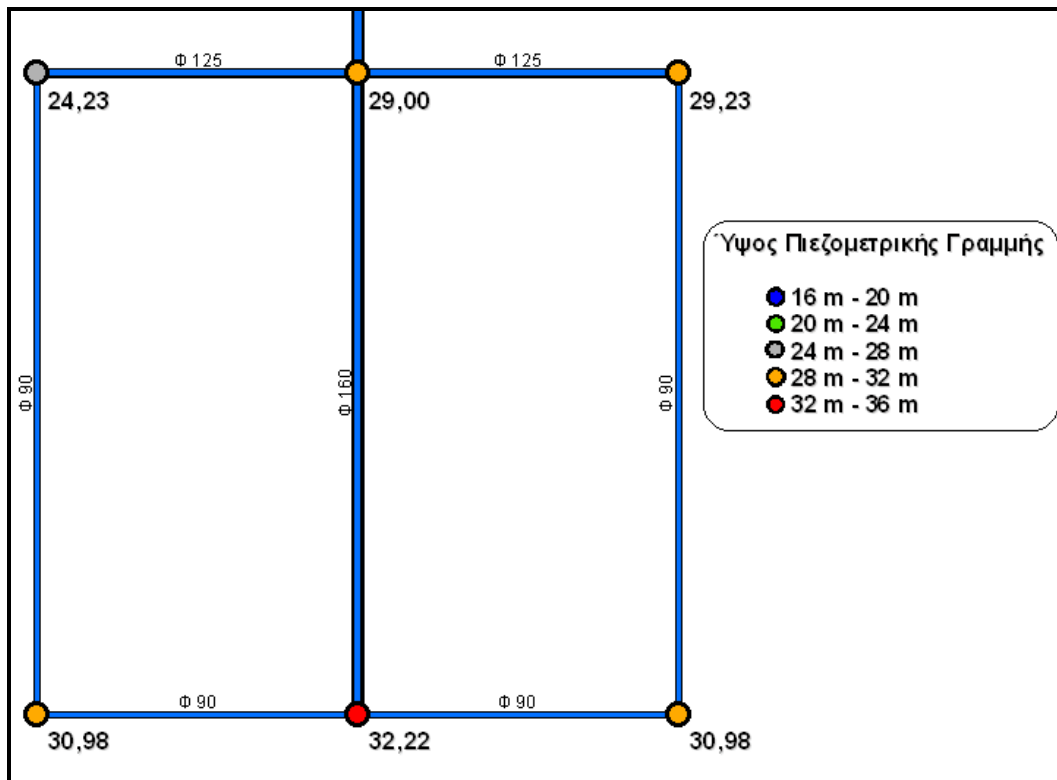
Στο σχήμα παρατηρούμε ότι υπάρχουν τουλάχιστον τέσσερα διαφορετικά υψόμετρα τα οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σαν υψόμετρο κόμβου. Κατ'αρχήν μπορούμε να επιλέξουμε το σημείο Α που είναι το κέντρο του αγωγού. Εναλλακτικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το υψόμετρο του σημείου Β ή του σημείο Γ (κρουνός πυρόσβεσης) σαν υψόμετρο κόμβου, που βρίσκονται στο έδαφος και πάνω από το σημείο Α. Σαν χειρίστη περίπτωση μπορούμε να επιλέξουμε το σημείο Δ που είναι το σημείο κατανάλωσης νερού και έχει το υψηλότερο υψόμετρο. Κάθε μία από τις παραπάνω επιλογές έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Σε κάθε περίπτωση εξετάζοντας την κατάσταση που μας απασχολεί κάνουμε την καταλληλότερη επιλογή υψόμετρου.

Τα υψόμετρα των κέντρων των αγωγών είναι χρήσιμα σε περιπτώσεις που μελετάμε διαρροές σωλήνων. Τα υψόμετρα εδάφους είναι πιο εύκολα στη συλλογή τους και συμπίπτουν με δεδομένα που μπορεί να έχουμε από υψομετρικούς χάρτες. Τα υψόμετρα αυτά χρησιμοποιούνται αρκετά σε περιπτώσεις δικτύων διανομής νερού. Όμως σε περιπτώσεις που οι καταναλωτές που βρίσκονται κοντά στον κόμβο και παρουσιάζουν μεγάλη υψομετρική διαφορά μεταξύ τους ίσως είναι προτιμότερο να χρησιμοποιήσουμε το υψόμετρο του συνδρομητή σαν υψόμετρο κόμβου, γιατί υπάρχει περίπτωση να υπολογίζονται οι αποδεκτές πιέσεις του καταναλωτή λανθασμένα.

Η απεικόνιση των κόμβων σε ένα ΓΣΠ γίνεται με σημειακές οντότητες, οι οποίες μπορούν να διαφοροποιούνται σε σχήμα, μέγεθος ή χρώμα με βάση κάποιο χαρακτηριστικό των κόμβων του δικτύου ύδρευσης (π.χ. ύψος πιεζομετρικής γραμμής). Για κάθε κόμβο μπορούμε να εισάγουμε σε ένα ΓΣΠ τα παρακάτω περιγραφικά χαρακτηριστικά :

Χαρακτηριστικά κόμβων	Μορφή	Τιμές	Περιγραφή
Αρίθμηση κόμβων	Αριθμός/Κείμενο	Οποιαδήποτε τιμή	Εισάγεται η ονομασία του κόμβου όπως αυτή είναι στην πραγματικότητα
Τετμημένη X	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τετμημένη X του κόμβου εκφρασμένη σε m, σε ορισμένο σύστημα συντεταγμένων
Τεταγμένη Y	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τεταγμένη Y του κόμβου εκφρασμένη σε m, σε ορισμένο σύστημα συντεταγμένων
Υψόμετρο κόμβου	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Το υψόμετρο του κόμβου (όπως χρησιμοποιείται στο δίκτυο ύδρευσης, εκφρασμένο σε m, σε ορισμένο υψομετρικό σύστημα αναφοράς)
Ύψος πίεσης	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Το ύψος πίεσης πάνω από το υψόμετρο του κόμβου εκφρασμένο σε m
Ύψος πιεζομετρικής γραμμής	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Το υψόμετρο του κόμβου συν το ύψος πίεσης του κόμβου εκφρασμένο σε m

Πίνακας 4.3 : Πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών των κόμβων που εισάγεται σε ένα ΓΣΠ



Σχήμα 4.3 : Απεικόνιση κόμβων ανάλογα με το ύψος πιεζομετρικής γραμμής

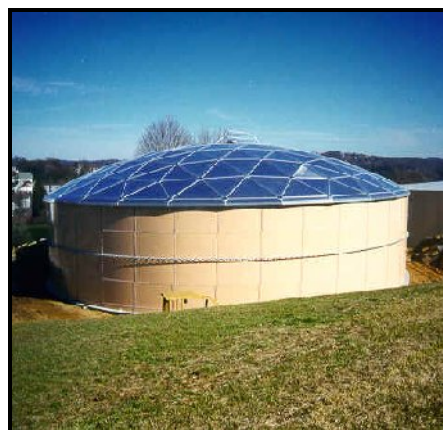
4.2.3 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Οι δεξαμενές αποθήκευσης νερού που χρησιμοποιούνται σε ένα δίκτυο ύδρευσης και χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς των υδραυλικών μεγεθών του είναι αυτές που περιέχονται στο εσωτερικό υδραγωγείο. Στην ουσία είναι αποθηκευτικοί χώροι νερού που μπορεί να είναι γεμάτες μέχρι μία μέγιστη στάθμη ή και τελείως άδειες. Μπορεί να είναι υπόγειες, επίγειες ή υπέργειες και τοποθετούνται συνήθως σε σημεία των οικισμών με μεγαλύτερο υψόμετρο από τα υψόμετρα των καταναλωτών. Οι δεξαμενές αυτές έχουν εκροή ύδατος προς το δίκτυο ύδρευσης και εν κατακλείδι του καταναλωτές, ενώ έχουν και εισροή ύδατος από την πηγή υδροληψίας. Αποτελούν δηλαδή δεξαμενές ρύθμισης, που ρυθμίζουν (σε 24ωρη βάση) τη σταθερή εισροή από τον αγωγό μεταφοράς νερού από την πηγή υδροληψίας, ώστε να ανταποκρίνεται στην κυμαινόμενη, ανάλογα με τις απαιτήσεις της κατανάλωσης, εκροή προς το δίκτυο διανομής. Γενικότερα οι δεξαμενές αποθήκευσης νερού μπορούν να διαχωριστούν ανάλογα με το υλικό κατασκευής (χάλυβας ή σκυρόδεμα), το σχήμα (κυλινδρικές, σφαιρικές, ορθογώνιες), τον τύπο τους (υπέργειες, υπόγειες, επίγειες) και τον κάτοχο τους (ιδιωτικές ή δημόσιες) (Walski, 2000).

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 m³) 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.



Εικόνα 4.3



Εικόνα 4.4

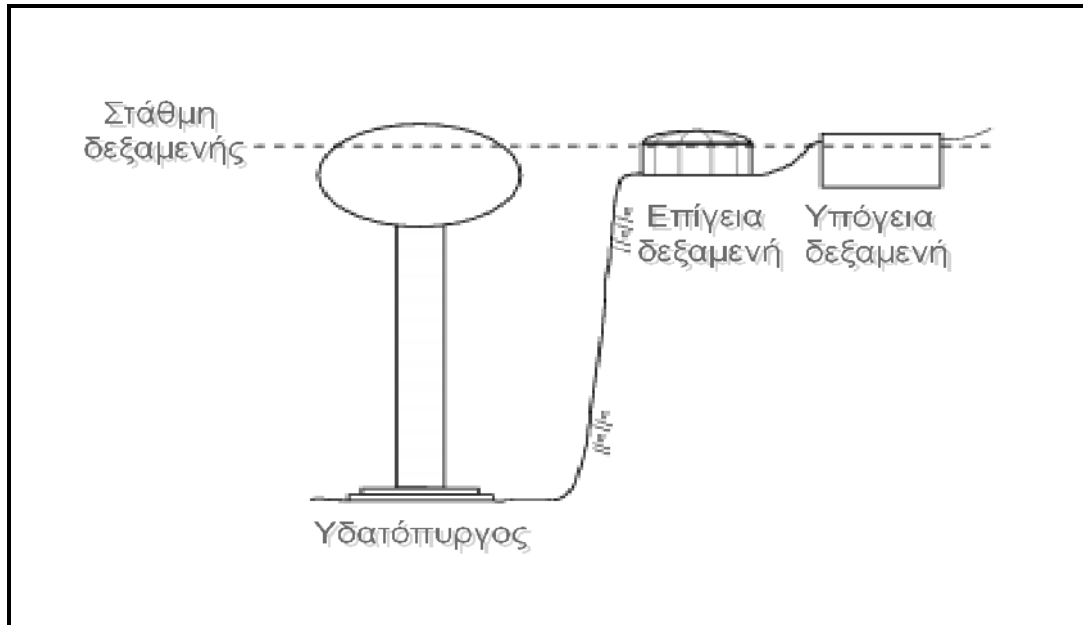
Εικόνες 4.3 & 4.4 : Δεξαμενές δικτύων ύδρευσης (υπόγεια και επίγεια αντίστοιχα)

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 m³), 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 4.5 : Υπέργεια δεξαμενή (υδατόπυργος)

Με βάση την τοπογραφία της υδρευόμενης περιοχής καθώς και τους πολεοδομικούς περιορισμούς (π.χ. διαθεσιμότητα χώρου), επιλέγεται ο κατάλληλος τύπος δεξαμενής, μεταξύ επίγειας, υπόγειας και υπέργειας. Κριτήριο για το υψόμετρο τοποθέτησης της δεξαμενής είναι η στατική πίεση του δικτύου. Σε κάθε σημείο του δικτύου η στατική πίεση δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 60 m (δηλαδή η διαφορά υψομέτρου της δεξαμενής και κάθε σημείου του δικτύου δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη των 60 m). Η τελική επιλογή της θέσης (υψόμετρο και απόσταση) της δεξαμενής ρύθμισης προκύπτει με βελτιστοποίηση του συνολικού κόστους επένδυσης των έργων του εξωτερικού και του εσωτερικού υδραγωγείου (κόστος αγωγών, αντλιών, συντήρησης μηχανολογικού εξοπλισμού, κλπ).

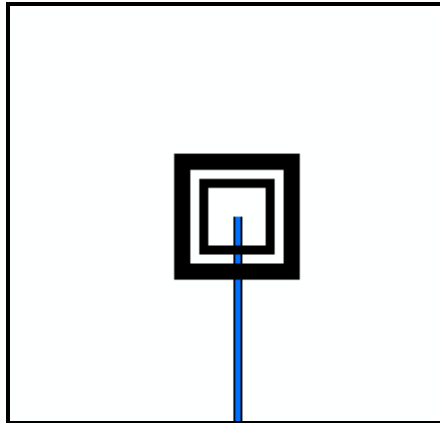


Σχήμα 4.4 : Στάθμη δεξαμενής ανάλογα με τον τύπο της

Οι δεξαμενές σε ένα ΓΣΠ απεικονίζονται ως σημειακές οντότητες. Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών καθώς και ο προτεινόμενος συμβολισμός των δεξαμενών ενός δικτύου ύδρευσης.

Χαρακτηριστικά δεξαμενών	Μορφή	Τιμές	Περιγραφή
Ταυτότητα δεξαμενής	Αριθμός/Κείμενο	Οποιαδήποτε τιμή	Εισάγεται η ονομασία της δεξαμενής όπως αυτή είναι στην πραγματικότητα
Τύπος δεξαμενής	Κείμενο	Επίγεια / υπόγεια / υπέργεια / άλλη	Εισάγεται ο τύπος της δεξαμενής
Τετμημένη X	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τετμημένη X της δεξαμενής εκφρασμένη σε m, σε ορισμένο σύστημα συντεταγμένων
Τεταγμένη Y	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τεταγμένη Y της δεξαμενής εκφρασμένη σε m, σε ορισμένο σύστημα συντεταγμένων
Υψόμετρο δεξαμενής	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Το υψόμετρο της στάθμης νερού της δεξαμενής (όπως χρησιμοποιείται στο δίκτυο ύδρευσης, εκφρασμένο σε m, σε ορισμένο υψομετρικό σύστημα αναφοράς)
Χωρητικότητα	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η χωρητικότητα νερού της δεξαμενής εκφρασμένη σε m^3

Πίνακας 4.4 : Πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών των δεξαμενών που εισάγεται σε ένα ΓΣΠ



Σχήμα 4.5 : Απεικόνιση επίγειας δεξαμενής μέσω ενός ΓΣΠ

4.2.4 ΕΙΔΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Σε ένα δίκτυο ύδρευσης τοποθετούνται ειδικές συσκευές (βαλβίδες) για να αντιμετωπιστούν διάφορα προβλήματα (π.χ. προβλήματα πίεσης ή προβλήματα ροής) που μπορεί να παρουσιαστούν κατά τη λειτουργία του. Οι βαλβίδες αυτές τοποθετούνται πάνω στους αγωγούς και ελέγχουν τη ροή του νερού μέσα σε έναν αγωγό ανάλογα με το αν είναι ανοικτές, κλειστές ή σε ενδιάμεση φάση. Γενικότερα οι βαλβίδες χωρίζονται σε πέντε γενικές κατηγορίες :

- Βαλβίδες απομόνωσης ροής
- Βαλβίδες αντεπιστροφής
- Βαλβίδες ελέγχου υψομέτρου
- Βαλβίδες εισαγωγής/εξαγωγής αέρα
- Βαλβίδες ελέγχου

Επίσης οι δικλείδες διαφοροποιούνται ως προς τον τρόπο χρήσης του σε χειροκίνητες και αυτόματες. Οι χειροκίνητες δικλείδες συνήθως χρησιμοποιούνται για να απομονώνουν τελείως κάποια μέρη του δικτύου, ενώ οι αυτόματες λειτουργούν από μόνες τους και περιορίζουν τη ροή του νερού ανάλογα με τις πιέσεις ή τα χαρακτηριστικά της ροής του νερού.

Βαλβίδες απομόνωσης ροής (δικλείδες)

Οι βαλβίδες απομόνωσης της ροής ή αλλιώς δικλείδες είναι ίσως οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες βαλβίδες στα δίκτυα ύδρευσης. Χρησιμοποιούνται στο να σταματούν τη ροή σε ένα σωλήνα από τη μία κατεύθυνση. Οι βαλβίδες αυτές λειτουργούν χειροκίνητα και συνήθως υπάρχει ένα συνεργείο ανθρώπων σε ένα δίκτυο ύδρευσης που είναι υπεύθυνο για να τις ανοίγει ή να τις κλείνει, ανάλογα με της ανάγκες του δικτύου. Η χρησιμότητα τους έγκειται στο ότι μπορούν να απομονώσουν τη ροή του νερού σε περίπτωση θραύσης αγωγού μειώνοντας έτσι τις απώλειες νερού σε σημαντικό βαθμό. Σε καλά σχεδιασμένα δίκτυα ύδρευσης οι δικλείδες αυτές τοποθετούνται σε όλες τις διακλαδώσεις, ώστε σε περίπτωση βλάβης να εξασφαλίζουν απομόνωση του υπόλοιπου δικτύου, επηρεάζοντας έτσι όσο τον δυνατόν λιγότερους συνδρομητές. Σε μερικά δίκτυα ύδρευσης μπορούν να

χρησιμοποιηθούν για να παρέχουν νερό σε διαφορετικές πιεζομετρικές ζώνες. Υπάρχουν διάφορες βαλβίδες απομόνωσης όπως είναι η συρταρωτή (συνηθέστερος τύπος), η τύπου «πεταλούδα» κ.α.



Εικόνα 4.6

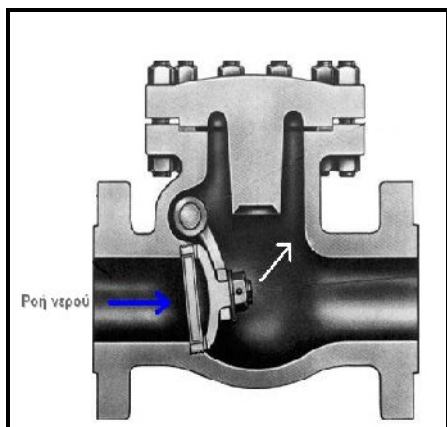


Εικόνα 4.7

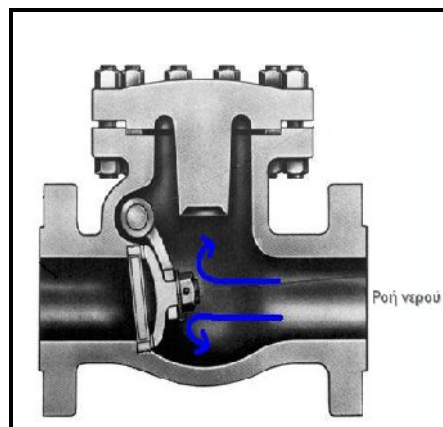
Εικόνες 4.6 & 4.7 : Δικλείδες δικτύων ύδρευσης (συρταρωτή και τύπου «πεταλούδα» αντίστοιχα)

Βαλβίδες αντεπιστροφής

Οι βαλβίδες αντεπιστροφής χρησιμοποιούνται για να εξασφαλιστεί ότι η ροή γίνεται μόνο προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση και εμποδίζουν τη ροή του νερού προς την αντίθετη κατεύθυνση. Αν από τη βαλβίδα περάσει νερό προς την αντίθετη κατεύθυνση τότε αυτή κλείνει και παραμένει κλειστή μέχρι να αποκατασταθεί η ροή προς τη σωστή κατεύθυνση. Η βαλβίδες αυτές χρησιμοποιούνται συχνά σε περιπτώσεις που υπάρχουν αντλίες νερού καθώς η αντίθετη ροή νερού στις αντλίες μπορεί να τις επιφέρει σοβαρές ζημιές.



Σχήμα 4.6

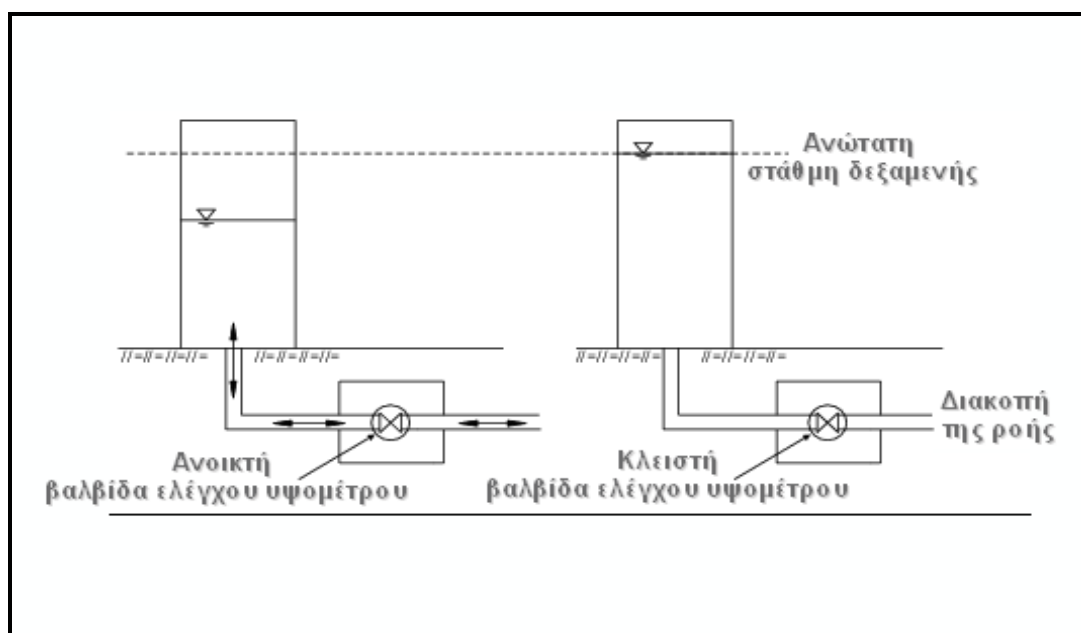


Σχήμα 4.7

Σχήματα 4.6 & 4.7 : Λειτουργία βαλβίδας αντεπιστροφής για κανονική (4.6) και για αντίθετη ροή νερού (4.7)

Βαλβίδες ελέγχου υψομέτρου

Μία βαλβίδα ελέγχου υψομέτρου τοποθετείται στον αγωγό που ενώνεται με δεξαμενή. Όταν η δεξαμενή γεμίσει μέχρι την ανώτατη στάθμη λειτουργίας της τότε η βαλβίδα αυτομάτως κλείνει, εμποδίζοντας τη ροή του νερού προς τη δεξαμενή. Όταν υπάρχει ροή από τη δεξαμενή στους αγωγούς, η βαλβίδα ανοίγει και επιτρέπει έτσι στην δεξαμενή να αδειάσει με σκοπό τη τροφοδοσία του δικτύου. Στη μοντελοποίηση των δικτύων ύδρευσης, με την εισαγωγή ανώτατης και κατώτατης στάθμης της δεξαμενής, υποθέτουμε πως η βαλβίδα ελέγχου υψομέτρου περιλαμβάνεται στην κατασκευή της. Αν όμως στην πραγματικότητα δεν υπάρχει τότε μπορεί να δημιουργηθεί πρόβλημα υπερχειλίσσης της δεξαμενής και αυτή η πιθανότητα θα πρέπει να εισαχθεί στο μοντέλο του δικτύου ύδρευσης.



Σχήμα 4.8 : Λειτουργία βαλβίδας ελέγχου υψομέτρου

Βαλβίδες εισαγωγής / εξαγωγής αέρα

Τα περισσότερα δίκτυα ύδρευσης διαθέτουν βαλβίδες εξαγωγής αέρα γνωστές και ως αερεξαγωγοί, έτσι ώστε να απελευθερώνεται ο αέρας που υπάρχει μέσα στους αγωγούς κατά τη διάρκεια λειτουργίας του δικτύου. Οι βαλβίδες εισαγωγής αέρα χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις, που μπορεί να παρουσιαστούν κενά αέρος μέσα στους αγωγούς και επιτρέπουν τον αέρα να εισέλθει στους αγωγούς ώστε να επιτευχθεί η γρήγορη αποσυμπίεση του δικτύου και να αντιμετωπιστούν τα διάφορα προβλήματα. Συνήθως αυτοί οι δύο τύποι βαλβίδων συνδυάζονται και λειτουργούν ανάλογα με τις ανάγκες του δικτύου ύδρευσης. Η τοποθέτησή τους γίνεται στα υψηλά σημεία του δικτύου (χαμηλές πιέσεις) καθώς σε αυτά τα σημεία παγιδεύεται ο αέρας, και σε αγωγούς με μεγάλες κλίσεις όπου είναι πιθανό να δημιουργηθούν κενά αέρος.



Εικόνα 4.8



Εικόνα 4.9

Εικόνες 4.8 & 4.9 : Βαλβίδα εισαγωγής / εξαγωγής αέρα (4.8) και αερεξαγωγός (4.9)

Βαλβίδες ελέγχου

Οι βαλβίδες ελέγχου είναι αυτόματες βαλβίδες που σκοπό έχουν να διατηρήσουν ή να αυξομειώσουν πιέσεις και ροές. Οι κυριότερες βαλβίδες ελέγχου είναι οι εξής :

- Βαλβίδες μείωσης πίεσης (Pressure Reducing Valve, PRV)

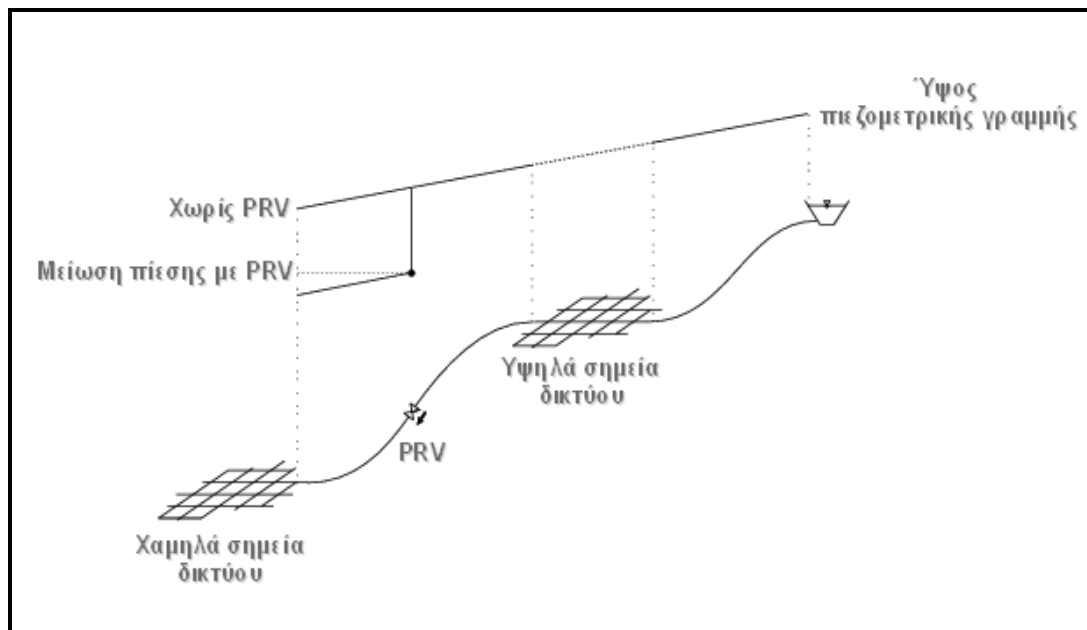
Οι βαλβίδες μείωσης πίεσης λειτουργούν αυτόματα και διατηρούν μία σταθερή πίεση εξόδου ανεξάρτητα από τις αυξομειώσεις τις πίεσης εισόδου. Χρησιμοποιούνται στα σημεία διαχωρισμού των πιεζομετριών ζωνών και όπου, γενικά, επιδιώκεται μείωση του ενεργειακού υψομέτρου. Αξίζει να σημειωθεί ότι μία βαλβίδα μείωσης της πίεσης μπορεί να λειτουργήσει με σκοπό τη πτώση της πίεσης εξόδου, τη διατήρηση της πίεσης εξόδου ή τη διακοπή της ροής του νερού.



Εικόνα 4.10 : Βαλβίδα μείωσης πίεσης

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται βαλβίδα μείωσης πίεσης σε ένα δίκτυο με μεγάλες αυξομειώσεις της πίεσης ή της παροχής τότε δημιουργούνται προβλήματα στη λειτουργία της βαλβίδας και απαιτείται, όπως συμβαίνει συχνά η εγκατάσταση περισσότερων από μία βαλβίδα τέτοιου τύπου. Η απουσία βαλβίδων μείωσης της

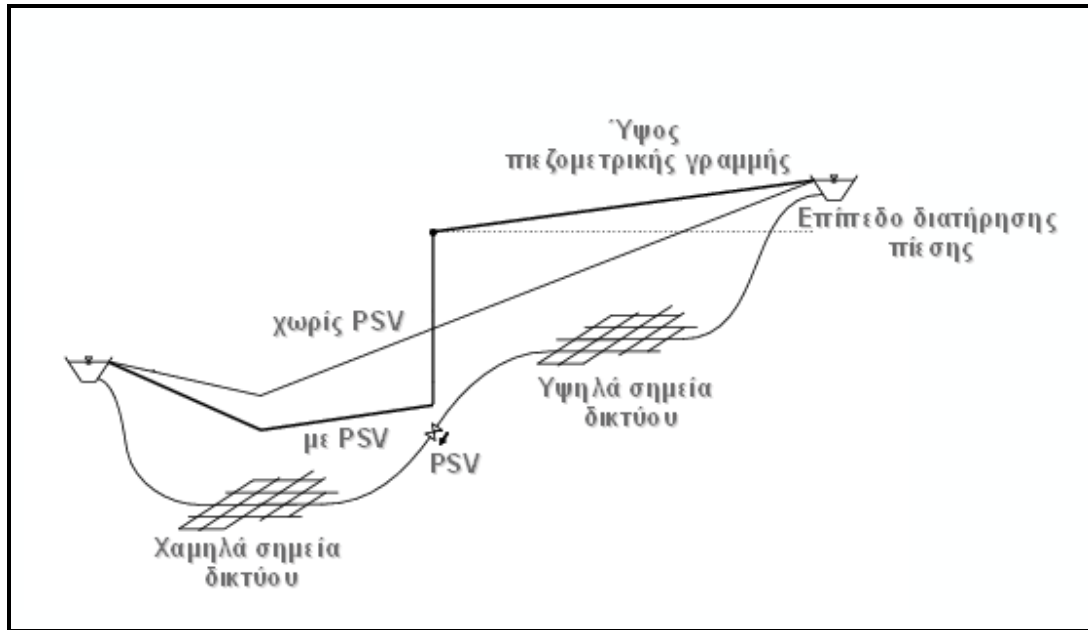
πίεσης μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα υψηλών πιέσεων σε ζώνες με χαμηλό υψόμετρο.



Σχήμα 4.9 : Λειτουργία βαλβίδας μείωσης πίεσης

- Βαλβίδες διατήρησης πίεσης (Pressure Sustaining Valve, PSV)

Οι βαλβίδες διατήρησης πίεσης χρησιμοποιούνται με σκοπό να εξασφαλίζεται μία σταθερή πίεση ανάντη (στην είσοδο της βαλβίδας) ανεξάρτητα με τις αυξομειώσεις της πίεσης που παρατηρούνται κατόντη της βαλβίδας. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για την περίπτωση που δεν έχουμε ικανοποιητικές πιέσεις στα υψηλά σημεία του δικτύου, χωρίς να έχουμε πρόβλημα στα χαμηλά σημεία του. Δηλαδή σε περίπτωση που η κατόντη ζώνη ενός δικτύου έχει μεγάλη ζήτηση, η βαλβίδα κλείνει ώστε να μην επιτρέπει την πτώση πίεσης ανάντη (στην ουσία διατηρώντας το σταθερό) και αναγκάζει την κατόντη ζώνη να τραβήξει από αλλού νερό.



Σχήμα 4.10 : Λειτουργία βαλβίδας διατήρησης πίεσης

- Βαλβίδες ελέγχου ροής (Flow Control Valve, FCV)

Οι βαλβίδες ελέγχου παροχής εξασφαλίζουν μία σταθερή παροχή κατάντη της δικλείδας. Αυτές οι βαλβίδες τοποθετούνται συνήθως σε σημεία δικτύου που θέλουμε να περιορίσουμε τις ταχύτητες στα αποδεκτά μεγέθη. Δεν εμποδίζουν τη διέλευση του νερού με μικρές ταχύτητες, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να περάσει από μια βαλβίδα νερό με μικρότερη ταχύτητα από αυτή που έχουμε θέσει, αλλά όχι μεγαλύτερη. Επίσης έχουν δυνατότητες να ελέγχουν την παροχή και να την αυξομειώνουν ανάλογα με τις διαφορετικές συνθήκες που μπορεί να επικρατούν στο δίκτυο ύδρευσης.



Εικόνα 4.11



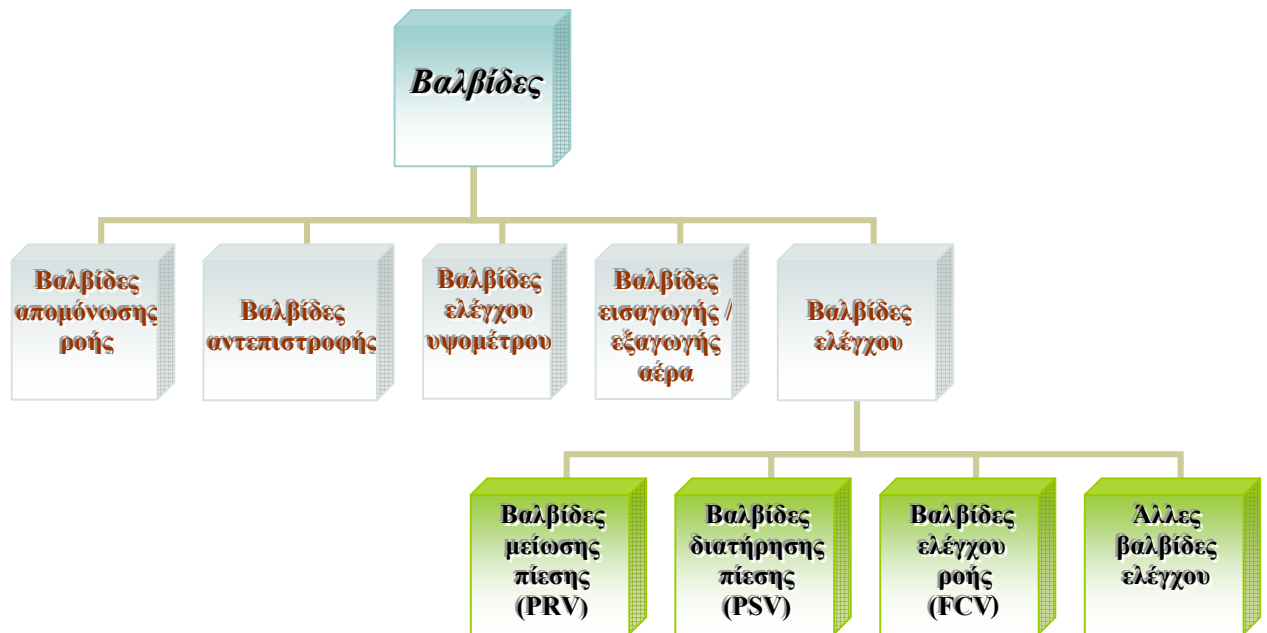
Εικόνα 4.12

Εικόνες 4.11 & 4.12 : Βαλβίδες ελέγχου ροής αναλογική (4.11) και αυτόματης ρύθμισης (4.12)

Οι βαλβίδες εκφράζονται ως σημειακά στοιχεία σε ένα δίκτυο ύδρευσης και ο συμβολισμός τους είναι ιδιαίτερης σημασίας ώστε να αποφεύγονται λάθη και να αναγνωρίζονται εύκολα οι διαφορετικοί τύποι βαλβίδων. Επίσης σημαντική είναι και η δημιουργία ενός αντιπροσωπευτικού πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών. Αξίζει να σημειωθεί ότι επειδή υπάρχουν διαφορετικού τύπου βαλβίδες ο πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών αλλάζει σε μερικά σημεία ανάλογα με τον τύπο τους.

Χαρακτηριστικά βαλβίδων	Μορφή	Τιμές	Περιγραφή
Ταυτότητα βαλβίδας	Αριθμός/Κείμενο	Οποιαδήποτε τιμή	Εισάγεται ο κωδικός τοποθέτησης της βαλβίδας όπως αυτή είναι στην πραγματικότητα
Τετμημένη X	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τετμημένη X της βαλβίδας εκφρασμένη σε m, σε ορισμένο σύστημα συντεταγμένων
Τεταγμένη Y	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τεταγμένη Y της βαλβίδας εκφρασμένη σε m, σε ορισμένο σύστημα συντεταγμένων
Υψόμετρο	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Το υψόμετρο της βαλβίδας εκφρασμένο σε m, σε ορισμένο υψομετρικό σύστημα αναφοράς
Τύπος βαλβίδας	Κείμενο	Ανάλογα με τον τύπο	Ο τύπος της βαλβίδας (π.χ. βαλβίδα αντεπιστροφής)
Ειδική ρύθμιση βαλβίδας	Αριθμός/Κείμενο	Οποιαδήποτε τιμή	Η χαρακτηριστική ρύθμιση της βαλβίδας (π.χ. η τιμή της πίεσης που διατηρεί σταθερή μία βαλβίδα διατήρησης πίεσης)
Κατάσταση της βαλβίδας	Κείμενο	Ανοικτή / Κλειστή / Ενδιάμεση φάση	Η κατάσταση ανάλογα και με τον τύπο της βαλβίδας (π.χ. ενδιάμεση κατάσταση για βαλβίδες ρύθμισης της παροχής)
Ημερομηνία εγκατάστασης	Ημερομηνία	Οποιαδήποτε τιμή	Η ημερομηνία κατά την οποία η βαλβίδα εγκαταστάθηκε

Πίνακας 4.5 : Πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών των βαλβίδων που εισάγεται σε ένα ΓΣΠ



Διάγραμμα 4.1 : Διάγραμμα βαλβίδων ανάλογα με τον τύπο τους

ΒΑΛΒΙΔΑ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ
Βαλβίδα απομόνωσης ροής (δικλείδα)	
Βαλβίδα αντεπιστροφής	
Βαλβίδα ελέγχου υψομέτρου	
Βαλβίδα εισαγωγής/εξαγωγής αέρα	
Βαλβίδα μείωσης πίεσης (PRV)	
Βαλβίδα διατήρησης πίεσης (PSV)	
Βαλβίδα ελέγχου ροής (FCV)	

Πίνακας 4.6 : Συμβολισμός βαλβίδων σε ένα ΓΣΠ

4.2.5 ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Αντλίες

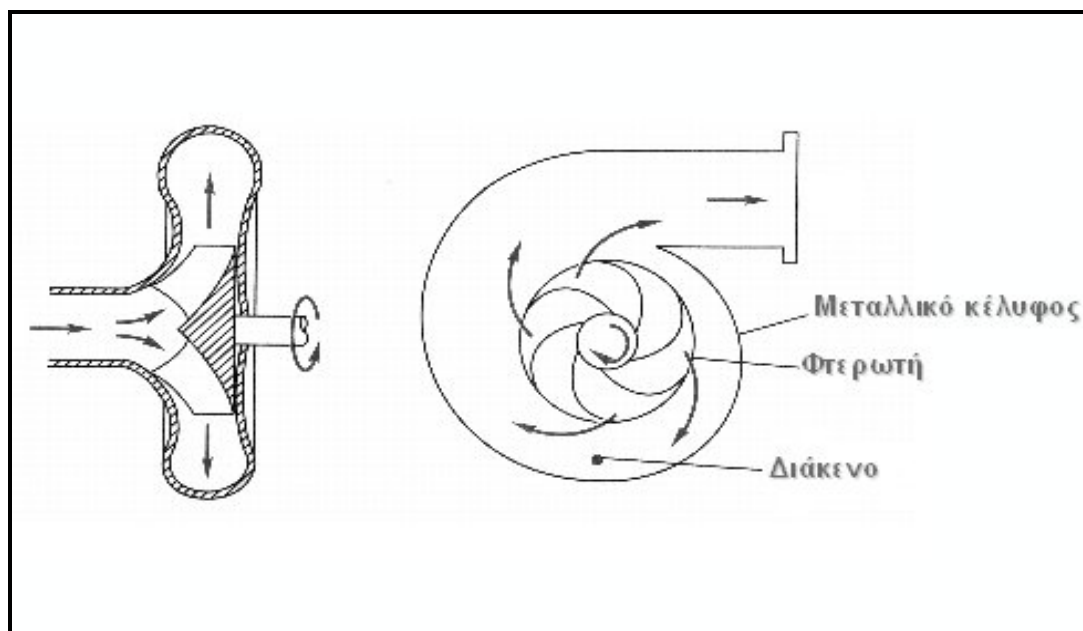
Η αντλία νερού είναι μία συσκευή που όταν τοποθετηθεί στο δίκτυο ύδρευσης αυξάνει τη πιεζομετρική γραμμή. Από τη στιγμή που η ροή του νερού σε ένα δίκτυο

ύδρευσης ρέει από τα υψηλά σημεία του στα χαμηλά, η τοποθέτηση των αντλιών αποσκοπεί στην αύξηση της πιεζομετρικής γραμμής, έτσι ώστε να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα λόγω της διαφοράς υψομέτρων.



Εικόνα 4.13 : Φυγόκεντρη αντλία

Ο συνηθέστερος τύπος αντλίας που χρησιμοποιείται στα δίκτυα ύδρευσης είναι η φυγόκεντρη αντλία. Αποτελείται από ένα δίσκο με πτερύγια (φτερωτή) που περιστρέφεται, και περιβάλλεται από ένα μεταλλικό κέλυφος. Όταν η φτερωτή περιστρέφεται ωθεί το νερό στο διάκενο που υπάρχει μεταξύ αυτής και του περιβλήματος, αναγκάζοντας το να κινηθεί προς το στόμιο του σωλήνα. Επειδή η κίνηση του νερού οφείλεται στην αναπτυσσόμενη φυγόκεντρη δύναμη, γι' αυτό αυτού του είδους οι αντλίες ονομάζονται φυγόκεντρες.

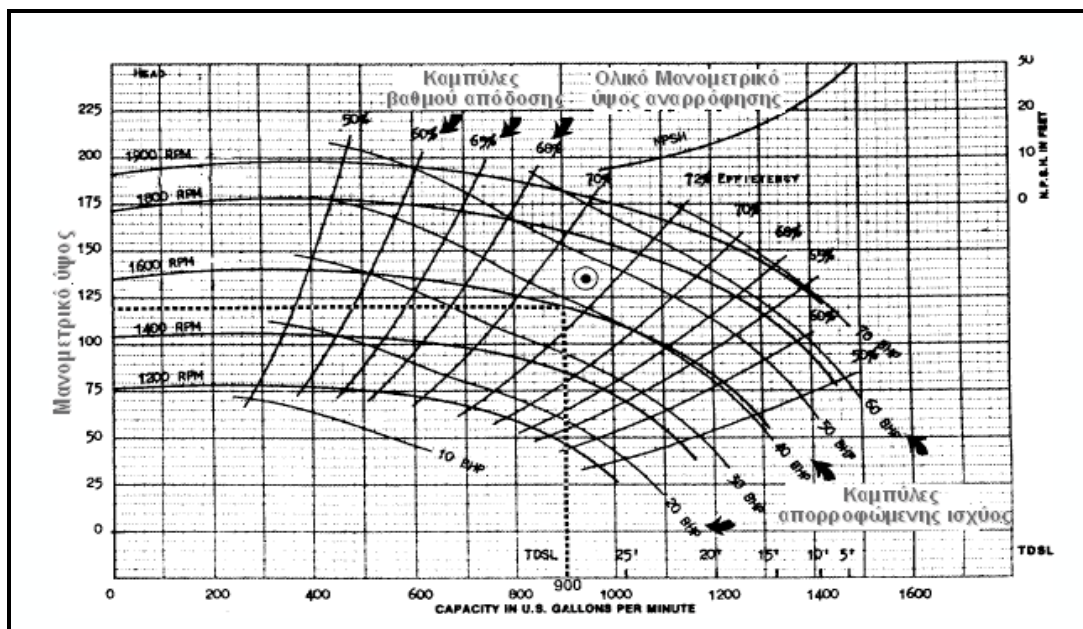


Σχήμα 4.11 : Λειτουργία και μέρη μίας φυγόκεντρος αντλίας

Υπάρχουν τέσσερις παράμετροι που περιγράφουν την απόδοση της αντλίας. Αυτοί είναι :

- Μανομετρικό ύψος (head) : το άθροισμα του γεωμετρικού ύψους (υψομετρική διαφορά από την επιφάνεια του νερού μέχρι το σημείο που φτάνει το νερό μετά την άντληση) και των συνολικών απωλειών που υφίσταται το νερό στη διαδρομή του, εκφρασμένο σε μονάδες μήκους (m).
- Βαθμός απόδοσης (efficiency) : ο λόγος της ισχύος που αποδίδει η αντλία προς την ισχύ που απορροφά, εκφρασμένο σε ποσοστό %.
- Απορροφώμενη ισχύς (brake horsepower) : η ισχύς που απορροφά η αντλία εκφρασμένη σε μονάδες ισχύος συνήθως σε kW.
- Ολικό μανομετρικό ύψος αναρρόφησης (net positive suction head, NPSH) : η διαφορά του πιεζομετρικού φορτίου στην είσοδο του νερού στην αντλία μείον το πιεζομετρικό φορτίο των υδρατμών, εκφρασμένο σε μονάδες μήκους (m).

Κάθε αντλία συνοδεύεται από τον κατασκευαστή της με καμπύλες που αφορούν τα τέσσερα προαναφερθέντα μεγέθη.



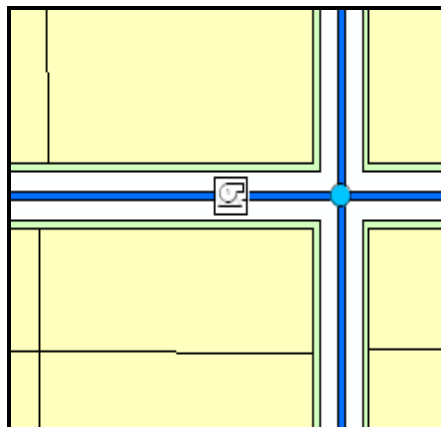
Σχήμα 4.12 : Χαρακτηριστική καμπύλη από τον κατασκευαστή αντλίας

Οι αντλίες εκφράζονται ως σημειακά στοιχεία σε ένα ΓΣΠ που αφορά ένα δίκτυο ύδρευσης. Ακολουθεί ο προτεινόμενος πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών μίας αντλίας ενός δικτύου.

Χαρακτηριστικά αντλιών	Μορφή	Τιμές	Περιγραφή
Κωδικός αντλίας	Αριθμός/Κείμενο	Οποιαδήποτε τιμή	Εισάγεται ο κωδικός της αντλίας όπως αυτή είναι στην πραγματικότητα
Τετμημένη X	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τετμημένη X της αντλίας εκφρασμένη σε m, σε ορισμένο σύστημα

			συντεταγμένων
Τεταγμένη Υ	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τεταγμένη Υ της αντλίας εκφρασμένη σε m, σε ορισμένο σύστημα συντεταγμένων
Υψόμετρο	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Το υψόμετρο της αντλίας εκφρασμένο σε m, σε ορισμένο υψομετρικό σύστημα αναφοράς
Χαρακτηριστικά της αντλίας	Κείμενο	Ανάλογα με τον τύπο	Σύνοψη των χαρακτηριστικών μεγεθών της αντλίας (μανομετρικό ύψος, βαθμός απόδοσης, απορροφώμενη ισχύς, ολικό μανομετρικό ύψος αναρρόφησης)
Ημερομηνία εγκατάστασης	Ημερομηνία	Οποιαδήποτε τιμή	Η ημερομηνία κατά την οποία η αντλία εγκαταστάθηκε και άρχισε να λειτουργεί

Πίνακας 4.7 : Πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών των αντλιών που εισάγεται σε ένα ΓΣΠ



Σχήμα 4.13 : Απεικόνιση αντλίας μέσω ενός ΓΣΠ

Κρουνοί πυρόσβεσης

Οι κρουνοί πυρόσβεσης τοποθετούνται σε διάφορα σημεία του δικτύου ύδρευσης μιας αστικής περιοχής για την αντιμετώπιση των πυρκαγιών. Σε περίπτωση που ξεσπάσει πυρκαγιά η παροχή πυρόσβεσης είναι αρκετά μεγάλη και επηρεάζει σημαντικά τη λειτουργία του δικτύου ύδρευσης. Γενικότερα η ποσότητα του νερού που χρειάζεται για να αντιμετωπιστεί μία πυρκαγιά εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι το μέγεθος της φλεγόμενης κατασκευής, το υλικό κατασκευής της, το πόσο εύφλεκτα είναι τα πράγματα που περιέχει καθώς και η γειτνίαση με άλλα κτίρια. Όσο πιο κοντά βρίσκονται τα κτίρια τόσο περισσότερη ποσότητα νερού χρειάζεται ώστε να αντιμετωπιστεί μια πυρκαγιά και να μην εξαπλωθεί ραγδαία. Στην

Ελλάδα συνήθως για κάθε αγωγό που διαθέτει κρουνοί πυρόσβεσης η παροχή λαμβάνεται ίση με 5 l/sec.



Εικόνα 4.14



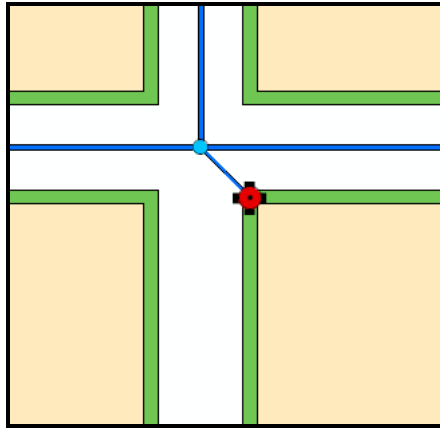
Εικόνα 4.15

Εικόνες 4.14 & 4.15 : Κρουνοί πυρόσβεσης

Η σημασία της ύπαρξης ακριβούς καταγραφής των πυροσβεστικών κρουनों σε ένα ΓΣΠ είναι τεράστια. Με τη καταγραφή τους επιτυγχάνεται γρήγορα και αποτελεσματικά ο τρόπος αντιμετώπισης μιας πυρκαγιάς από τα αρμόδια όργανα, καθώς μπορούν να γίνουν γρήγοροι υπολογισμοί για το ποιοι κρουνοί θα χρησιμοποιηθούν κατά το στάδιο της πυρόσβεσης. Οι κρουνοί πυρόσβεσης αποτελούν μία σημειακή χωρική οντότητα σε ένα ΓΣΠ, συνοδευόμενη από τον πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών.

Χαρακτηριστικά κρουनों πυρόσβεσης	Μορφή	Τιμές	Περιγραφή
Κωδικός κρουνού πυρόσβεσης	Αριθμός/Κείμενο	Οποιαδήποτε τιμή	Εισάγεται ο κωδικός του κρουνού όπως αυτή είναι στην πραγματικότητα
Τετμημένη X	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τετμημένη X του κρουνού εκφρασμένη σε m
Τεταγμένη Y	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τεταγμένη Y κρουνού εκφρασμένη σε m
Υψόμετρο κρουνού	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Το υψόμετρο του κρουνού, εκφρασμένο σε m, σε ορισμένο υψομετρικό σύστημα αναφοράς
Παροχή σχεδιασμού	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η παροχή σχεδιασμού του κρουνού εκφρασμένη σε l/sec
Ημερομηνία εγκατάστασης	Ημερομηνία	Οποιαδήποτε τιμή	Η ημερομηνία κατά την οποία ο κρουνούς πυρόσβεσης εγκαταστάθηκε

Πίνακας 4.8 : Πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών των κρουनों πυρόσβεσης που εισάγεται σε ένα ΓΣΠ



Σχήμα 4.14 : Απεικόνιση κρουνού πυρόσβεσης μέσω ενός ΓΣΠ

4.2.6 ΥΔΡΟΜΕΤΡΗΤΕΣ

Οι υδρομετρητές είναι συσκευές που μετρούν την παροχή νερού σε έναν σωλήνα. Τοποθετούνται σε κάθε κτίριο ή οικόπεδο που συνδέεται με ένα δίκτυο ύδρευσης και αποσκοπούν στο να μετράνε την κατανάλωση νερού των συνδρομητών του δικτύου σε συνεχή βάση. Υδρομετρητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλα σημεία ενός δικτύου ύδρευσης για να μετρηθούν παροχές (π.χ. στην έξοδο τις δεξαμενής, έτσι ώστε να μπορούμε να υπολογίσουμε το μη-κοστολογημένο νερό του δικτύου ύδρευσης), ενώ καταγράφουν τις μετρήσεις τους συνήθως σε κυβικά μέτρα (m³). Υπάρχουν αρκετοί τύποι υδρομέτρων που χρησιμοποιούνται ανάλογα με τις ακρίβειες μέτρησης που θέλουμε να επιτύχουμε, το είδος των καταναλωτών στους οποίους θα τοποθετηθούν μετρητές και ανάλογα με το κόστος αγοράς και τοποθέτησης (π.χ. υδρόμετρα όγκου ή ταχύτητας). Οι υδρομετρητές ενώνονται με τους αγωγούς τους δικτύου μέσω δευτερευόντων αγωγών διανομής.



Εικόνα 4.16



Εικόνα 4.17

Εικόνες 4.16 & 4.17 : Υδρομετρητές

Η εισαγωγή τους σε ένα ΓΣΠ είναι εύκολη αν γνωρίζουμε την θέση των υδρομετρητών σε ένα δίκτυο ύδρευσης. Αποτελούν ένα πολύ σημαντικό κομμάτι σε ένα ΓΣΠ δικτύου ύδρευσης αφού από τη θέση τους στον χώρο μπορούμε να υπολογίσουμε τις καταναλώσεις νερού στους αγωγούς ή στους κόμβους ενός δικτύου. Επίσης με την εισαγωγή των στοιχείων των καταναλωτών καθώς και των

καταναλώσεων τους δημιουργούμε στην ουσία μία βάση δεδομένων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο κομμάτι της διαχείρισης ενός δικτύου ύδρευσης και μάλιστα με αυτοματοποιημένες διαδικασίες. Ακολουθεί ένας προτεινόμενος πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών των μετρητών.

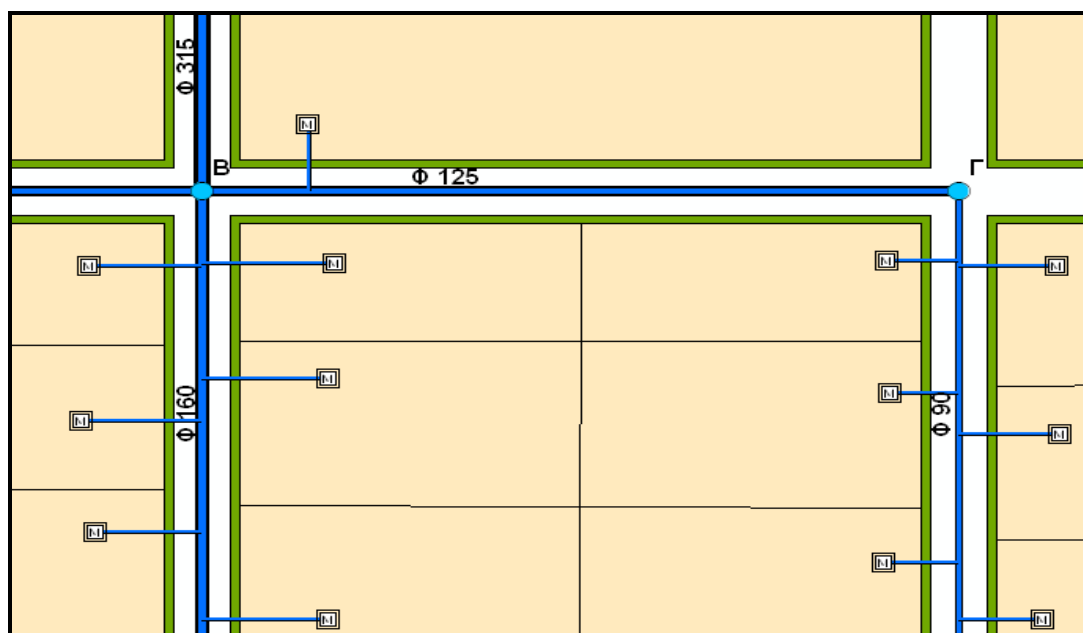
Χαρακτηριστικά υδρομετρητών	Μορφή	Τιμές	Περιγραφή
Κωδικός μετρητή	Αριθμός/Κείμενο	Οποιαδήποτε τιμή	Εισάγεται ο κωδικός του υδρομετρητή όπως αυτή είναι στην πραγματικότητα
Τετμημένη X	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τετμημένη X του μετρητή εκφρασμένη σε m, σε ορισμένο σύστημα συντεταγμένων
Τεταγμένη Y	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η τεταγμένη X του μετρητή εκφρασμένη σε m, σε ορισμένο σύστημα συντεταγμένων
Ημερομηνία εγκατάστασης	Ημερομηνία	Οποιαδήποτε τιμή	Η ημερομηνία κατά την οποία ο μετρητής εγκαταστάθηκε και άρχισε να καταγράφει την παροχή νερού.
Όνομα συνδρομητή	Όνομα	Οποιαδήποτε τιμή	Το όνομα στο οποίο είναι καταγεγραμμένη η παροχή νερού από το δίκτυο ύδρευσης
Τύπος παροχής	Κείμενο	Ιδιωτική/Κοινόχρηστη	Αν η παροχή συνδέεται κατευθείαν με το κτίριο (ιδιωτικός) ή αν είναι κοινόχρηστη (π.χ. περίπτωση πολυκατοικίας)
Ημερομηνία τελευταίας μέτρησης	Ημερομηνία	Οποιαδήποτε τιμή	Η ημερομηνία κατά την οποία καταγράφηκε η τελευταία ένδειξη του υδρομετρητή
Ένδειξη τελευταία μέτρησης	Αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Η ένδειξη του μετρητή εκφρασμένη σε m ³
Ιστορικό μετρήσεων	Ημερομηνία και αριθμός	Οποιαδήποτε τιμή	Το ιστορικό των προηγούμενων ενδείξεων του υδρομετρητή

Πίνακας 4.9 : Πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών των υδρομετρητών πυρόσβεσης που εισάγεται σε ένα ΓΣΠ

4.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΓΣΠ ΣΕ ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Όπως ήδη έχουμε προαναφέρει η εισαγωγή ενός δικτύου ύδρευσης σε ένα ΓΣΠ δεν είναι μία απλή αποτύπωση/απεικόνιση του δικτύου. Και αυτό διότι τα στοιχεία τους δικτύου έχουν εκτός από χωρική υπόσταση και περιγραφικά χαρακτηριστικά. Εκτός λοιπόν από τη δημιουργία χαρτών ένα ΓΣΠ βοηθά στο να απαντηθούν ερωτήματα σχετικά με :

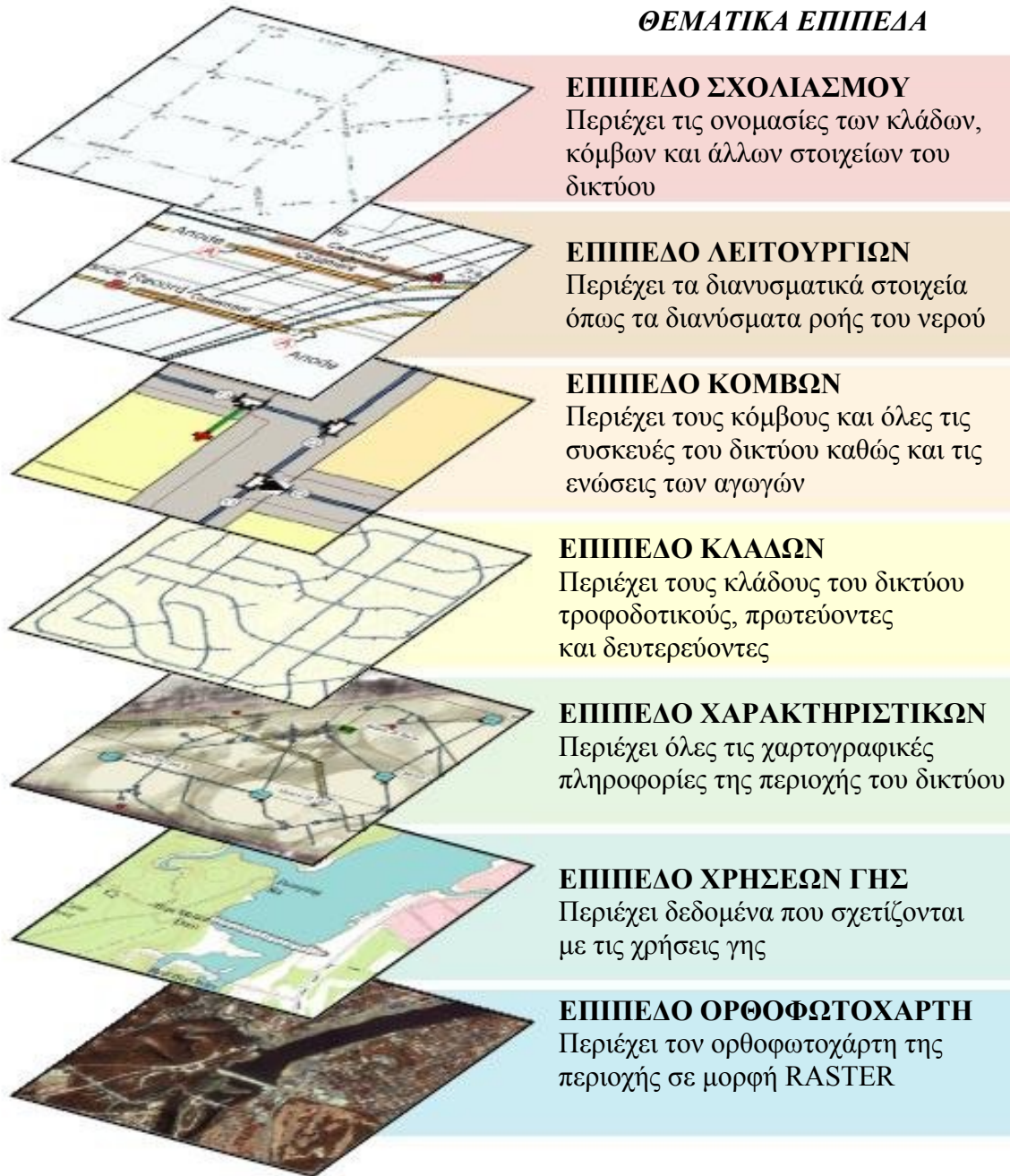
- Ακριβή θέση των στοιχείων του δικτύου
- Την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το δίκτυο
- Την χωρική ανάλυση των στοιχείων του
- Την δημιουργία σεναρίων



Σχήμα 4.15 : Απεικόνιση τμήματος δικτύου ύδρευσης μέσω ενός ΓΣΠ

Σε ένα ΓΣΠ που αφορά δίκτυα ύδρευσης εισάγουμε κατ' αρχήν τα στοιχεία του, και ύστερα τα οργανώνουμε σε διαφορετικά θεματικά επίπεδα. Μία ιδανική κατάσταση θεματικών επιπέδων για την περίπτωση των δικτύων ύδρευσης παρουσιάζεται παρακάτω.

ΘΕΜΑΤΙΚΑ ΕΠΙΠΕΔΑ

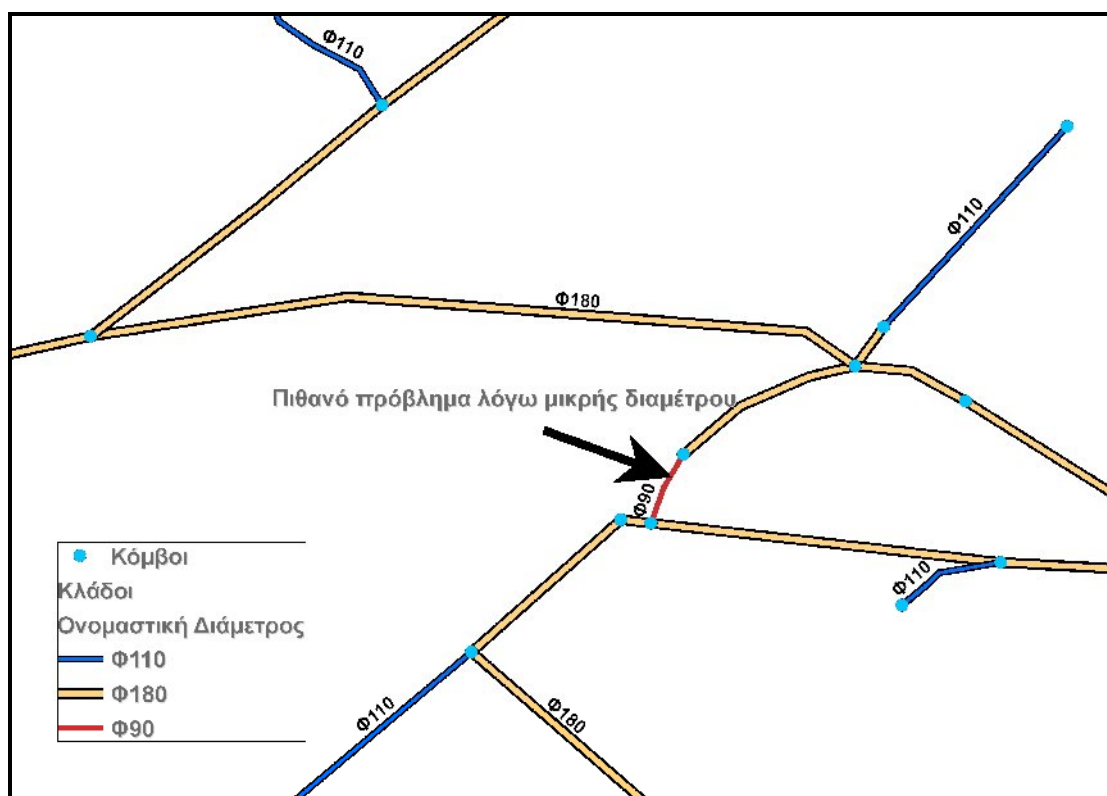


Σχήμα 4.16 : Θεματικά επίπεδα απεικόνισης ενός ΓΣΠ που αφορά δίκτυα ύδρευσης

4.3.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

Σε ένα ΓΣΠ που αφορά δίκτυα ύδρευσης μπορούμε να αλλάξουμε τον τρόπο απεικόνισης διαφόρων στοιχείων του δικτύου ανάλογα με τα περιγραφικά χαρακτηριστικά τους. Αυτή είναι μία βασική δυνατότητα των ΓΣΠ, και μπορεί να εξυπηρετήσει αρκετά στην κατανόηση ενός δικτύου ύδρευσης με μία πρώτη ματιά από ένα χρήστη. Για παράδειγμα έχουμε τη δυνατότητα να απεικονίσουμε τους σωλήνες του δικτύου ύδρευσης ανάλογα με τις διαμέτρους τους (π.χ. πιο παχιά γραμμή για αγωγούς με μεγαλύτερη διάμετρο) ή ανάλογα με άλλα χαρακτηριστικά

τους (μήκος, τραχύτητα κ.α.). Ανάλογοι θεματικοί χάρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για όλα τα άλλα στοιχεία του δικτύου για διάφορα περιγραφικά χαρακτηριστικά τους(π.χ. καταναλωτές με απλήρωτους λογαριασμούς).



Σχήμα 4.17 : Απεικόνιση κλάδων ενός δικτύου ύδρευσης μέσω ΓΣΠ

Τα περισσότερα λογισμικά πακέτα επίλυσης δικτύων ύδρευσης έχουν την δυνατότητα δημιουργίας τέτοιων χαρτών αλλά ένα πακέτο λογισμικού ΓΣΠ υπερέχει κατά πολύ σε δυνατότητες απεικόνισης. Γενικότερα τα ΓΣΠ παρέχουν ευκολίες στην απεικόνιση των στοιχείων ενός δικτύου ύδρευσης τόσο μεγάλες, που οι θεματικοί χάρτες που παράγουν μπορούν να γίνουν κατανοητοί και από χρήστες που δεν είναι εξοικειωμένοι με τα ΓΣΠ.

4.3.2 ΧΩΡΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Ένα ΓΣΠ μπορεί να αναλύσει στοιχεία διαφορετικών θεματικών επιπέδων μεταξύ τους. Αυτή είναι μια πολύ σημαντική λειτουργία και μπορεί να αποδώσει σε μια ομάδα στοιχείων συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ανάλογα με την θέση τους ως προς άλλα στοιχεία του ΓΣΠ. Για παράδειγμα αν έχουμε ένα θεματικό επίπεδο με τους κόμβους ενός δικτύου και τις ζώνες υψομέτρων ένα ΓΣΠ εξετάζει την σύμπτωση των κόμβων στις ζώνες υψομέτρων και προσδίδει στους κόμβους υψόμετρα. Οι κόμβοι που βρίσκονται έξω από τις ζώνες υψομέτρων δεν θα έχουν υψόμετρο. Επίσης μπορεί να γίνει χωρική ανάλυση των κόμβων ενός δικτύου ύδρευσης και των μετρητών του δικτύου ώστε να οριστεί ο αριθμός των μετρητών που εξυπηρετούνται από κάθε κόμβο.

Η δυνατότητα απομόνωσης ή επιλογής στοιχείων ως προς την θέση τους με άλλα στοιχεία είναι ένα ακόμα σημαντικό πλεονέκτημα των ΓΣΠ. Κλασική λειτουργία είναι η εύρεση των κοντινότερων στοιχείων (με βάση την ευκλείδεια απόσταση) σε κάποιο στοιχείο διαφορετικού θεματικού επιπέδου ή η εύρεση στοιχείων σε μία ορισμένη απόσταση από κάποιο στοιχείο. Αυτή η δυνατότητα εξυπηρετεί τις εφαρμογές σε δίκτυα ύδρευσης καθώς βοηθά σε θέματα καταναλώσεων και συνδρομητών του δικτύου.

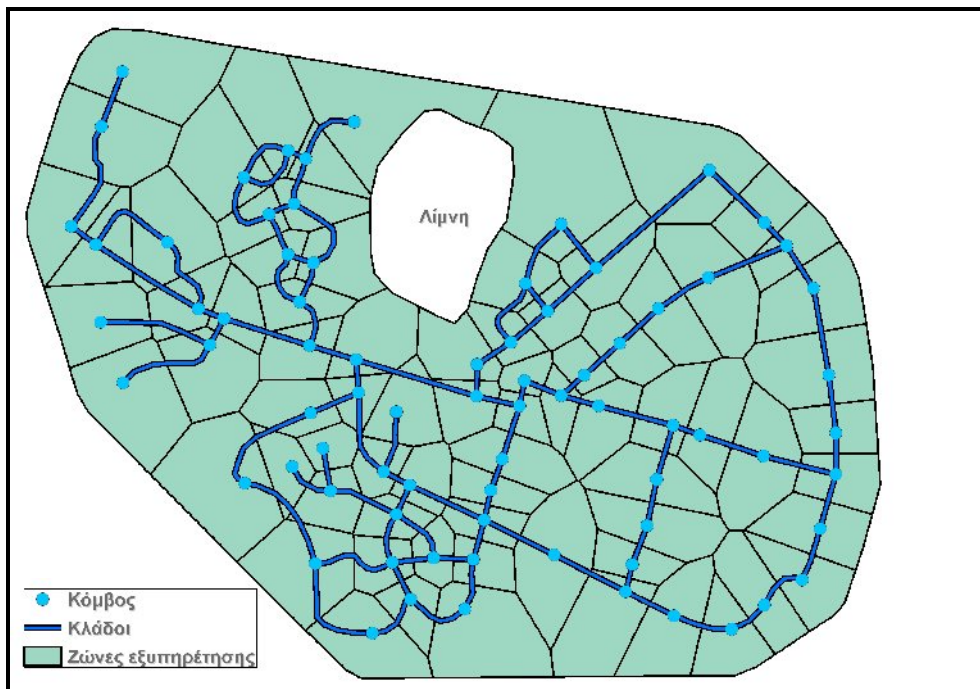
Στα γραμμικά στοιχεία όπως είναι η αγωγοί ενός δικτύου ύδρευσης μπορούμε μέσω των ΓΣΠ να εκφράσουμε την κατεύθυνση του νερού και κατόπιν να γνωρίζουμε το πως διανέμεται αυτό στους καταναλωτές. Αυτό μας βοηθά να σε περιπτώσεις θραύσης αγωγών, αφού μπορούμε να δούμε ποιοι αγωγοί επηρεάζονται και πως θα γίνει η διανομή του νερού αν ο αγωγός που έχει υποστεί τη θραύση παραμείνει κλειστός για τις απαραίτητες επισκευές. Επίσης μέσω ενός ΓΣΠ μπορεί να γίνει ο εντοπισμός των κατάλληλων βαλβίδων απομόνωσης ροής σε περίπτωση θραύσης ενός αγωγού.

Η δυνατότητα συνδυασμού διαφορετικών λειτουργιών ενός ΓΣΠ μας βοηθά να προχωρήσουμε και σε πιο περίπλοκες αναλύσεις όσον αφορά τα δίκτυα ύδρευσης. Η δημιουργία ζωνών πίεσης μπορεί να γίνει σχετικά εύκολα και σε συνδιασμό με την αποτύπωση του δικτύου ύδρευσης να μας δώσει μια εικόνα των λύσεων που μπορούμε να επιτύχουμε για διαφορα προβλήματα, όπως π.χ. η καλλήτερη διανομή νερού στις ζώνες χαμηλής πίεσης νερού. Ακόμα μπορούν να γίνουν αναλύσεις που να αφορούν την πιθανή θέση μιας δεξαμενής του δικτύου ή των ειδικών συσκευών.

4.3.3 ΓΣΠ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΕΝΑ ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Μέθοδος πολυγώνων Thiessen

Οι κόμβοι ενός δικτύου ύδρευσης αποτελούν σημειακές οντότητες και μερικές μέθοδοι προσδιορισμού της κατανάλωσης σε ένα δίκτυο υποθέτουν ότι ο κάθε κόμβος περιέχεται σε μία πολυγωνική περιοχή η οποία είναι η περιοχή που εξυπηρετεί κάθε κόμβος ως προς την κατανάλωση νερού. Αυτά τα πολύγωνα μπορούν να κατασκευαστούν χειροκίνητα, όμως ένα ΓΣΠ προσφέρει αυτοματοποιημένες μεθόδους όπως είναι οι δημιουργία πολυγώνων Thiessen. Τα πολύγωνα Thiessen για κάθε κόμβο αντιπροσωπεύουν την περιοχή η οποία καταναλώνει νερό από το συγκεκριμένο κόμβο (δηλαδή την περιοχή ευθύνης τους). Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία των πολυγώνων Thiessen κατανέμει κάθε σημείο στο πλησιέστερο κόμβο. Η απόσταση μεταξύ κάθε σημείου από τους κόμβους μετριέται με την ευκλείδεια απόσταση. Τα δε πολύγωνα ορίζονται γεωμετρικά με τη χάραξη των ευθειών που σχηματίζονται από όλα τα σημεία τα οποία ισαπέχουν από δύο ή περισσότερους κόμβους. Αξίζει να σημειωθεί πως τα πολύγωνα των κόμβων που βρίσκονται στα όρια της περιοχής ύδρευσης δεν θα είναι αντιπροσωπευτικά οπότε θα πρέπει να μορφοποιηθούν χειροκίνητα. Το ίδιο θα συμβεί αν στην περιοχή ύδρευσης περικλείονται εκτάσεις στις οποίες δεν υπάρχουν καταναλωτές νερού, όπως είναι για παράδειγμα μία λίμνη στο κέντρο του οικισμού.



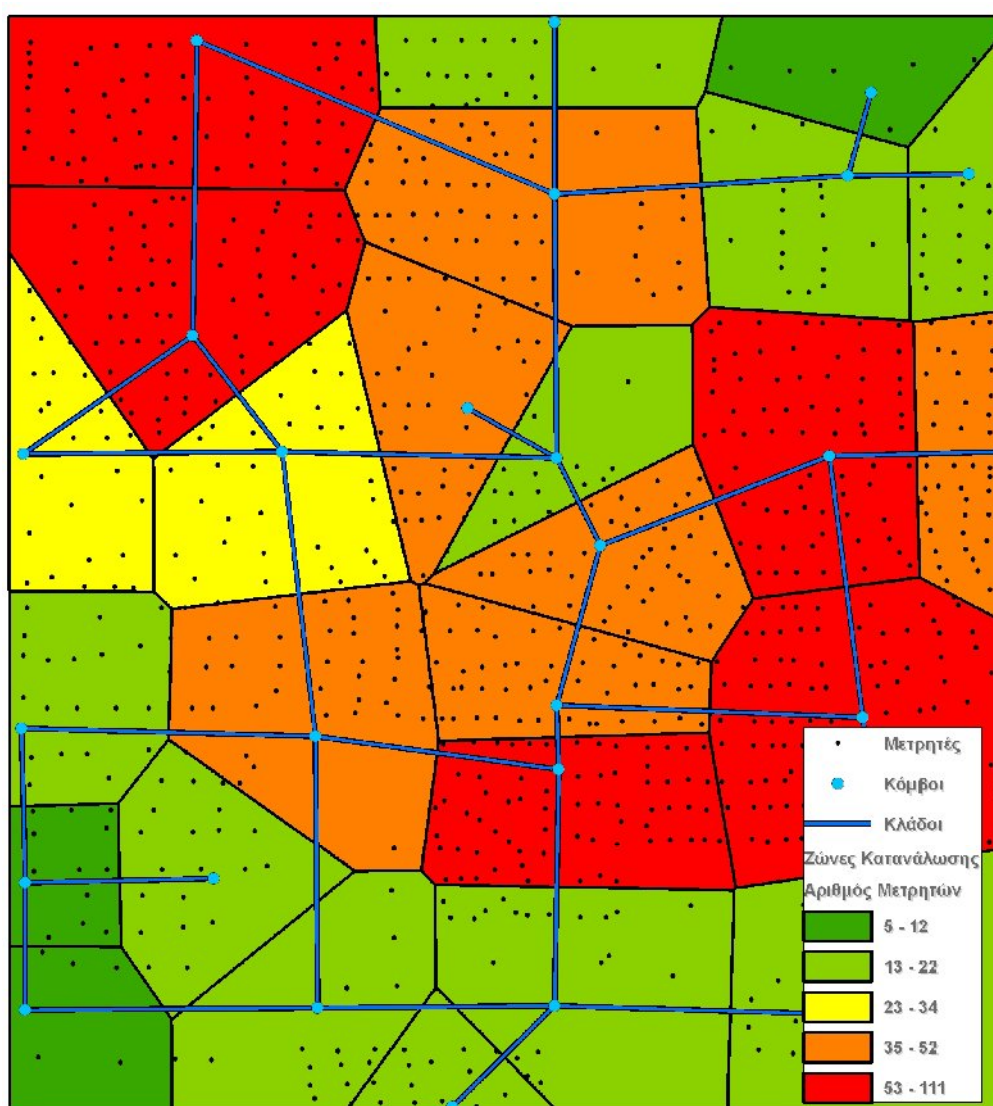
Σχήμα 4.18 : Πολύγωνα Thiessen των κόμβων ενός δικτύου ύδρευσης μέσω ΓΣΠ

Χωροθέτηση υδρομέτρων των συνδρομητών

Όταν υπάρχουν δεδομένα για την κατανάλωση νερού σε ένα δίκτυο ύδρευσης που αφορούν τους υδρομετρητές των καταναλωτών του δικτύου ένα ΓΣΠ μπορεί να χρησιμεύσει στο να γεωκωδικοποιήσει αυτόματα την τοποθεσία των υδρομετρητών. Με τον όρο γεωκωδικοποίηση εννοούμε την διαδικασία χαρτογράφησης ή δημιουργίας χαρτογραφικών στοιχείων με βάση πληροφορίες που περιγράφουν θέσεις στο χώρο, όπως είναι οι ταχυδρομικές διευθύνσεις (Κουτσόπουλος, 2003). Για να επιτευχθεί η διαδικασία της γεωκωδικοποίησης απαιτούνται τρία βασικά εργαλεία. Πρώτον, είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός πίνακα διευθύνσεων των συνδρομητών του δικτύου ύδρευσης. Το δεύτερο αναγκαίο εργαλείο είναι ένα σύνολο στοιχείων που ονομάζονται στοιχεία αναφοράς, και στην προκειμένη περίπτωση αφορούν το σύνολο των οδών της πόλης, στις οποίες είναι χωροθετημένοι οι συνδρομητές του δικτύου. Εκτός από τον πίνακα των διευθύνσεων των συνδρομητών και τα στοιχεία αναφοράς η γεωκωδικοποίηση απαιτεί και έναν οδηγό διευθύνσεων, που ορίζει επακριβώς τα στοιχεία αναφοράς και τα χαρακτηριστικά τους, τα χαρακτηριστικά του πίνακα διευθύνσεων, καθώς και μια σειρά από κανόνες και πλαίσια λειτουργίας της γεωκωδικοποίησης. Το αποτέλεσμα της διαδικασίας είναι ένα σύνολο σημείων πάνω στις γραμμές των οδών. Είναι σημαντικό για έναν μελετητή που θα χρησιμοποιήσει το ΓΣΠ που δημιουργήθηκε να καταλάβει με πιο τρόπο ακριβώς έγινε η γεωκωδικοποίηση των μετρητών. Χρησιμοποιώντας της συντεταγμένες των μετρητών και των κόμβων μπορούμε να ορίσουμε τις καταναλώσεις του δικτύου στους κόμβους, βασιζόμενοι στο ποιος κόμβος του δικτύου είναι πιο κοντά στους υδρομετρητές των καταναλωτών. Επίσης μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα σε σχέση με τις συνδέσεις που υπάρχουν σε κάθε αγωγό, πράγμα σημαντικό όταν υπολογίζουμε τις καταναλώσεις σε ένα δίκτυο σε σχέση με τους αγωγούς του, βασιζόμενη στο ποιά αγωγοί είναι πιο κοντά στους μετρητές (βάση της κάθετης απόστασης σημείου από γραμμή). Επίσης αν έχουμε και του δευτερεύοντες κλάδους του δικτύου που

συνδέουν τους καταναλωτές με τους πρωτεύοντες αγωγούς του δικτύου η διαδικασία γίνεται πιο ακριβής (βάση τους σημείου που ενώνεται με ένα γραμμικό τμήμα μέσω ενός διαφορετικού γραμμικού τμήματος). Σημαντική διαδικασία κάθε φορά αποτελεί και ο έλεγχος της γεωκωδικοποίησης καθώς μπορεί να έχουν δημιουργηθεί σφάλματα στη χωροθέτηση των υδρομετρητών.

Επίσης επειδή σε ένα ΓΣΠ που εισάγονται οι ενδείξεις των μετρητών των καταναλωτών σε m^3 καθώς και οι μέρες που μεσολαβούν από την μία ένδειξη στην άλλη, πρέπει να γίνει η διαδικασία μετατροπής σε μονάδες παροχής, καθώς αυτά είναι τα μεγέθη που χρησιμεύουν για την επίλυση των υδραυλικών δικτύων από τους διάφορους μηχανικούς/μελετητές που χρησιμοποιούν το ΓΣΠ ενός δικτύου ύδρευσης.

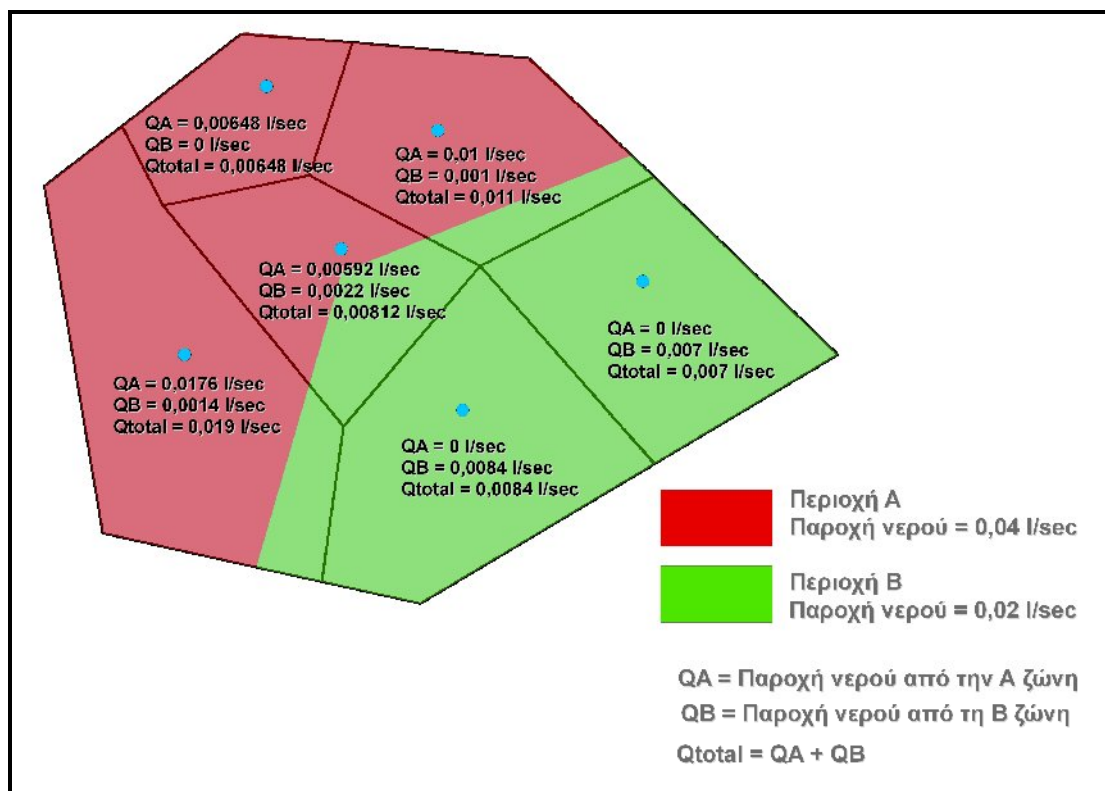


Σχήμα 4.19 : Πυκνότητα μετρητών στα πολύγωνα εξυπηρέτησης των κόμβων ενός δικτύου ύδρευσης

Ζώνες παροχής νερού

Σε περίπτωση που υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα που αφορούν ζώνες των υψών πίεσης ή τις καταναλώσεις νερού για διαφορετικές περιοχές ενός δικτύου ύδρευσης,

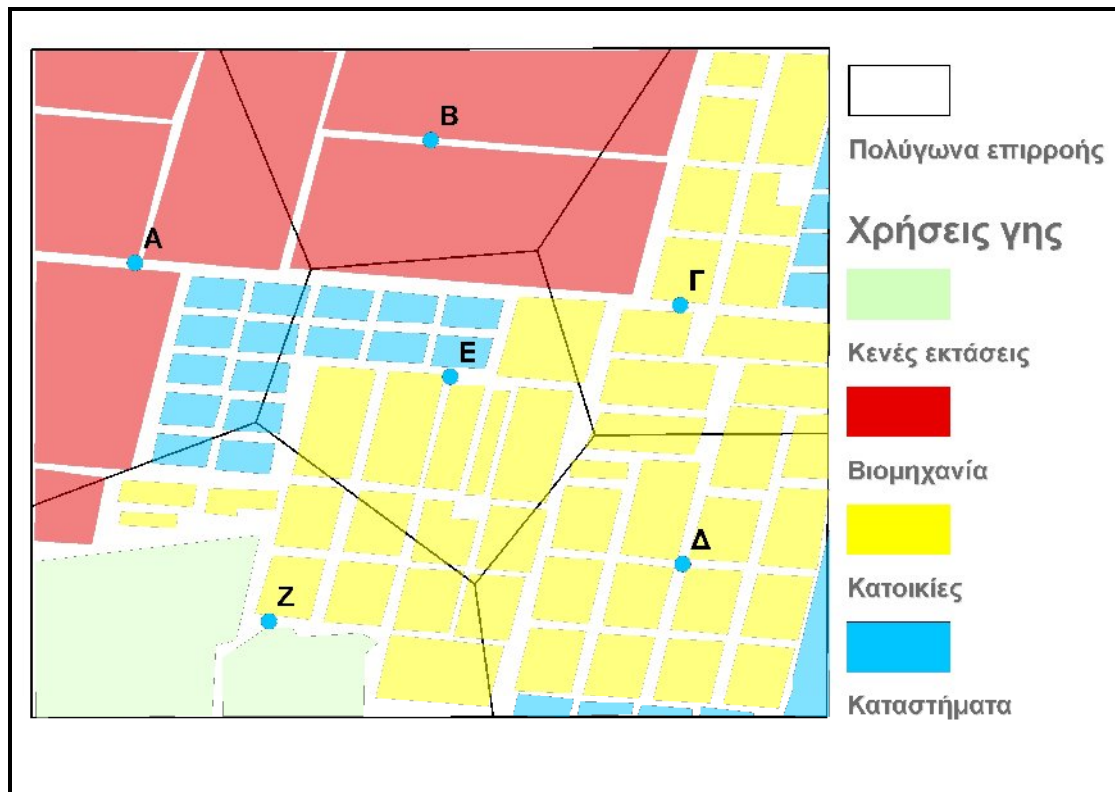
όλα αυτά μπορούν να εισαχθούν σε ένα ΓΣΠ και να δημιουργηθούν πολύγωνα με σημαντικές πληροφορίες. Έτσι αν οι περιοχή μας είναι χωρισμένη σε ζώνες με διαφορετικές καταναλώσεις, τότε ένα ΓΣΠ μπορεί να υπολογίσει τις καταναλώσεις σε κάθε κόμβο (μέσω των πολυγώνων επιρροής) λαμβάνοντας υπόψιν το γεγονός ότι μία περιοχή επιρροής ενός κόμβου μπορεί να ανήκει σε διαφορετικές ζώνες κατανάλωσης.



Σχήμα 4.20 : Ζώνες παροχής νερού και υπολογισμοί μέσω ενός ΓΣΠ

Καταναλώσεις ανάλογα με τις χρήσεις γης ή με πυκνότητα πληθυσμού

Πολλές φορές όταν εξετάζουμε ένα δίκτυο ύδρευσης μία περιοχής, όσον αφορά τις καταναλώσεις, είναι πιθανό να υπάρχουν δεδομένα κατανάλωσης που αφορούν της χρήσεις γης μίας περιοχής. Επίσης μπορεί να έχουμε δεδομένα που αφορούν την πυκνότητα πληθυσμού σε μία περιοχή. Όταν αυτά τα δεδομένα εισάγονται σε ένα ΓΣΠ ο χρήστης έχει την δυνατότητα να εξάγει συμπεράσματα για τις καταναλώσεις στους κόμβους του δικτύου ύδρευσης ανάλογα με τις χρήσεις γης μίας περιοχής ή την πυκνότητα του πληθυσμού. Για να εξαχθούν τα αποτελέσματα είναι αναγκαίο οι καταναλώσεις που εισάγονται να είναι εκφρασμένες σε μονάδες εμβαδού (π.χ. L/s /m²). Αν είναι γνωστός ο αριθμός των δομών με διαφορετικές χρήσεις γης, τότε πρέπει να υπολογιστούν οι καταναλώσεις νερού για κάθε διαφορετική χρήση γης. Ένα ΓΣΠ απλοποιεί αυτές τις διαδικασίες και εξάγει γρήγορα και εύκολα τα αποτελέσματα.



Σχήμα 4.21 : Χρήσεις γης στα πολύγωνα εξυπηρέτησης των κόμβων ενός δικτύου ύδρευσης

Ένα ΓΣΠ μπορεί να υπολογίσει τα εμβαδά για κάθε χρήση γης που περιλαμβάνονται στα πολύγωνα επιρροής κάθε κόμβου. Για το παραπάνω παράδειγμα ακολουθεί ο πίνακας υπολογισμού των καταναλώσεων.

Κόμβος	Περιοχή επιρροής (km ²)	Χρήσεις γης	Εμβαδά χρήσεων γης (km ²)	Καταναλώσεις χρήσεων γης (L/s/km ²)	Καταναλώσεις χρήσεων γης (L/s)	Συνολική κατανάλωση κόμβου (L/s)
A	0,0809	Βιομηχανία	0,0648	12,96	0,84	0,93
		Καταστήματα	0,0162	5,56	0,09	
B	0,0688	Βιομηχανία	0,0688	12,96	0,89	0,89
Γ	0,0769	Βιομηχανία	0,0138	12,96	0,18	0,70
		Κατοικίες	0,0538	8,74	0,47	
		Καταστήματα	0,0092	5,56	0,05	
Δ	0,0769	Κατοικίες	0,0638	8,74	0,45	0,52
		Καταστήματα	0,0131	5,56	0,07	
E	0,0486	Βιομηχανία	0,0020	12,96	0,03	0,40
		Κατοικίες	0,0330	8,74	0,29	
		Καταστήματα	0,0136	5,56	0,08	
Z	0,085	Βιομηχανία	0,0017	12,96	0,02	0,24
		Κατοικίες	0,0245	8,74	0,21	
		Καταστήματα	0,0010	5,56	0,005	
		Κενές εκτάσεις	0,0578	0	0	

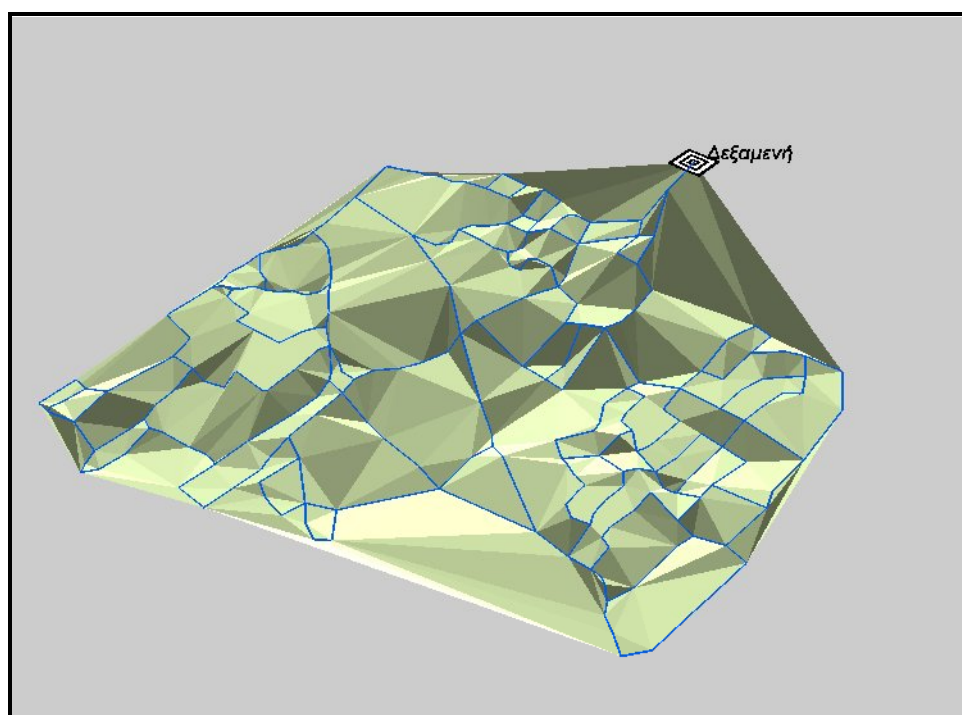
Πίνακας 4.10 : Πίνακας υπολογισμού καταναλώσεων στους κόμβους ανάλογα με τις χρήσεις γης

Είναι επίσης δυνατό ένα ΓΣΠ να υπολογίσει τις μελλοντικές αλλαγές στις καταναλώσεις του νερού βασιζόμενο στις αλλαγές στην πυκνότητα του πληθυσμού στην περιοχή του δικτύου ή στις αλλαγές των χρήσεων γης που μπορεί να συντελεστούν. Οι διάφορες πρακτικές που χρησιμοποιούνται στα ΓΣΠ επιτρέπουν στο χρήστη να παρεμβάλει δεδομένα πυκνότητας πληθυσμού ή χρήσεων γης, με τα πολύγωνα επιρροής κάθε κόμβου του δικτύου ύδρευσης και να υπολογίσει τις καταναλώσεις του νερού.

4.3.4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

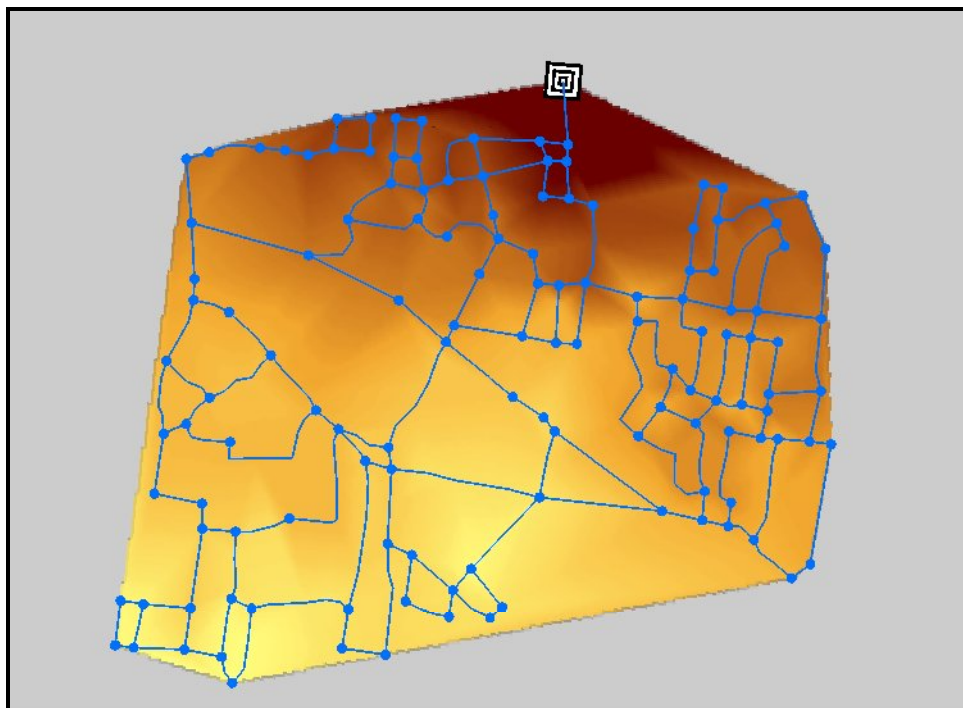
Αρκετά ΓΣΠ που αφορούν τα δίκτυα ύδρευσης εσωκλείουν στη βάση δεδομένων τους και υψομετρικά δεδομένα και μπορούν να δημιουργηθούν πολλές μορφές απεικόνισης τους όπως είναι για παράδειγμα ένα ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου (Digital Elevation Model, DEM). Αυτά τα μοντέλα αναγλύφου συνήθως χρησιμοποιούνται για να απεικονίσουν τις ισούψείς καμπύλες που περιέχονται σε χάρτες, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για να απεικονίσουν μέσω ενός ΓΣΠ που αφορά δίκτυα ύδρευσης, οποιοδήποτε υδρολογικό δεδομένο που εκφράζεται με μονάδες ύψους (π.χ. ύψος πίεσης). Η διαδικασία παρεμβολής των κόμβων και των αγωγών ενός δικτύου ύδρευσης με ένα ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου, είναι μία απλή και γρήγορη διαδικασία που μπορεί να μας δώσει υψόμετρα κόμβων αν γνωρίζουμε το ανάγλυφο της περιοχής. Επίσης όπως συμβαίνει και με όλα τα θεματικά επίπεδα σε ένα ΓΣΠ το μοντέλο αναγλύφου μπορεί να πολύ λεπτομερές ή να περιέχει μόνο τις βασικές πληροφορίες υψομέτρου.

Τα δεδομένα υψομέτρου μπορούν να απεικονιστούν σε ένα ΓΣΠ με διάφορους τρόπους όπως προαναφέραμε. Οι δύο βασικοί και ευρέως χρησιμοποιούμενοι τύποι απεικόνισης είναι μέσω τρισδιάστατων απεικονίσεων TIN ή μέσω απεικόνισης δύο διαστάσεων τύπου RASTER.



Σχήμα 4.22 : Τρισδιάστατη απεικόνιση TIN δικτύου ύδρευσης

Για τις υδρολογικές εφαρμογές, τα δεδομένα υψομέτρων είναι απαραίτητα για σημεία του δικτύου όπως είναι οι κόμβοι, οι δεξαμενές, οι βαλβίδες και οι αντλίες. Για να επιτευχθεί η ανύψωση αυτών των σημείων εισάγουμε στο ΓΣΠ τις συντεταγμένες τους (σε μορφή x, y), και το λογισμικό πρόγραμμα του ΓΣΠ χρησιμοποιεί τα υψόμετρα των σημείων γύρω από τις συντεταγμένες του σημείου ενδιαφέροντος και υπολογίζει το υψόμετρο του το οποίο στην συνέχεια αποθηκεύεται στη γεωβάση δεδομένων του ΓΣΠ.



Σχήμα 4.23 : Απεικόνιση υψομέτρων σε μορφή *RASTER* (με σκούρο χρώμα οι περιοχές με μεγαλύτερο υψόμετρο)

Επειδή υπάρχει έλλειψη ψηφιακών δεδομένων (DEM) στην Ελλάδα και επειδή δεν χρειαζόμαστε μεγάλες ακρίβειες στα υψόμετρα σημείων εκτός των στοιχείων του δικτύου ύδρευσης, είναι προτιμότερο να γίνουν διαδικασίες ψηφιοποίησης ισοϋψών καμπυλών και να δημιουργηθεί ένα λιγότερο ακριβές μοντέλο αναγλύφου, κατά τη διαδικασία εισαγωγής δεδομένων ενός δικτύου ύδρευσης σε ένα ΓΣΠ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΣΠ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΜΑΝΔΡΑΚΙΟΥ (ΝΙΣΥΡΟΣ)

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η νήσος Νίσυρος ανήκει στα Δωδεκάνησα, στο νοτιοανατολικό τμήμα του Αιγαίου πελάγους. Το νησί βρίσκεται δυτικά της Ρόδου, ανάμεσα στην Κω, την Τήλο και την Αστυπάλαια (συγκεκριμένα απέχει 15 χιλιόμετρα ΒΔ. της Τήλου, και 20 χιλιόμετρα νότια της Κω). Έχει έκταση 41 τετραγωνικά χιλιόμετρα και η ακτογραμμή του έχει μήκος 27 χιλιόμετρα. Δυτικά και βόρεια της Νισύρου υφίστανται τέσσερις νησίδες οι λεγόμενες Νισύρια.

Η Νίσυρος αποτελείται από ηφαιστειογενή βουνά, ενώ το κέντρο της νήσου καταλαμβάνει μεγάλος κρατήρας διαμέτρου 4 χλμ., από τον πυθμένα του οποίου και μέχρι την επιφάνεια απαντάται θείο. Ένας άλλος μικρότερος κρατήρας υψώνεται δίνοντας και το μεγαλύτερο υψόμετρο της νήσου στα 698 μέτρα. Πολλές επίσης θερμοπηγές αναβλύζουν στη νήσο εκ των οποίων οι κυριότερες είναι στα Λουτρά. Η μορφολογία της έχει επηρεαστεί από το ηφαίστειο και το ηφαιστειογενές της έδαφος που είναι πολύ εύφορο και ευνοεί τη δενδροκομία και την πλούσια βλάστηση.



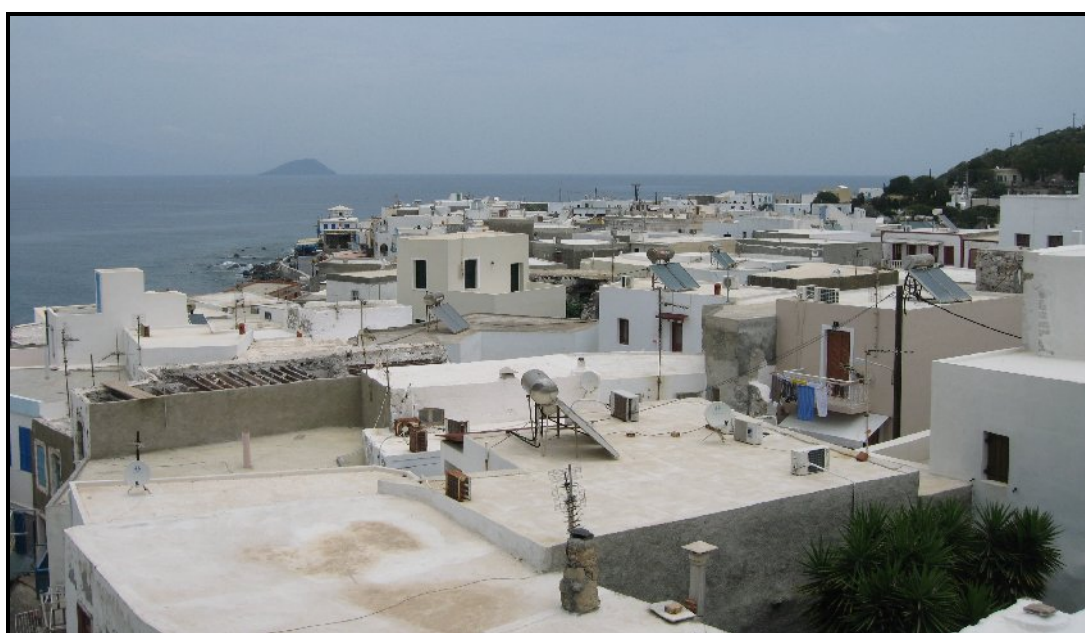
Εικόνα 5.1 : Δορυφορική εικόνα *LANDSAT* για την νήσο Νίσυρο

Ο πληθυσμός της το 1950 αριθμούσε 2.516 κατοίκους. Στη τελευταία απογραφή (2001) είναι 948 κάτοικοι. Πρωτεύουσα του νησιού είναι το Μανδράκι. Άλλα χωριά της Νισύρου είναι ο Εμπορειός, οι Πάλιοι, η Νικιά και τα Λουτρά.

ΔΗΜΟΣ ΝΙΣΥΡΟΥ (ΝΟΜΟΣ ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ)	
1991 Πραγματικός πληθυσμός	929
2001 Πραγματικός πληθυσμός	948

Πίνακας 5.1 : Απογραφή δήμου Νισύρου (ΕΣΥΕ 2001)

Στο Μανδράκι υπολογίζεται ότι διαμένουν περίπου 900 κάτοικοι και εξυπηρετούνται από το δίκτυο ύδρευσης περίπου 1000 άτομα κατά τη χειμερινή περίοδο.



Εικόνα 5.2 : Άποψη του οικισμού Μανδρακίου

Λόγω του γεγονότος ότι ο υδροφόρος ορίζοντας του νησιού είναι περιορισμένος και ταυτόχρονα το νερό που υπάρχει στο νησί περιέχει μεγάλες ποσότητες νατρίου και θείου, καθιστά το νερό ακατάλληλο για πόση. Η υδροδότηση του νησιού επιτυγχάνεται με μεταφορά νερού από υδροφόρα πλοία και με παραγωγή πόσιμου νερού από τη μονάδα αφαλάτωσης που λειτουργεί στο νησί και βρίσκεται περίπου 1,5 km ανατολικά του Μανδρακίου.

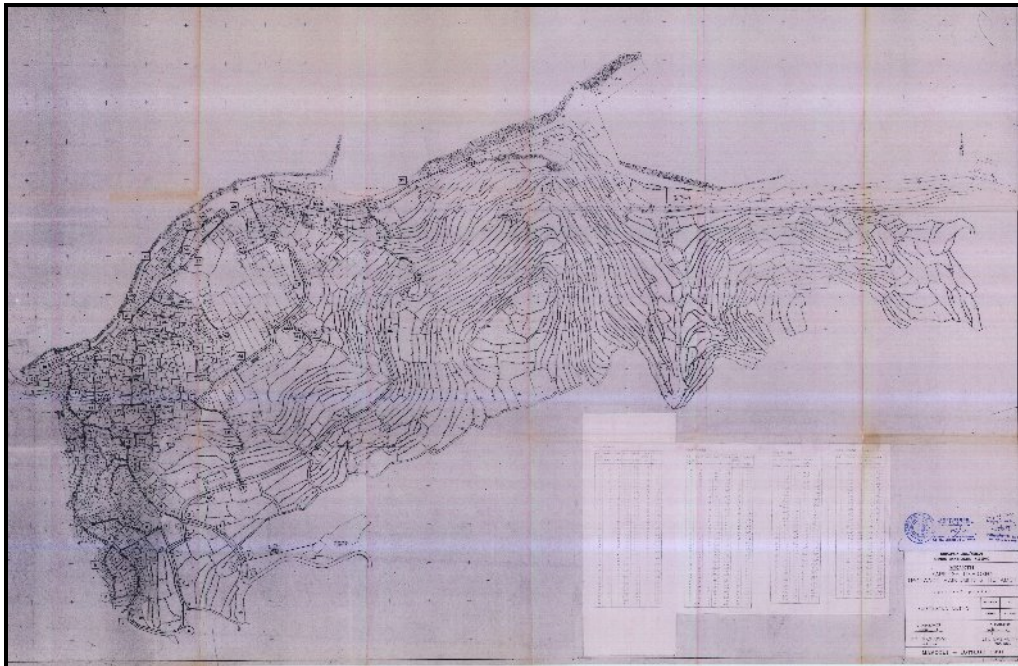
5.2 ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα διαθέσιμα δεδομένα ήταν τα εξής :

- **ΨΗΦΙΔΩΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

Ο δήμος Νισύρου μας παραχώρησε τα σχέδια από τη μελέτη ύδρευσης του οικισμού Μανδρακίου που πραγματοποιήθηκε το έτος 1991. Τα σχέδια αυτά ήταν οριζοντιογραφίες του δικτύου ύδρευσης (κλίμακας 1:1000) του Μανδρακίου σε δύο

περιοχές αυτού (Λαγκάδι – Πιαούλι, Άγιος Σάββας – Μιραμάρε). Τα σχέδια σαρώθηκαν σε ανάλυση 200 dpi και αποθηκεύτηκαν σε μορφή TIFF. Κατόπιν γεωαναφέρθηκαν στο σύστημα ΕΓΣΑ 87.



Εικόνα 5.3 : Σχέδιο οριζοντιογραφίας δικτύου ύδρευσης Μανδρακίου

- ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Στη διάθεσή μας είχαμε την πρόσφατη τοπογραφική αποτύπωση του οικισμού Μανδρακίου στο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ 87 και σε ψηφιακή μορφή τύπου DWG.

- ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ο δήμος Νίσυρο μας παραχώρησε τη μελέτη του δικτύου ύδρευσης του Μανδρακίου, που περιελάμβανε όλα τα δεδομένα των αγωγών και των κόμβων του δικτύου. Επίσης περιείχε την επίλυση του δικτύου μέσω υπολογιστή και περιείχε δεδομένα για τα υδραυλικά μεγέθη των στοιχείων του δικτύου. Ακόμα χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από την επίλυση του δικτύου για την τωρινή περίοδο με το λογισμικό πρόγραμμα επίλυσης δικτύων EPANET, ενώ έγινε και επιτόπια έρευνα για να εντοπιστούν οι δικλείδες του δικτύου καθώς, η τοποθεσία και ο αριθμός των υδρομετρητών καθώς και οι παρεμβάσεις / διαφορές του δικτύου στην πραγματικότητα σε σχέση με τη μελέτη ύδρευσης.

5.3 ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΑΝΔΡΑΚΙΟΥ

5.3.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Το δίκτυο ύδρευσης του Μανδρακίου ξεκίνησε να κατασκευάζεται το 1981. Το δίκτυο είναι μικτού τύπου (κλειστό και ακτινωτό) πράγμα που οφείλεται στην αποσπασματική του κατασκευή χωρίς τεχνική μελέτη αλλά και στη πολεοδομική δομή του οικισμού. Κατά το έτος 1991 ανατέθηκε μελέτη για την ανακατασκευή του υπάρχοντος δικτύου ύδρευσης.

Η μελέτη για την ανακατασκευή του παλαιότερου δικτύου ύδρευσης του Μανδρακίου έγινε τον Ιούνιο του 1991 και προτάθηκε να γίνουν κάποιες παρεμβάσεις στους αγωγούς ενός τμήματος του δικτύου (περιοχή Τρούλου – Ηλικιωμένης – Ποταμού). Μέχρι τότε το μήκος των αγωγών του προαναφερθέντος τμήματος του δικτύου ήταν 3272 m και κάλυπτε περιοχή 98,51 στρεμμάτων. Με τη μελέτη προτάθηκαν να τοποθετηθούν καινούργιοι αγωγοί και να αντικατασταθούν κάποιοι παλαιοί για να ανταποκριθεί το δίκτυο στις μελλοντικές ανάγκες του πληθυσμού. Το συνολικό μήκος των συμπληρωματικών έργων ανερχόταν σε 1075 m εκ των οποίων τα 833 m ήταν καινούργιοι αγωγοί και τα υπόλοιπα 242 m αντικαθιστάμενοι. Οι σωλήνες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν κατασκευασμένοι από PVC (πολυβινυλοχλωρίδιο) κλάσης 10 atm με τα εξής στοιχεία :

- Φ110 : 168 m
- Φ90 : 207 m
- Φ63 : 700 m

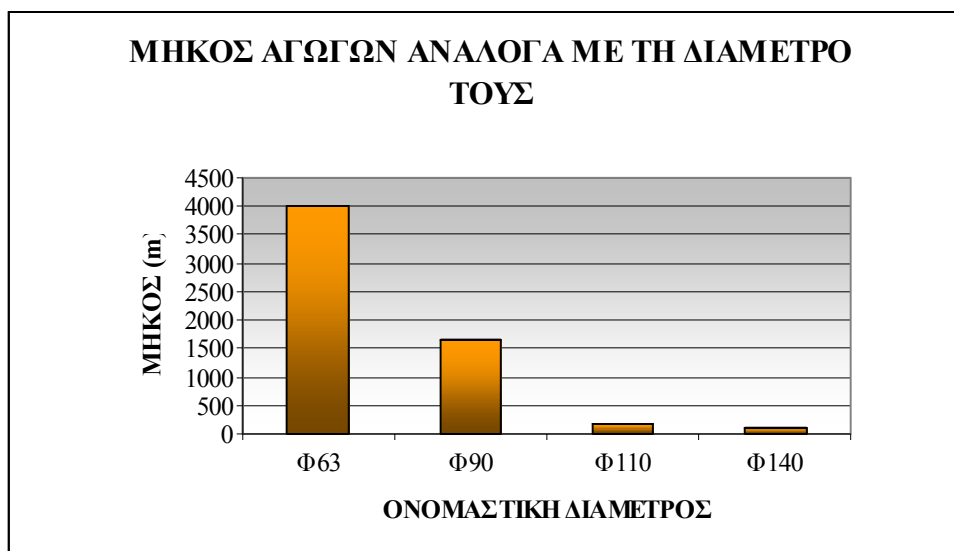
Η δεξαμενή υδροδότησης του οικισμού έχει όγκο 2300 m³ και βρίσκεται σε υψόμετρο 54 m νοτιοδυτικά του οικισμού. Από τη μελέτη κρίθηκε επαρκής και δεν απαιτήθηκε αύξηση της χωρητικότητας της.

5.3.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Η ανακατασκευή του δικτύου ύδρευσης με βάση τη μελέτη ύδρευσης του 1991 έγινε κατά τη περίοδο 1992 - 1993 από εργολάβο που ανέλαβε το έργο. Είναι πολύ σημαντικό να τονίσουμε πως σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν για την τωρινή κατάσταση του δικτύου, οι διαφορές των παρεμβάσεων που προέβλεπε η μελέτη και των παρεμβάσεων που έγιναν από τον εργολάβο του έργου ήταν αρκετές, λόγω κυρίως τεχνικών δυσκολιών που προέκυψαν.

Σήμερα το δίκτυο αποτελείται από 115 αγωγούς και 87 κόμβους και εξυπηρετεί σχεδόν όλη την περιοχή του Μανδρακίου. Με την εισαγωγή των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν σε μία βάση δεδομένων μπορούμε πλέον να γνωρίζουμε τη θέση και τα χαρακτηριστικά των στοιχείων του δικτύου ύδρευσης του Μανδρακίου όπως :

- Συνολικό μήκος αγωγών δικτύου : 5964 m
- Συνολικό εμβαδό που εξυπηρετεί : 380,919 στρέμματα
- Μέγιστο υψόμετρο δικτύου : Δεξαμενή (54 m)
- Ελάχιστο υψόμετρο δικτύου : Κόμβος 87 (1,5 m)



Διάγραμμα 5.1 : Συνολικό μήκος αγωγών ανάλογα με τη διάμετρό τους

Η διάταξη του υφιστάμενου δικτύου ύδρευσης φαίνεται στον χάρτη 1 και οι διαφορές της με την μελέτη του 1991 στον χάρτη 2.

ΚΟΜΒΟΣ	ΤΕΤΜΗΜΕΝΗ X (m)	ΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Y (m)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΚΟΜΒΟΣ	ΤΕΤΜΗΜΕΝΗ X (m)	ΤΕΤΑΓΜΕΝΗ Y (m)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
01	237216,672302	289301,473877	48,9	45	237078,816711	289554,410095	7,2
02	237235,211304	289410,679688	33,7	46	237030,163086	289547,483887	5,6
03	237213,082275	289404,882324	33,2	47	237030,979919	289553,405884	4,9
04	237139,888489	289356,747314	39,8	48	237033,838928	289563,820923	4,7
05	237124,424927	289319,421509	39,4	49	237032,817871	289568,619873	4,5
06	237140,587891	289217,232117	34,6	50	237034,848328	289582,293274	3,4
07	237080,129272	289257,108887	24,2	51	237063,515503	289611,154114	2,6
08	237054,944885	289254,442505	31,9	52	237078,236328	289626,843506	3,2
09	237061,384521	289314,598694	20,5	53	237082,304077	289622,969727	4,6
10	237051,723694	289322,692078	19,9	54	237083,990112	289605,463074	5,8
11	237014,466125	289346,596680	17,3	55	237080,366882	289558,662292	7,1
12	237028,223877	289350,359924	20,1	56	237128,950684	289577,987305	5,3
13	237067,732727	289348,921082	28,4	57	237153,448120	289586,789673	4,2
14	237097,111511	289337,154114	33,1	58	237139,118713	289511,694885	11,2
15	237113,344727	289365,724121	36,9	59	237156,233276	289510,110718	11,8
16	237067,588928	289359,263123	31,1	60	237179,632080	289533,668701	10,5
17	237020,083313	289432,017090	11,3	61	237157,652100	289575,901306	5,7
18	237038,448303	289448,154297	16,4	62	237193,051697	289489,044128	15,8
19	237054,573486	289436,532471	25,8	63	237207,868713	289552,263489	9,3
20	237036,682678	289409,703491	25,3	64	237188,661316	289596,991516	4,9
21	237032,775513	289396,000488	25,2	65	237175,439087	289613,961304	3,0
22	237053,679688	289407,742310	30,6	66	237165,996277	289608,295715	3,0

23	237072,496887	289428,074524	29,3	67	237165,415283	289631,539307	2,6
24	237072,803284	289434,047729	28,2	68	237089,027283	289630,377075	4,5
25	237073,479675	289450,499512	24,5	69	237102,369324	289645,080322	5,5
26	237019,532471	289456,537720	9,7	70	237132,495117	289679,132324	5,2
27	237012,341492	289464,273499	12,3	71	237125,977112	289686,284485	5,4
28	236996,893677	289462,496521	18,4	72	237194,086121	289745,243713	3,6
29	237007,220703	289473,643677	12,7	73	237149,976318	289732,718689	3,5
30	237017,923096	289478,796692	8,3	74	237082,220276	289638,953918	2,6
31	237035,113098	289477,239075	13,7	75	237407,978882	289530,268311	36,1
32	237016,849670	289484,853088	8,1	76	237340,787720	289579,811523	14,5
33	236991,531311	289497,286682	24,6	77	237303,349915	289593,397888	10,5
34	237039,046326	289505,313904	9,6	78	237273,126526	289614,772095	7,3
35	236996,496277	289513,530884	5,6	79	237250,539490	289718,741516	2,8
36	236959,307129	289543,484680	1,8	80	237218,591675	289702,949097	1,9
37	236998,878906	289559,458679	2,9	81	237230,209106	289766,118713	3,7
38	237082,885071	289450,966919	22,4	82	237307,051331	289762,047485	1,8
39	237102,448486	289448,642517	21,0	83	237256,179688	289789,230896	1,8
40	237101,092529	289468,593323	16,7	84	237374,232910	289763,212524	2,0
41	237101,776489	289508,749329	10,3	85	237436,754700	289667,294128	35,5
42	237078,122070	289506,041321	9,8	86	237505,489502	289825,345886	4,2
43	237048,545288	289511,880493	10,1	87	238129,346924	289795,422485	1,5
44	237077,792480	289519,297913	9,3				

Πίνακας 5.2 : Στοιχεία των κόμβων του δικτύου

ΑΓΩΓΟΙ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΚΟΜΒΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	ΚΟΜΒΟΣ ΕΞΟΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ (m)	ΥΛΙΚΟ	ΑΓΩΓΟΙ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΚΟΜΒΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	ΚΟΜΒΟΣ ΕΞΟΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ (m)	ΥΛΙΚΟ
001	Φ63	01	04	100,0	PVC	058	Φ63	34	46	45,0	PVC
002	Φ110	02	03	21,0	PVC	059	Φ63	46	47	9,0	PVC
003	Φ90	03	04	96,5	PVC	060	Φ63	47	48	10,0	PVC
004	Φ63	04	05	48,5	PVC	061	Φ63	48	49	6,0	PVC
005	Φ63	05	06	102,0	PVC	062	Φ63	37	50	41,0	PVC
006	Φ63	06	07	110,0	PVC	063	Φ63	49	50	12,5	PVC
007	Φ63	07	08	26,0	PVC	064	Φ63	50	51	40,0	PVC
008	Φ63	08	10	75,0	PVC	065	Φ63	51	52	20,0	PVC
009	Φ63	07	09	66,0	PVC	066	Φ63	53	52	6,5	PVC
010	Φ63	09	10	12,5	PVC	067	Φ63	54	53	20,0	PVC
011	Φ63	10	11	45,0	PVC	068	Φ63	45	48	48,0	PVC
012	Φ63	12	11	16,0	PVC	069	Φ63	55	45	3,0	PVC
013	Φ63	13	12	44,0	PVC	070	Φ63	55	54	50,0	PVC
014	Φ63	14	13	31,0	PVC	071	Φ63	57	54	74,0	PVC
015	Φ63	10	13	30,0	PVC	072	Φ63	61	57	16,5	PVC
016	Φ63	14	09	42,0	PVC	073	Φ63	56	55	63,0	PVC
017	Φ63	15	14	36,0	PVC	074	Φ63	57	56	27,0	PVC
018	Φ63	04	15	31,0	PVC	075	Φ63	58	41	38,0	PVC

019	Φ63	11	17	89,0	PVC	076	Φ63	58	56	67,5	PVC
020	Φ63	13	16	10,0	PVC	077	Φ63	59	58	17,5	PVC
021	Φ63	16	22	55,0	PVC	078	Φ90	59	60	35,0	PVC
022	Φ63	15	23	74,0	PVC	079	Φ110	62	59	48,0	PVC
023	Φ63	22	23	33,0	PVC	080	Φ110	03	62	99,0	PVC
024	Φ63	23	24	6,0	PVC	081	Φ63	60	61	56,0	PVC
025	Φ63	24	19	18,0	PVC	082	Φ63	60	63	34,0	PVC
026	Φ63	19	18	28,0	PVC	083	Φ63	63	64	46,0	PVC
027	Φ63	18	27	31,0	PVC	084	Φ63	64	65	28,0	PVC
028	Φ63	19	20	34,0	PVC	085	Φ63	65	66	14,0	PVC
029	Φ63	20	21	16,0	PVC	086	Φ63	66	68	81,0	PVC
030	Φ63	24	25	15,5	PVC	087	Φ63	68	69	20,0	PVC
031	Φ63	25	31	56,0	PVC	088	Φ63	53	68	12,0	PVC
032	Φ63	18	31	28,0	PVC	089	Φ63	65	67	17,0	PVC
033	Φ63	17	26	25,0	PVC	090	Φ63	67	69	68,0	PVC
034	Φ63	26	27	11,5	PVC	091	Φ63	69	70	46,0	PVC
035	Φ63	27	28	19,0	PVC	092	Φ63	70	71	10,0	PVC
036	Φ63	27	29	11,0	PVC	093	Φ63	70	72	93,0	PVC
037	Φ63	26	30	20,5	PVC	094	Φ63	73	72	54,0	PVC
038	Φ63	29	30	11,0	PVC	095	Φ63	71	73	53,0	PVC
039	Φ63	29	33	32,0	PVC	096	Φ63	74	73	120,0	PVC
040	Φ63	31	30	19,0	PVC	097	Φ63	52	74	13,0	PVC
041	Φ63	30	32	6,0	PVC	098	Φ63	2	75	213,0	PVC
042	Φ63	32	35	36,0	PVC	099	Φ63	75	76	97,0	PVC
043	Φ63	35	36	58,0	PVC	100	Φ63	76	77	36,0	PVC
044	Φ63	36	37	42,5	PVC	101	Φ63	77	78	39,0	PVC
045	Φ63	35	37	49,5	PVC	102	Φ63	63	78	96,0	PVC
046	Φ63	32	34	35,0	PVC	103	Φ63	78	79	136,0	PVC
047	Φ63	25	38	6,0	PVC	104	Φ63	79	80	36,0	PVC
048	Φ63	39	38	21,0	PVC	105	Φ63	79	80	53,0	PVC
049	Φ63	40	39	18,5	PVC	106	Φ63	72	81	42,0	PVC
050	Φ63	40	38	31,0	PVC	107	Φ63	81	82	80,0	PVC
051	Φ63	41	40	44,0	PVC	108	Φ63	82	83	67,0	PVC
052	Φ63	41	42	23,0	PVC	109	Φ63	82	84	69,0	PVC
053	Φ63	42	43	35,0	PVC	110	Φ90	75	85	163,0	PVC
054	Φ63	43	34	13,0	PVC	111	Φ90	85	84	137,0	PVC
055	Φ63	44	43	30,0	PVC	112	Φ90	84	86	146,0	PVC
056	Φ63	42	44	13,0	PVC	113	Φ90	86	87	700,0	PVC
057	Φ63	44	45	36,0	PVC	T1	Φ63	ΔΕΞ.	01	100,0	PVC
058	Φ63	34	46	45,0	PVC	T2	Φ140	ΔΕΞ.	02	120,0	PVC

Πίνακας 5.3 : Στοιχεία των αγωγών του δικτύου

5.4 ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ ΚΑΤΑ ΖΩΝΕΣ

Το πρόβλημα υδροδότησης του οικισμού είναι έντονο. Το δίκτυο δεν έχει τη δυνατότητα μόνιμης ροής λόγω κάποιων παραγόντων (μεγάλες απώλειες νερού λόγω κακής ένωσης των αγωγών, υπερκατανάλωση των συνδρομητών). Για αυτό το λόγο ο οικισμός του Μανδρακίου υδροδοτείται κατά περιοχές. Όλα τα κτίρια στο Μανδράκι διαθέτουν εσωτερική δεξαμενή, η οποία γεμίζει κατά τις ώρες που υδροδοτείται η κάθε συνοικία. Το μέγεθος των δεξαμενών ποικίλει. Τα παλαιότερα κτίρια έχουν εσωτερικές δεξαμενές χωρητικότητας από 10 έως 15 m³, ενώ τα πιο καινούργια διαθέτουν δεξαμενές χωρητικότητας από 3 έως 5 m³, λόγω του ότι χρησιμοποιούνται σαν παραθεριστικές κατοικίες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Η υδροδότηση των συνοικιών γίνεται σταδιακά και για να επιτευχθεί χρησιμοποιούνται οι δικλείδες του δικτύου (βάνες) οι οποίες ανοίγουν και κλείνουν ανάλογα με τη συνοικία που υδροδοτείται κάθε φορά. Οι συνοικίες που υδροδοτούνται είναι εννέα και η υδροδότηση τους γίνεται τις καθημερινές από τις 7.30 π.μ. έως τις 1.30 μ.μ. Τις υπόλοιπες ώρες της ημέρας το δίκτυο είναι κλειστό, όπως και κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου. Οι ώρες και οι περιοχές υδροδότησης φαίνονται παρακάτω :

- Δευτέρα 7:30 π.μ. - 11:00 π.μ. : Ποταμός
- Δευτέρα 11:00 π.μ. - 13:30 μ.μ. : Ηλικιωμένη
- Τρίτη 7:30 π.μ. - 11:00 π.μ. : Μύλος – Λαογραφικό μουσείο
- Τρίτη 11:00 π.μ. - 13:30 μ.μ. : Μύλος – Άγιος Σάββας
- Τετάρτη 7:30 π.μ. - 11:00 π.μ. : Ηλικιωμένη
- Τετάρτη 11:00 π.μ. - 13:30 μ.μ. : Τρούλλος
- Πέμπτη 7:30 π.μ. - 11:00 π.μ. : ξενοδοχείο Καρπαθάκης
- Πέμπτη 11:00 π.μ. - 13:30 μ.μ. : Λιμάνι - Μιραμάρε
- Παρασκευή 7:30 π.μ. - 11:00 π.μ. : Λαγκάδι – Πιαούλι (κάτω συνοικία)
- Παρασκευή 11:00 π.μ. - 13:30 μ.μ. : Λαγκάδι – Πιαούλι (πάνω συνοικία)

Η συνοικία ηλικιωμένη υδροδοτείται δύο φορές την εβδομάδα επειδή λειτουργούν εκεί εστιατόρια και καφεενεία που εξυπηρετούν αρκετούς ντόπιους κατοίκους και τουρίστες. Στους επόμενους χάρτες παρουσιάζονται οι παραπάνω περιοχές.

5.5 ΜΕΤΡΗΤΕΣ

Στον οικισμό του Μανδρακίου υπάρχουν 1027 συνδέσεις στο δίκτυο ύδρευσης. Κατά την επιτόπια έρευνα εντοπίστηκαν 944 υδρομετρητές. Η διαφορά με το πραγματικό αριθμό των συνδέσεων οφείλεται στο γεγονός ότι σε πολλά κτίρια υπάρχουν περισσότεροι του ενός υδρομετρητές (έχουν δηλαδή περισσότερες από μία παροχές νερού). Η σύνδεση με το δίκτυο γίνεται από το πιο κοντινό προς τον υδρολήπτη σημείο του δικτύου διανομής, με σωλήνα παροχής ½'', που τοποθετείται κάθετα προς τον αγωγό διανομής και καταλήγει στον υδρομετρητή. Επειδή οι υδρομετρητές στο Μανδράκι τοποθετούνται συνήθως στους τοίχους των κτιρίων και σε ύψος 30 με 50 cm πάνω από την επιφάνεια του δρόμου, οι σωλήνες παροχής συνδέονται με τους πρωτεύοντες αγωγούς με εκσκαφή περίπου 30 cm κάτω από την επιφάνεια του δρόμου και κατόπιν συνδέονται με τους υδρομετρητές. Οι παροχές κάθε κτιρίου καταλήγουν στις υπόγειες εσωτερικές δεξαμενές από τις οποίες το νερό φτάνει στο εσωτερικό των κτιρίων με τη βοήθεια ιδιωτικών αντλιών.



Εικόνα 5.4



Εικόνα 5.5

Εικόνες 5.4 & 5.5 : Υδρομετρητές στο Μανδράκι

Με βάση τη θέση στο χώρο των μετρητών και των αγωγών, μέσω της χωρικής ανάλυσης εγγύτερης γραμμικής οντότητας (αγωγοί) σε διαφορετικά σημειακά αντικείμενα (υδρομετρητές), υπολογίστηκε ο αριθμός των υδρομετρητών που συνδέονται με κάθε κόμβο. Ακολουθεί ο σχετικός χάρτης.

ΑΓΩΓΟΙ	ΜΕΤΡΗΤΕΣ	ΑΓΩΓΟΙ	ΜΕΤΡΗΤΕΣ	ΑΓΩΓΟΙ	ΜΕΤΡΗΤΕΣ
T1	0	038	4	077	4
T2	8	039	6	078	6
001	6	040	3	079	6
002	0	041	0	080	11
003	5	042	9	081	10
004	3	043	10	082	6
005	6	044	11	083	9
006	10	045	19	084	6
007	5	046	8	085	1
008	22	047	0	086	22
009	24	048	0	087	5
010	2	049	4	088	1
011	11	050	9	089	4
012	2	051	16	090	20
013	11	052	5	091	18
014	4	053	9	092	2
015	5	054	3	093	15
016	6	055	1	094	11
017	2	056	2	095	16
018	1	057	10	096	18
019	33	058	20	097	2
020	2	059	3	098	12
021	15	060	5	099	4
022	27	061	2	100	4
023	5	062	12	101	3
024	1	063	2	102	6
025	2	064	9	103	24
026	3	065	3	104	10
027	8	066	0	105	14
028	12	067	5	106	5
029	5	068	9	107	22
030	3	069	0	108	15
031	8	070	13	109	15
032	2	071	21	110	8
033	7	072	4	111	21
034	0	073	11	112	18
035	5	074	2	113	22
036	1	075	8		
037	3	076	15		

Πίνακας 5.4 : *Μετρητές συνδεδεμένοι στους αγωγούς*

5.6 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ

5.6.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΟΛΥΓΩΝΩΝ THIESSEN

Για τους 87 κόμβους των δικτύων δημιουργήθηκαν τα πολύγωνα Thiessen που αντιπροσωπεύουν τις περιοχές επιρροής κάθε κόμβου. Σε κάθε πολύγωνο ανήκει το μισό τμήμα των αγωγών που ενώνονται με αυτόν. Κάθε πολύγωνο έχει συγκεκριμένο εμβαδό και εσωκλείει συγκεκριμένο αριθμό υδρομετρητών. Στον παρακάτω χάρτη παρουσιάζονται τα πολύγωνα κάθε κόμβου και ο αριθμός των υδρομετρητών σε αυτά. Στην ουσία τα πολύγωνα χωρίζουν κάθε αγωγό σε δύο τμήματα. Η παροχή των αγωγών χωρίζεται έτσι, ανάλογα και συγκεντρώνεται στον ανάλογο κόμβο.

ΚΟΜΒΟΣ	ΕΜΒΑΔΟ ΠΟΛΥΓΩΝΟΥ THIESSEN (m ³)	ΜΕΤΡΗΤΕΣ	ΚΟΜΒΟΣ	ΕΜΒΑΔΟ ΠΟΛΥΓΩΝΟΥ THIESSEN (m ³)	ΜΕΤΡΗΤΕΣ	ΚΟΜΒΟΣ	ΕΜΒΑΔΟ ΠΟΛΥΓΩΝΟΥ THIESSEN (m ³)	ΜΕΤΡΗΤΕΣ
01	12201,82	3	31	882,81	13	60	1658,85	13
02	17651,12	14	32	454,11	8	61	1210,24	6
03	5164,72	4	33	368,97	8	62	6437,47	10
04	3910,32	8	34	784,91	9	63	5099,75	8
05	3954,88	5	35	1111,02	9	64	2352,83	7
06	4194,02	6	36	1767,97	10	65	1061,92	4
07	3507,67	19	37	1494,78	5	66	717,25	8
08	789,09	10	38	416,35	8	67	2749,52	15
09	1709,71	25	39	3046,02	7	68	492,91	9
10	886,42	15	40	1557,73	5	69	1797,30	30
11	750,10	11	41	1403,30	13	70	2036,28	12
12	1058,39	12	42	911,76	8	71	1697,69	17
13	680,38	9	43	825,53	8	72	2339,44	15
14	1279,37	7	44	814,54	9	73	2424,68	26
15	2411,34	15	45	987,83	9	74	353,24	1
16	1313,66	12	46	932,55	10	75	34857,85	10
17	1073,14	18	47	320,31	5	76	9485,54	7
18	611,80	4	48	381,42	8	77	5701,25	7
19	533,24	7	49	365,26	7	78	6781,24	19
20	516,97	10	50	773,52	5	79	4824,80	16
21	1521,94	21	51	631,62	11	80	4230,59	8
22	1083,17	12	52	207,20	1	81	2083,10	14
23	1078,05	10	53	194,02	2	82	5556,52	27
24	267,62	5	54	1263,10	18	83	1932,47	18
25	687,38	6	55	1255,27	10	84	7328,62	20
26	412,92	3	56	2159,80	25	85	51183,38	13
27	194,28	4	57	688,47	10	86	54607,66	31
28	410,40	4	58	1795,60	14	87	60327,70	4
29	280,30	6	59	1489,26	8			
30	169,18	5	60	1658,85	13			

Πίνακας 5.5 : Πολύγωνα Thiessen και αριθμός μετρητών που εσωκλείουν

5.6.2 ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Όσον αφορά τους αγωγούς του δικτύου μέσω της γραμμικής πυκνότητας μπορούμε να εκτιμήσουμε ποι οι αγωγοί έχουν περισσότερες συνδέσεις, και ανάλογα με το μήκος τους να εξετάσουμε αν η διάμετρός τους θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη. Η πυκνότητα σημείων (μετρητών) ανά γραμμικό στοιχείο (αγωγοί του δικτύου) εκφράζεται με το γραμμικό συντελεστή k , που αποτελεί μέτρο σύγκρισης της πυκνότητας. Ο k προκύπτει διαιρώντας το μήκος του αγωγού με τον αριθμό των μετρητών που εξυπηρετούνται από αυτόν και έχει μονάδες στην προκειμένη περίπτωση $m / \Sigma\text{ΗΜΕΙΟ}$. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο χάρτη 15.

ΑΓΩΓΟΣ	k (m/ΣΗΜΕΙΟ)	ΑΓΩΓΟΣ	k (m/ΣΗΜΕΙΟ)	ΑΓΩΓΟΣ	k (m/ΣΗΜΕΙΟ)	ΑΓΩΓΟΣ	k (m/ΣΗΜΕΙΟ)
113	31,82	111	6,52	072	4,13	058	2,25
018	31,00	056	6,50	011	4,09	060	2,00
055	30,00	097	6,50	013	4,00	002	-
099	24,25	040	6,33	042	4,00	034	-
110	20,38	010	6,25	067	4,00	T1	-
003	19,30	063	6,25	087	4,00	048	-
017	18,00	093	6,20	053	3,89	066	-
098	17,75	024	6,00	027	3,88	041	-
005	17,00	015	6,00	044	3,86	069	-
001	16,67	078	5,83	070	3,85	047	-
004	16,17	043	5,80	035	3,80		
102	16,00	073	5,73	105	3,79		
T2	15,00	082	5,67	086	3,68		
032	14,00	103	5,67	021	3,67		
085	14,00	081	5,60	107	3,64		
074	13,50	039	5,33	057	3,60		
101	13,00	068	5,33	104	3,60		
088	12,00	007	5,20	033	3,57		
036	11,00	030	5,17	071	3,52		
006	11,00	083	5,11	050	3,44		
026	9,33	020	5,00	062	3,42		
025	9,00	092	5,00	008	3,41		
100	9,00	094	4,91	090	3,40		
080	9,00	075	4,75	095	3,31		
106	8,40	084	4,67	029	3,20		
112	8,11	049	4,63	059	3,00		
012	8,00	052	4,60	061	3,00		
079	8,00	109	4,60	028	2,83		
014	7,75	076	4,50	009	2,75		
016	7,00	108	4,47	051	2,75		
031	7,00	064	4,44	038	2,75		
037	6,83	046	4,38	022	2,74		

096	6,67	077	4,38	019	2,70		
065	6,67	054	4,33	045	2,61		
023	6,60	089	4,25	091	2,56		

Πίνακας 5.6 : Γραμμική πυκνότητα αγωγών ως προς τους μετρητές

5.7 ΖΩΝΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

Δημιουργήθηκαν δύο χάρτες που απεικονίζουν τις ζώνες πίεσης που υπάρχουν στο δίκτυο του Μανδρακίου. Ο πρώτος αφορά τα ύψη πίεσης στους κόμβους του δικτύου υπό συνθήκες μόνιμης ροής και ο δεύτερος τα ύψη πίεσης υπό τις συνθήκες τις οποίες λειτουργεί το δίκτυο σήμερα (υδροδότηση κατά ζώνες). Τα ύψη πίεσης αυτά παρουσιάζονται για τις δυσμενέστερες καταστάσεις του δικτύου ύδρευσης (συνθήκες μέγιστης κατανάλωσης). Οι χάρτες παρουσιάζονται παρακάτω. Αξίζει να σημειωθεί ότι στον δεύτερο χάρτη φαίνονται και οι περιοχές υδροδότησης ώστε να μπορούμε να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα για τα ύψη πίεσης που έχουν οι κόμβοι κατά την αποσπασματική λειτουργία του δικτύου. Οι ισοϋψείς καμπύλες πίεσης έχουν χωριστεί σε έξι κλάσεις οι οποίες είναι :

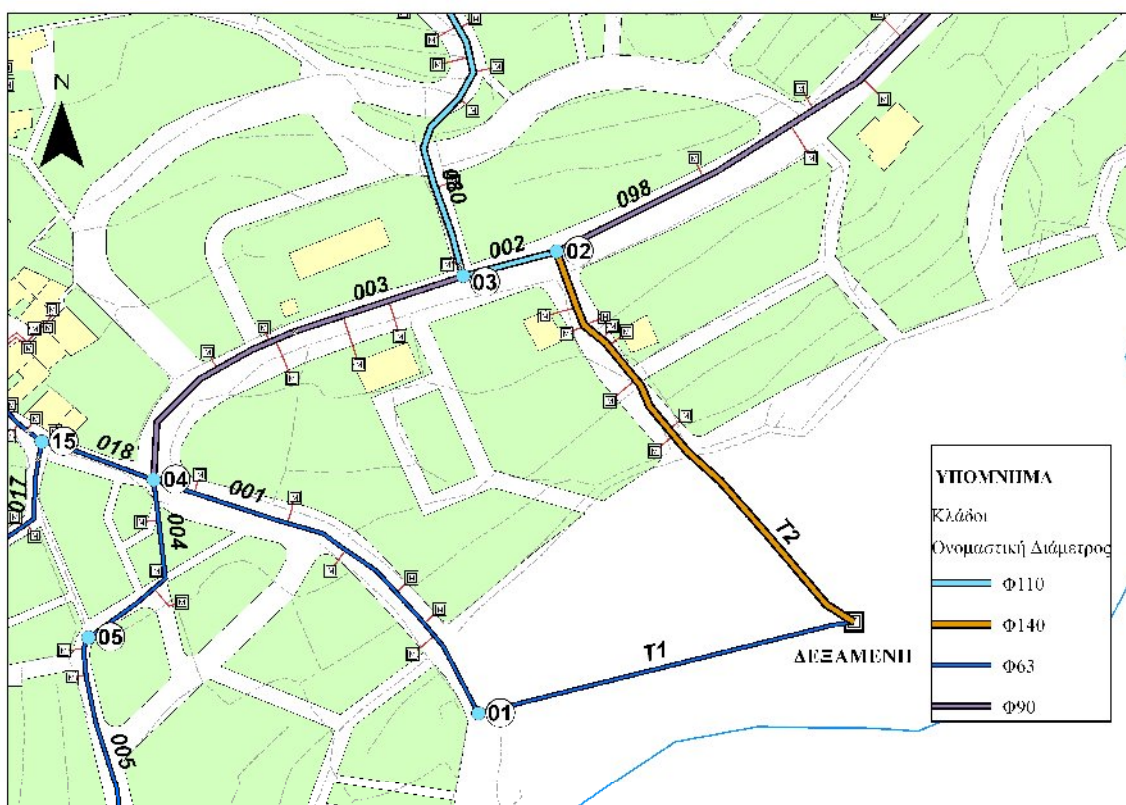
Κλάση	Ύψη πίεσης
1	0 m – 10 m
2	10 m – 20 m
3	20 m – 30 m
4	30 m – 40 m
5	40 m – 50 m
6	50 m – 60 m

Πίνακας 5.7 : Κλάσεις υψών πίεσης

Οι χάρτες αυτοί στην ουσία έχουν υπόβαθρα δεδομένων TIN τα οποία δημιουργήθηκαν με βάση τα ύψη πίεσης κάθε κόμβου.

5.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ερμηνεία των προηγούμενων χαρτών μπορούμε να εξάγουμε κάποια ασφαλή συμπεράσματα για το δίκτυο ύδρευσης του Μανδρακίου. Όσον αφορά το δίκτυο των αγωγών φαίνεται να καλύπτει την υπάρχουσα κατάσταση των κτιρίων, αν και η τοποθέτηση κάποιων επιπλέον αγωγών θα βοηθούσε στην καλύτερη διανομή του νερού, που σημαίνει ότι η καταπόνηση του υπάρχοντος δικτύου θα ήταν μικρότερη. Πρόβλημα υπάρχει όπως φαίνεται και παρακάτω και στον αγωγό T1 ο οποίος ενώ είναι τροφοδοτικός η διάμετρος του είναι $\Phi 63$ (57 mm) το οποίο ίσως δημιουργεί προβλήματα στο υπόλοιπο δίκτυο. Βέβαια η μεμονωμένη αλλαγή του σωλήνα T1 δεν αποτελεί λύση καθώς θα πρέπει να εξεταστούν και οι διάμετροι των αγωγών 1, 4, 18 καθώς και όλων των άλλων αγωγών που συνδέονται και η παροχή τους εξαρτάται από τον T1.



Σχήμα 5.1 : Διάμετροι αγωγών στην περιοχή της δεξαμενής

Επίσης από της διαφορές που παρατηρούμε ότι υπάρχουν με τη μελέτη του 1991, βλέπουμε ότι το κόμβο 62 με τον κόμβο 76 δεν κατασκευάστηκε τελικά, παρ' ότι η θέση του είναι στρατηγικής σημασίας για την αποφόρτιση του δικτύου.

Ο χάρτης με τις γραμμικές πυκνότητες των αγωγών μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι αγωγοί 60, και 58 έχουν τις περισσότερες συνδέσεις υδρομετρητών ανάλογα και με το μήκος τους. Ο 60 έχει μεν ονομαστική διάμετρο $\Phi 63$ αλλά το μήκος του είναι 10 m και οι υδρομετρητές που είναι συνδεδεμένοι είναι 5 οπότε δεν φαίνεται να δημιουργεί πρόβλημα στο δίκτυο. Ο αγωγός από την άλλη βρίσκεται πριν από τον 60 σύμφωνα με τη ροή του νερού στους αγωγούς και ίσως να δημιουργεί πρόβλημα και στον αγωγό 60 λόγω του ότι η διάμετρος του είναι $\Phi 63$. Σύμφωνα με το χάρτη

γραμμικής πυκνότητας παρατηρούμε ότι οι πιο φορτισμένες το Λαγκάδι (πάνω συνοικία) και η παραλία (πράγμα που είναι λογικό γιατί εκεί υπάρχει μεγάλη πυκνότητα κτιρίων και βρίσκονται και τα περισσότερα μαγαζιά του Μανδρακίου. Ο χάρτης των πολυγώνων Thiessen δείχνει τα ίδια αποτελέσματα. Αξίζει να σημειωθεί πως η κεντρική πλατεία του Μανδρακίου στην οποία βρίσκονται αρκετά μαγαζιά και σπίτια φαίνεται να έχει καλή διάταξη βρόγχων καθώς τόσο η γραμμική πυκνότητα των κλάδων, όσο και τα πολύγωνα των κόμβων της περιοχής αυτής δεν παρουσιάζουν αποτελέσματα που δείχνουν ιδιαίτερη φόρτιση του δικτύου.

Ο χάρτης με τη θέση των υδρομετρητών και με ποιους αγωγούς του δικτύου συνδέονται, εξυπηρετεί στο να γνωρίζουμε ποιοι αγωγοί είναι φορτισμένοι με παροχές καταναλωτών και στην περίπτωση που πρέπει να γίνουν νέες συνδέσεις στο δίκτυο, να προταθούν κατασκευές νέων αγωγών ώστε να μην επιβαρύνονται οι ήδη υπάρχοντες.

Οι θέσεις των δικλίδων στο δίκτυο του Μανδρακίου φαίνονται στους παραπάνω χάρτες και είναι εξαιρετικής σημασίας. Κατ' αρχήν μας βοηθούν στο να κατανοήσουμε το πως απομονώνονται οι περιοχές υδροδότησης κατά τη διάρκεια λειτουργίας του δικτύου. Επίσης ο χάρτης που δείχνει τις δικλίδες μπορεί να βοηθήσει στην έγκαιρη απομόνωση κλάδων που έχουν υπέστη θραύση και κατά συνέπεια στην ελαχιστοποίηση των απωλειών νερού, που είναι εξαιρετικά σημαντικό για την περιοχή του Μανδρακίου, όπου το νερό δεν είναι άφθονο.

Όσον αφορά τις ζώνες πίεσης, οι χάρτες που δημιουργήθηκαν μας οδηγούν σε συμπεράσματα για το πώς κατανέμονται οι πιέσεις στο δίκτυο για συνθήκες μόνιμης ροής και για την τωρινή λειτουργία του δικτύου. Παρατηρούμε κάποιες σημαντικές διαφορές στους δύο αυτούς χάρτες. Από τον χάρτη που αφορά της συνθήκες μόνιμης ροής βλέπουμε πως αν επιτευχθεί αυτή οι πιέσεις που θα δημιουργηθούν θα είναι μεγαλύτερες από αυτές που δημιουργούνται κατά την αποσπασματική λειτουργία του δικτύου, πράγμα που σημαίνει ότι το δίκτυο των αγωγών θα καταπονηθεί ακόμα περισσότερο.

Το δίκτυο του Μανδρακίου από χωρική άποψη καλύπτει περίπου 380,919 στρέμματα με 5964 m συνολικό μήκος αγωγών. Οι 1027 συνδέσεις βρίσκονται κατά μήκος όλων των αγωγών του δικτύου εκτός από τον T1 που αποτελεί τροφοδοτικό αγωγό του δικτύου και συνδέεται με τη δεξαμενή.

Οι παραπάνω αναλύσεις που έγιναν για το δίκτυο ύδρευσης του Μανδρακίου είναι εξαιρετικά χρήσιμες, και η δημιουργία του ΓΣΠ του δικτύου αποτελεί τεράστια παρακαταθήκη για το μέλλον. Η σωστή του χρήση και κατανόηση του ΓΣΠ, μπορεί να βοηθήσει όποιον ενδιαφέρεται να ασχοληθεί με το δίκτυο αυτό είτε για τη τροποποίηση του είτε απλώς για τη μελέτη του. Το ότι δεν υπήρχε κανένα στοιχείο προηγουμένως για το δίκτυο ύδρευσης του Μανδρακίου, πέρα από μία αποσπασματικώς κατασκευασμένη μελέτη και την εμπειρία των ντόπιων κατοίκων που ασχολούνται με αυτό, φανερώνει την σημασία της δημιουργίας αυτής της γεωβάσης δεδομένων.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Αυτή η διπλωματική εργασία προσπαθεί να παρουσιάσει και να αναλύσει τα πλεονεκτήματα και τις δυνατότητες που παρουσιάζουν τα ΓΣΠ που αφορούν δίκτυα ύδρευσης οικισμών. Από τις παραπάνω αναλύσεις συνειδητοποιεί κανείς τις τεράστιες ευκολίες που μπορούν να παρέχουν σήμερα οι τεχνολογίες των ΓΣΠ. Βέβαια οι δυνατότητές τους στα δίκτυα ύδρευσης είναι αμέτρητες και για αυτό έγινε μία προσπάθεια παρουσίασης των πιο βασικών.

Το γεγονός ότι η χρήση των ΓΣΠ έχει αυξηθεί ραγδαία σε πολλές εφαρμογές είναι στοιχείο της απήχησης τους. Επίσης οι εξελίξεις που παρουσιάζονται τόσο στα δίκτυα ύδρευσης και στα ΓΣΠ φανερώνει ότι η σύνδεση των δύο θα πρέπει να είναι συνεχής.

Η χρήση όμως των ΓΣΠ στα δίκτυα ύδρευσης θα πρέπει να αποτελεί μέσο για την κατανόηση και ανάλυση της λειτουργίας τους και όχι αυτοσκοπό. Η στείρα εξαγωγή συμπερασμάτων μπορεί να οδηγήσει σε λάθος κατευθύνσεις για αυτό είναι πάντα απαραίτητη η ανθρώπινη κρίση και εμπειρία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΑ – ΣΥΓΓΡΑΜΜΑΤΑ

- Αφτιάς Μ. 1992, *Υδρεύσεις*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Γιακουμάκης Σ. 2008, *Μέθοδοι Ελέγχου και Διαρροών στα Δίκτυα Υδρευσης*, Αθήνα, Τομέας Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ
- Ευστρατιάδης Α. & Κουτσογιάννης Δ. 2005, *Τυπικά Υδραυλικά Έργα (Σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος)*, ΕΜΠ ΣΠΜ, Αθήνα
- Κουτσόπουλος Κ. 2002, *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου*, Παπασωτηρίου, Αθήνα
- Κουτσόπουλος Κ. & Ανδρουλακάκης Ν. 2005, *Εφαρμογές του Λογισμικού ArcGIS 9x με Απλά Λόγια*, Παπασωτηρίου, Αθήνα
- Μαντόγλου Α. 2004, *Μηχανική Ρευστών και Εφαρμοσμένη Υδραυλική*, Αθήνα, ΕΜΠ
- Μηνάς Α. 2008, Διπλωματική Εργασία, *Διερεύνηση του Υδρευτικού Συστήματος της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου*, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Σχολή Πολ. Μηχανικών
- Ναλμπαντης Ι. 2007, *Προστασία και Διαχείριση Υδατικών Πόρων*, Αθήνα, ΕΜΠ
- Παλαιογιάννης Α. 2002, Διπλωματική Εργασία, *Επίλυση Εσωτερικού Δικτύου Υδρευσης της Πόλης των Καλαβρύτων*, Τομέας Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, ΣΑΤΜ, ΕΜΠ
- Παντοκράτορας Α. 1997, *Υδρεύσεις Πόλεων, Τόμος Ι, Θεωρία*, Ξάνθη, ΔΠΘ
- Παντοκράτορας Α. 1997, *Υδρεύσεις Πόλεων, Τόμος Ι Ι, Παραδείγματα*, Ξάνθη, ΔΠΘ
- Τσακίρης Γ. 2006, *Υδραυλικά Έργα Σχεδιασμός & Διαχείριση, Τόμος ΙΙ, Συμμετρία*, Αθήνα
- Τσακίρης Γ. 2004, *Υδρεύσεις Οικισμών (Σημειώσεις από τις παραδόσεις του μαθήματος)*, Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, ΣΑΤΜ ΕΜΠ
- Burrough P., 1986, *Principles of GIS for Land Resources Assessment*, Claredon Press, London, Oxford
- Cabrera E. and Martinez F. 1993, *Water Supply Systems*, Computational Mechanics Publications, Southampton Boston
- Carver J.S., 1992, *Integrating Multi-Criteria Evaluation with GIS*, International Journal of GIS, Vol. 5, N.3, pp 321-339

Goodchild M., 1992, *An Overview and Definition of GIS, In Principles and Applications of GIS: Theory and Practice*, pp 5-11, Taylor & Francis

Haestad Methods, Strafaci, Adam M., Walski, Thomas M. 2003, *Advanced Water Distribution Modeling and Management*, Haestad Press, Waterbury CT USA

Tomlin D., 1990, *Geographic Information Systems and Cartography Modeling*, Prentice Hall

Jeppson R.W. 1976, *Analysis of Flow in Pipe Networks*, Butterworth-Heinemann

Mays L. 1999, *Water Distribution Systems Handbook*, Department of Civil and Environmental Engineering Arizona State University, Temple, Arizona

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΑΡΘΡΑ

Αναγνωστόπουλος Κ. & Μυλωνόπουλος Π. 2000, *Χαρτογράφηση Πολεοδομικού Συγκροτήματος και Σύστημα Διαχείρισης των Δικτύων ΔΕΥΑ*, Εργαστήριο Οργάνωσης & Προγραμματισμού, Τμήμα Πολ. Μηχανικών Δ.Π.Θ., Θεσσαλονίκη

Καλύβας Π. 2000, *Τα ΓΣΠ στη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων*, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, ΔΠΘ

Σπυράκος Ι., Μανάσης Ν. & Κουτσογιάννης Δ. 1991, *Ανάπτυξη Γεωγραφικού Συστήματος Υδρολογικών Πληροφοριών*, ΕΜΠ, Σχολή Πολ. Μηχανικών

Χατζηχρήστος Δ. 1995, *Διερεύνηση του Σχεδιασμού Δικτύων Αποχέτευσης Ομβρίων με Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας*, ΕΜΠ, Αθήνα

Bartolin H., Martinez F. 2005, *Modelling and Calibration of Water Distribution Systems. A New GIS Approach.*, Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente, Valencia

Kala K. Fleming, Rich W. Gullick, Joseph P. Dugandzic, Mark W. LeChevallier of American Water 2005, *Susceptibility of Potable Water Distribution Systems to Negative Pressure Transients*, New Jersey Department of Environmental Protection

Labadie J. & Herzog M. 2001, *Optimal Design of Water Distribution Networks with GIS*, Dept. of Civil Engineering, Colorado State University

Taylor B. 2005, *Comprehensive Water Resources Management through GIS*, Institute Ecology, The University of Georgia

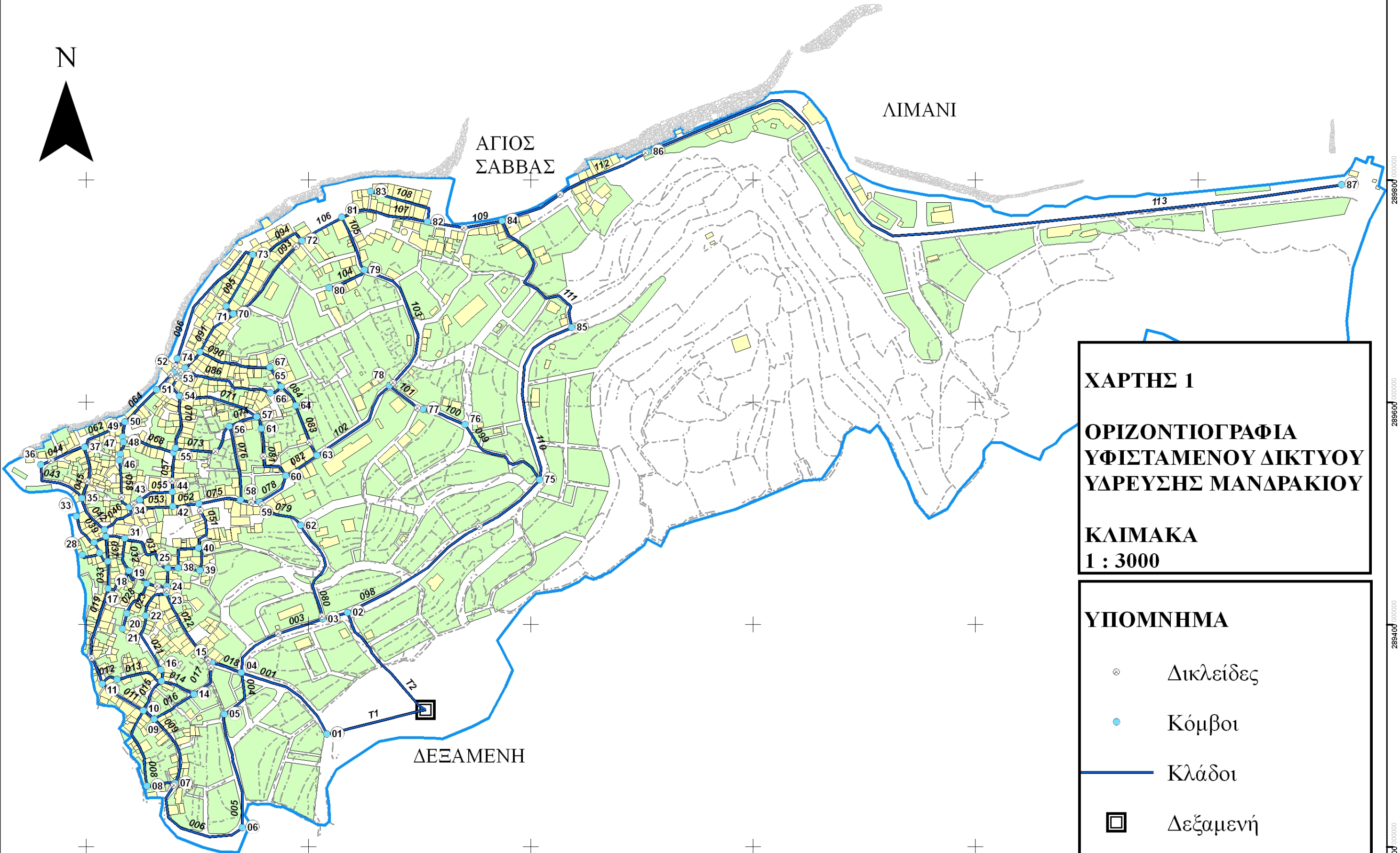
Vairavamoorthy K. 2006, *GIS in Design and Asset Management of Intermittent Water Distribution Systems*, South Bank University, London

237000 237200 237400 237600 237800 238000



ΑΓΙΟΣ
ΣΑΒΒΑΣ

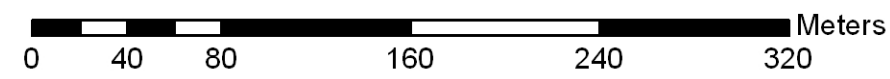
ΛΙΜΑΝΙ



ΧΑΡΤΗΣ 1
ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΑΝΔΡΑΚΙΟΥ
ΚΛΙΜΑΚΑ
1 : 3000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ⊗ Δικλείδες
- Κόμβοι
- Κλάδοι
- ◻ Δεξαμενή
- Κτίρια
- Οικοδομικές γραμμές



237000 237200 237400 237600 237800 238000

237000 237200 237400 237600 237800 238000



ΑΓΙΟΣ
ΣΑΒΒΑΣ





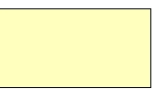
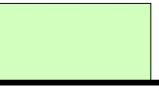
ΛΙΜΑΝΙ

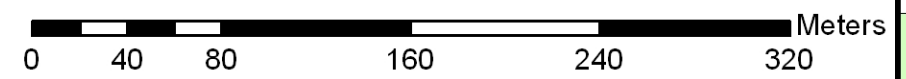
ΧΑΡΤΗΣ 2

**ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ (1991) ΚΑΙ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΑΝΔΡΑΚΙΟΥ**

**ΚΛΙΜΑΚΑ
1 : 3000**

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

-  Κόμβοι
-  Κλάδοι
-  Κλάδοι που δεν κατασκευάστηκαν
-  Δεξαμενή
-  Κτίρια
-  Οικοδομικές γραμμές



237000 237200 237400 237600 237800 238000

289600

289600

289400

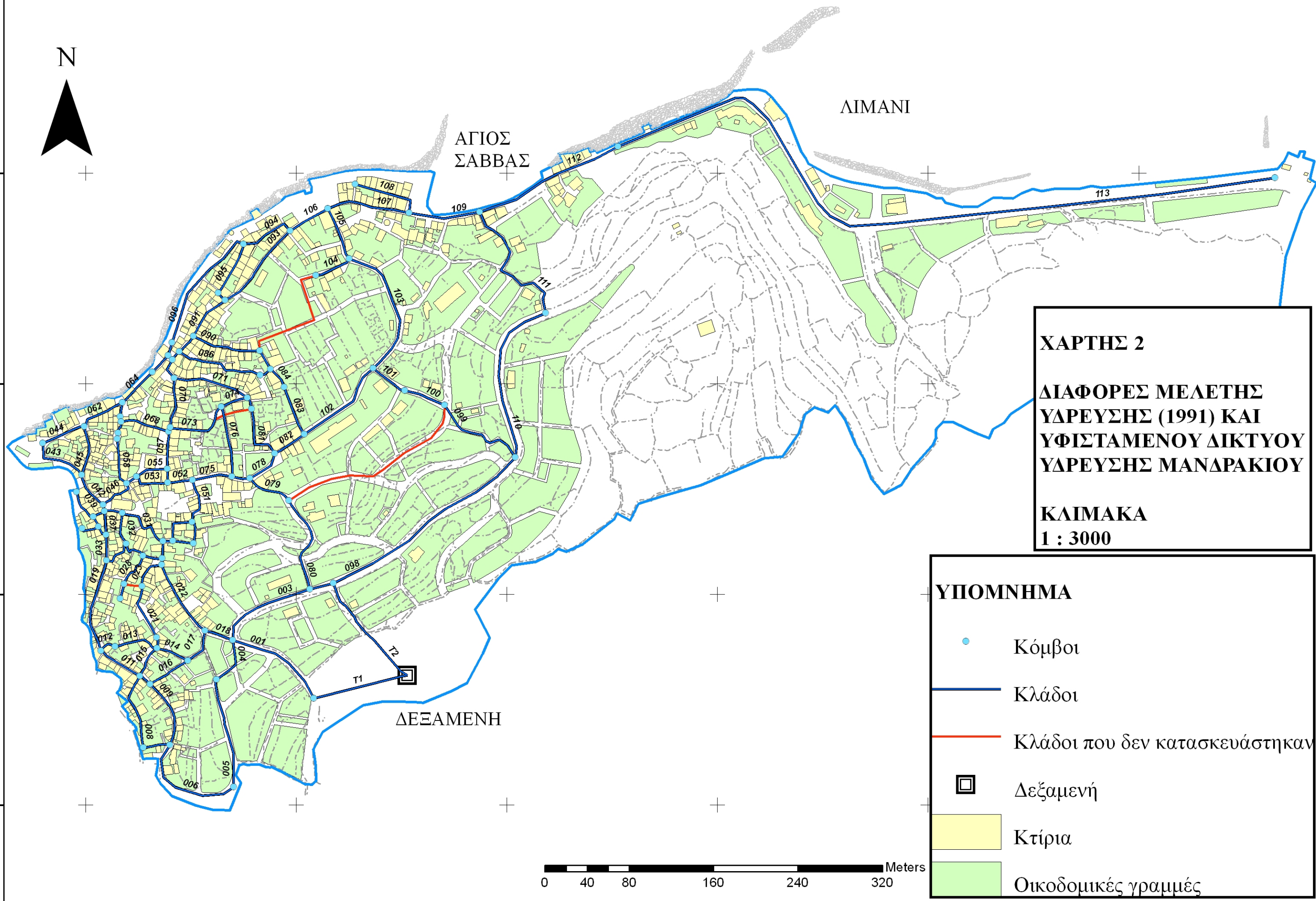
289200

289600

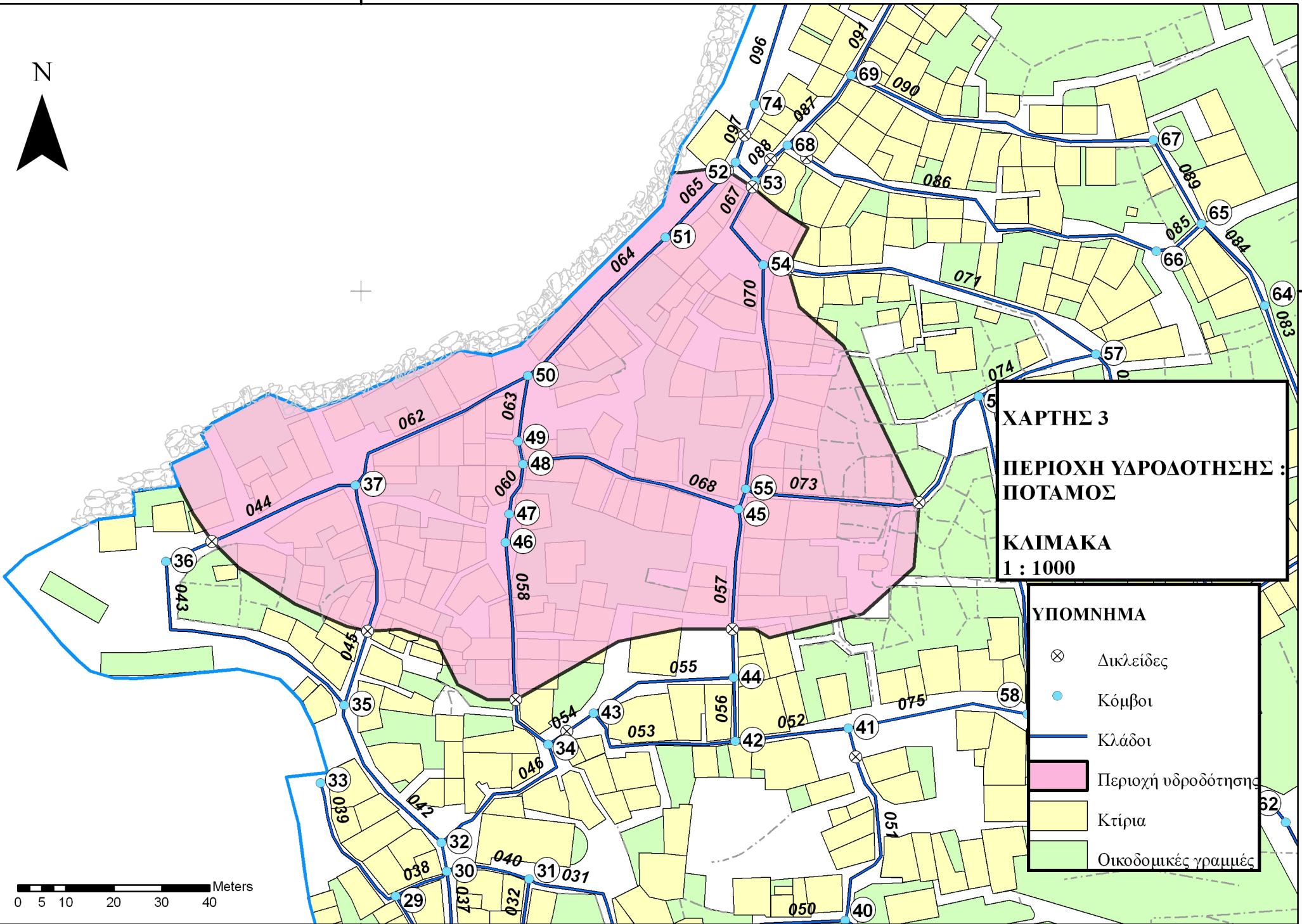
289600

289400

289200



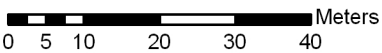
N

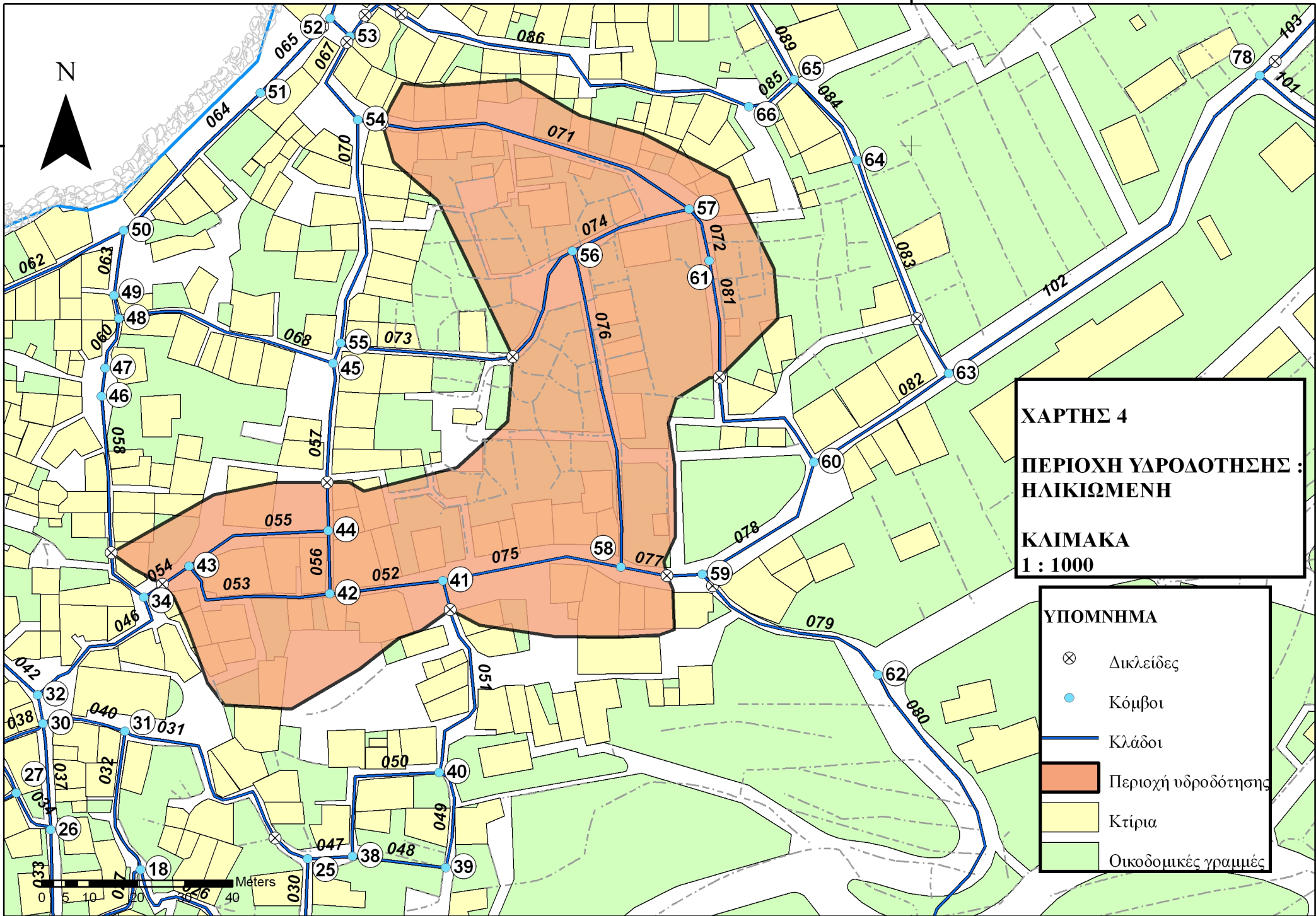


ΧΑΡΤΗΣ 3
ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ :
ΠΟΤΑΜΟΣ
ΚΑΙΜΑΚΑ
1 : 1000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ⊗ Δικλείδες
- Κόμβοι
- Κλάδοι
- Περιοχή υδροδότησης
- Κτίρια
- Οικοδομικές γραμμές



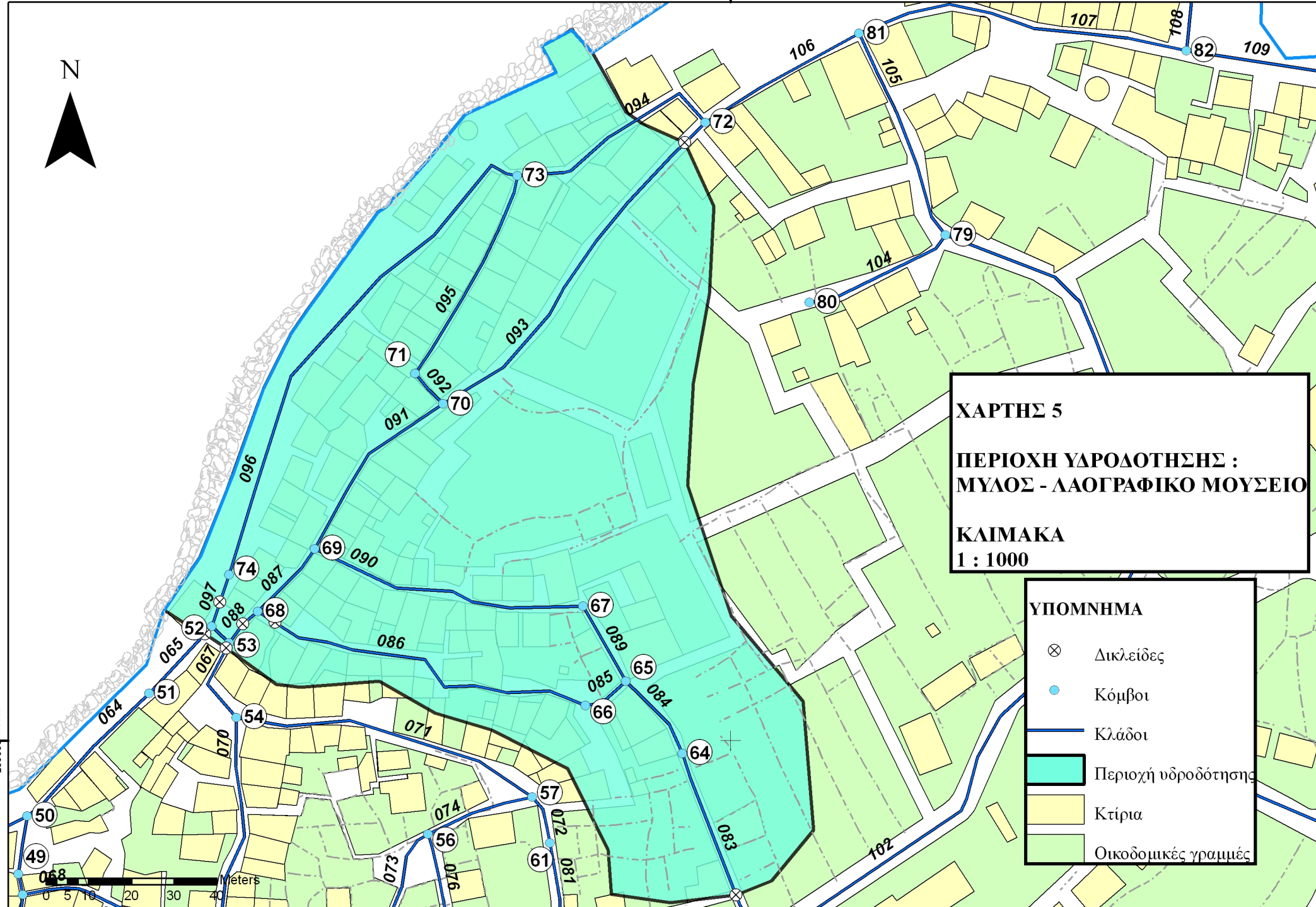


ΧΑΡΤΗΣ 4
ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ :
ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΗ
ΚΑΙΜΑΚΑ
1 : 1000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ⊗ Δικλείδες
- Κόμβοι
- Κλάδοι
- Περιοχή υδροδότησης
- Κτίρια
- Οικοδομικές γραμμές

237200 000000



ΧΑΡΤΗΣ 5
ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ :
ΜΥΛΟΣ - ΛΑΟΓΡΑΦΙΚΟ ΜΟΥΣΕΙΟ
ΚΑΙΜΑΚΑ
1 : 1000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ⊗ Δικλείδες
- Κόμβοι
- Κλάδοι
- Περιοχή υδροδότησης
- Κτίρια
- Οικοδομικές γραμμές

289600 000000

289600 000000

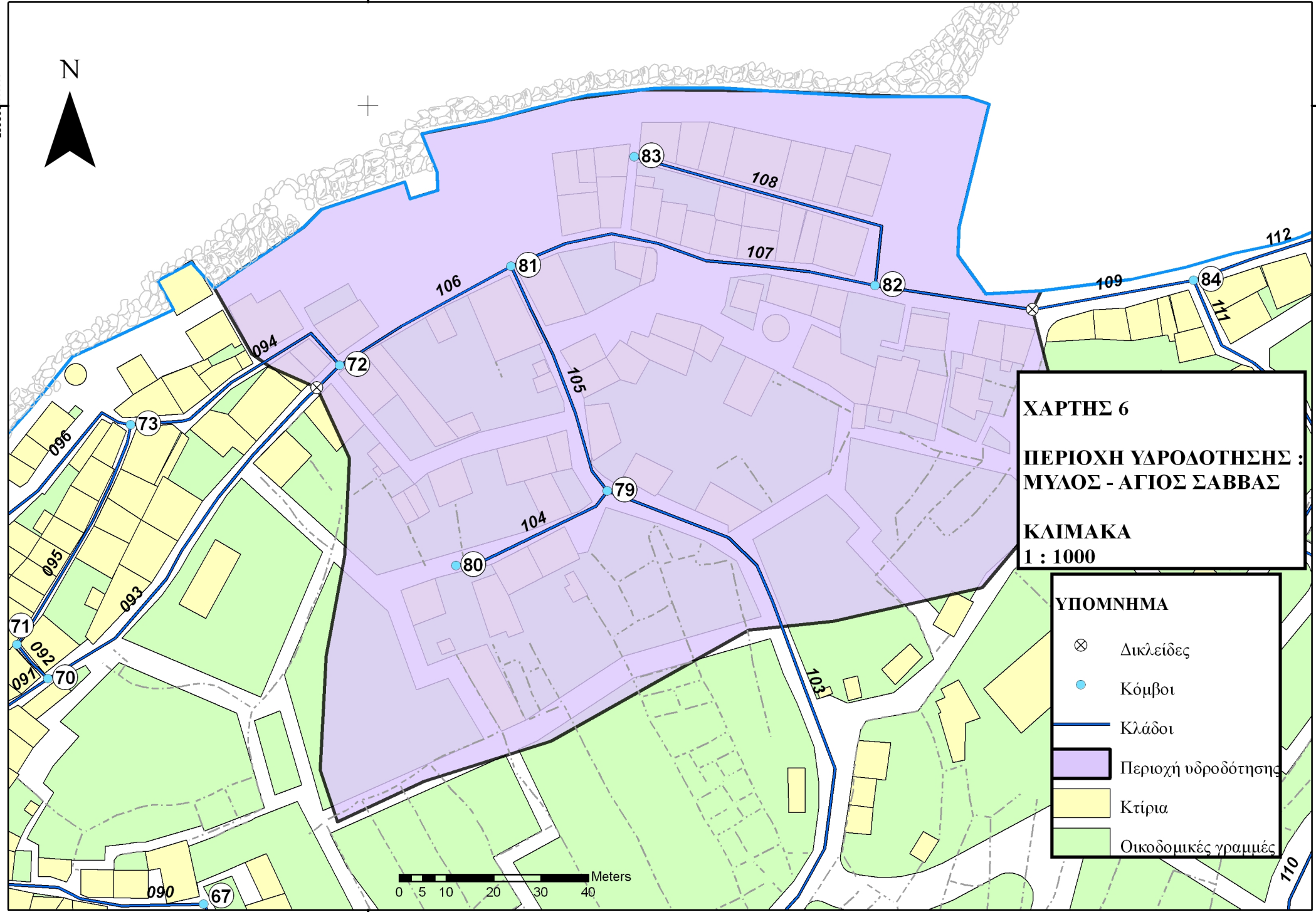
237200 000000



237200 000000

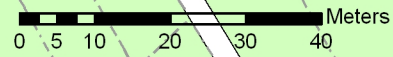
289800 000000

289800 000000

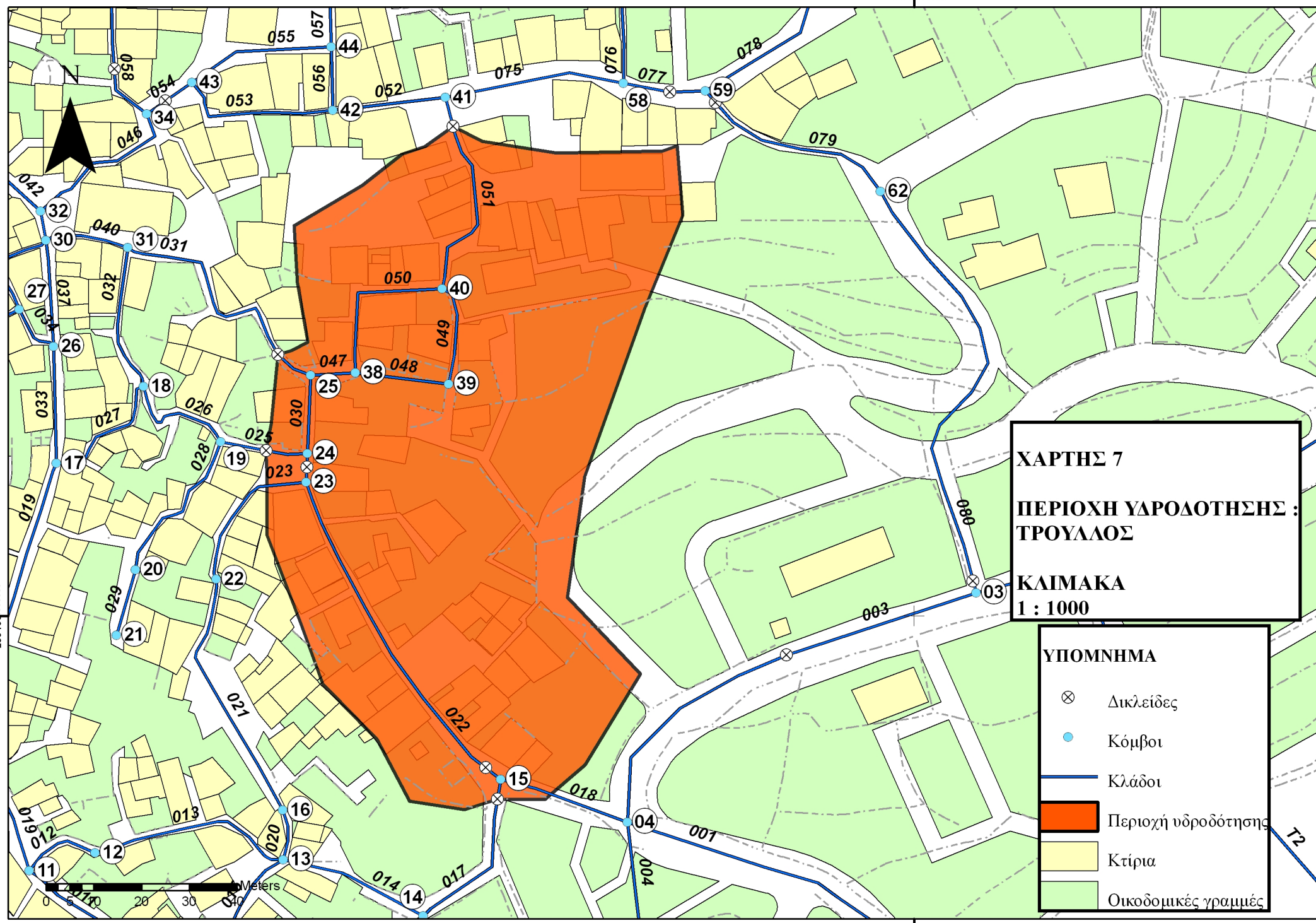


ΧΑΡΤΗΣ 6
ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ :
ΜΥΛΟΣ - ΑΓΙΟΣ ΣΑΒΒΑΣ
ΚΛΙΜΑΚΑ
1 : 1000

- ΥΠΟΜΝΗΜΑ**
- ⊗ Δικλείδες
 - Κόμβοι
 - Κλάδοι
 - Περιοχή υδροδότησης
 - Κτίρια
 - Οικοδομικές γραμμές



237200 000000

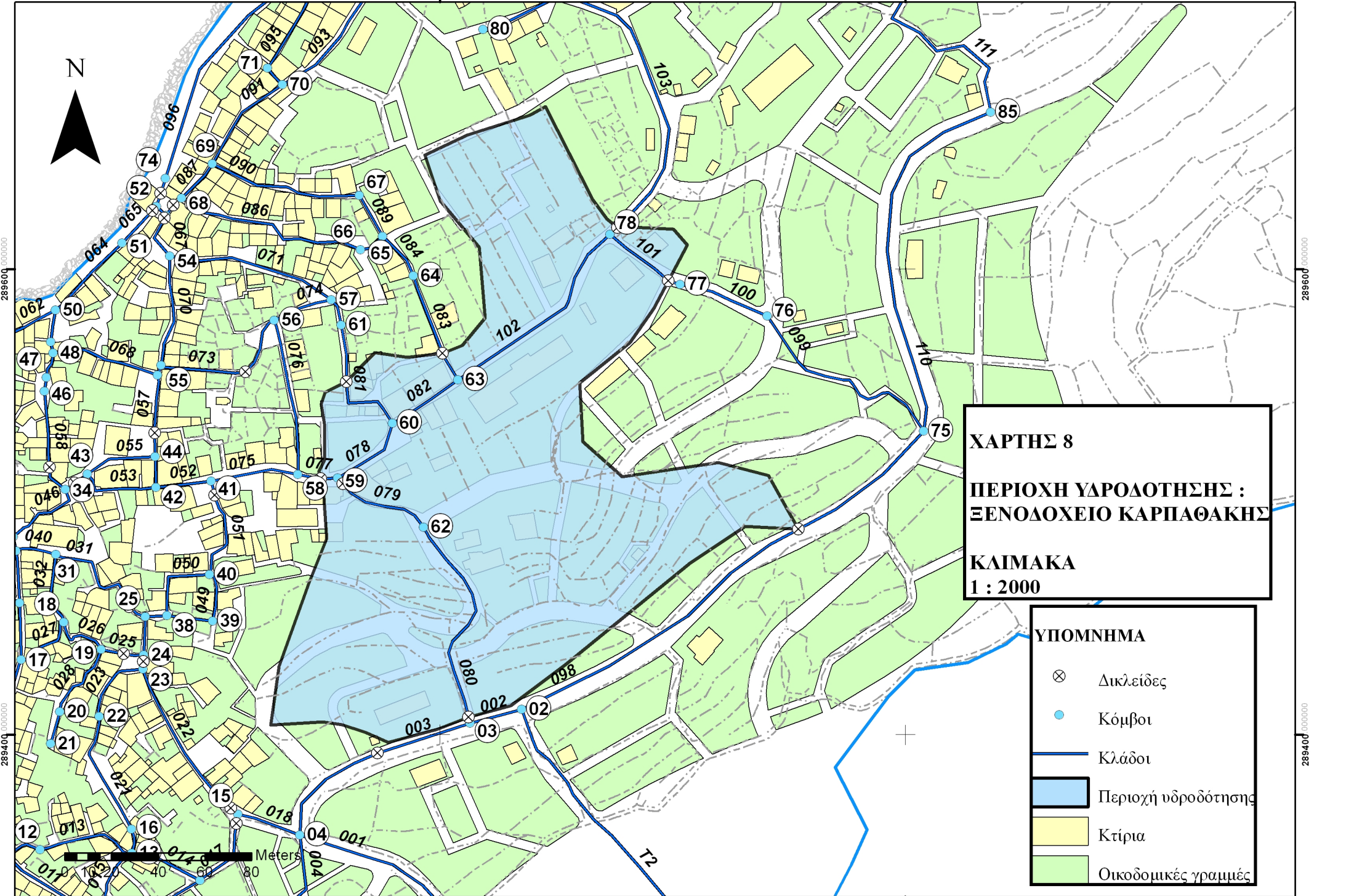


ΧΑΡΤΗΣ 7
ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ :
ΤΡΟΥΛΛΟΣ
ΚΛΙΜΑΚΑ
1 : 1000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ⊗ Δικλείδες
- Κόμβοι
- Κλάδοι
- Περιοχή υδροδότησης
- Κτίρια
- Οικοδομικές γραμμές





ΧΑΡΤΗΣ 8
ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ :
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΚΑΡΠΑΘΑΚΗΣ
ΚΑΙΜΑΚΑ
1 : 2000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ⊗ Δικλείδες
- Κόμβοι
- Κλάδοι
- Περιοχή υδροδότησης
- Κτίρια
- Οικοδομικές γραμμές

237200.000000 237400.000000 237600.000000 237800.000000 238000.000000 238200.000000

290000.000000

289800.000000

289600.000000

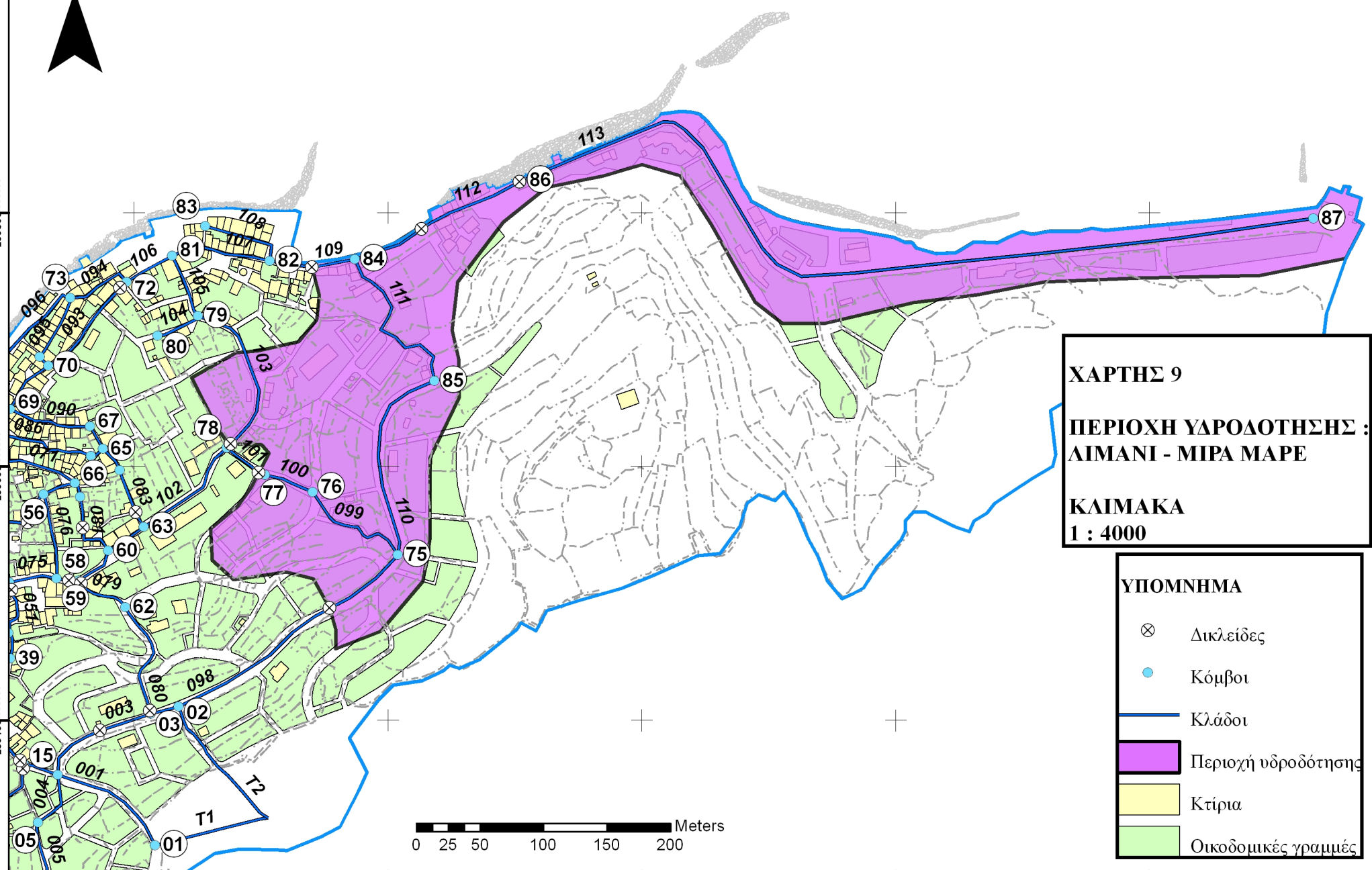
289400.000000

290000.000000

289800.000000

289600.000000

289400.000000



ΧΑΡΤΗΣ 9
ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ :
ΔΙΜΑΝΙ - ΜΙΡΑ ΜΑΡΕ
ΚΛΙΜΑΚΑ
1 : 4000

- ΥΠΟΜΝΗΜΑ**
- ⊗ Δικλείδες
 - Κόμβοι
 - Κλάδοι
 - Περιοχή υδροδότησης
 - Κτίρια
 - Οικοδομικές γραμμές

0 25 50 100 150 200 Meters

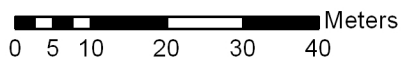
237200.000000 237400.000000 237600.000000 237800.000000 238000.000000 238200.000000



237000.000000

289400.000000

289400.000000

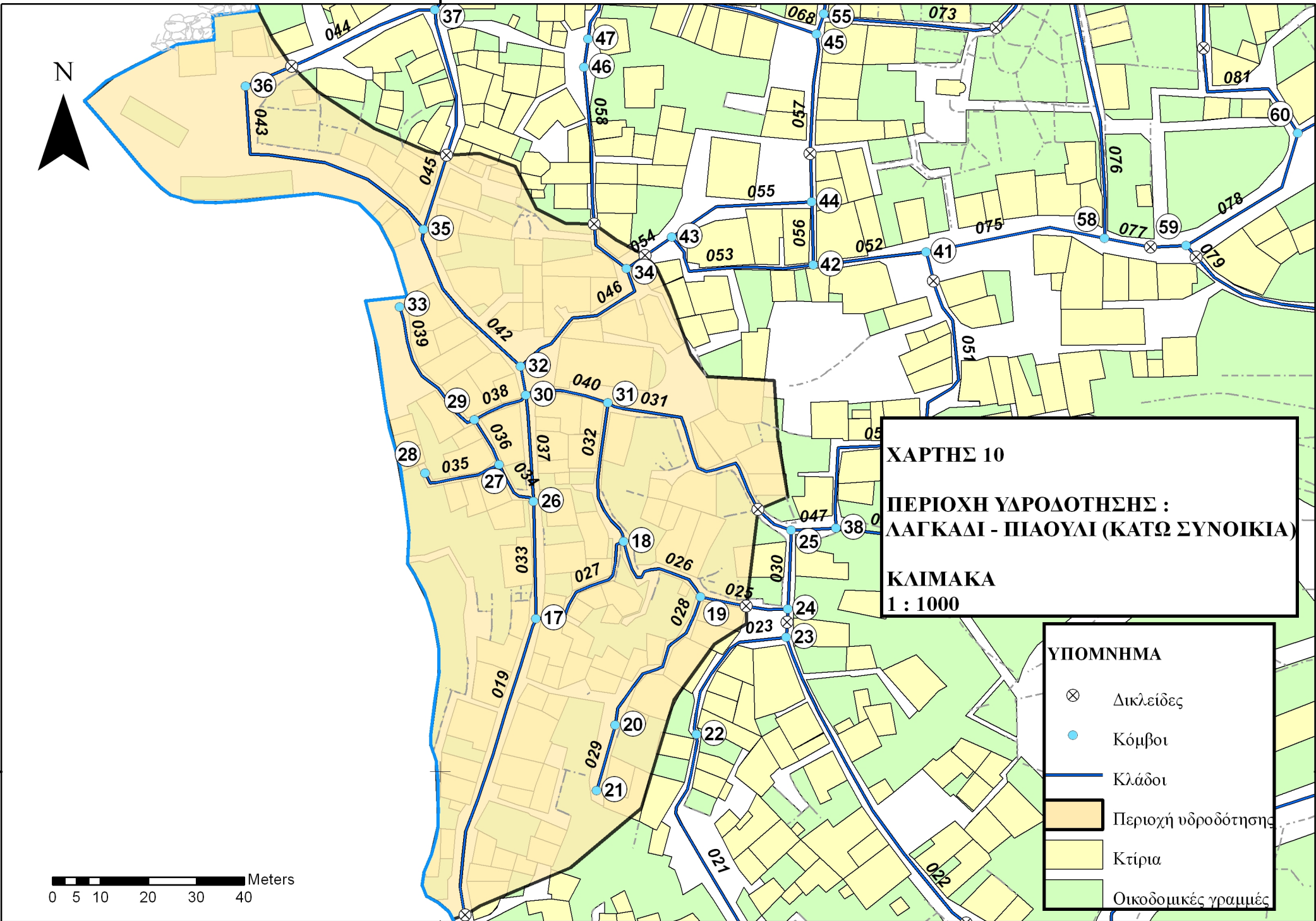


237000.000000

ΧΑΡΤΗΣ 10
ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ :
ΛΑΓΚΑΔΙ - ΠΙΑΟΥΛΙ (ΚΑΤΩ ΣΥΝΟΙΚΙΑ)
ΚΛΙΜΑΚΑ
1 : 1000

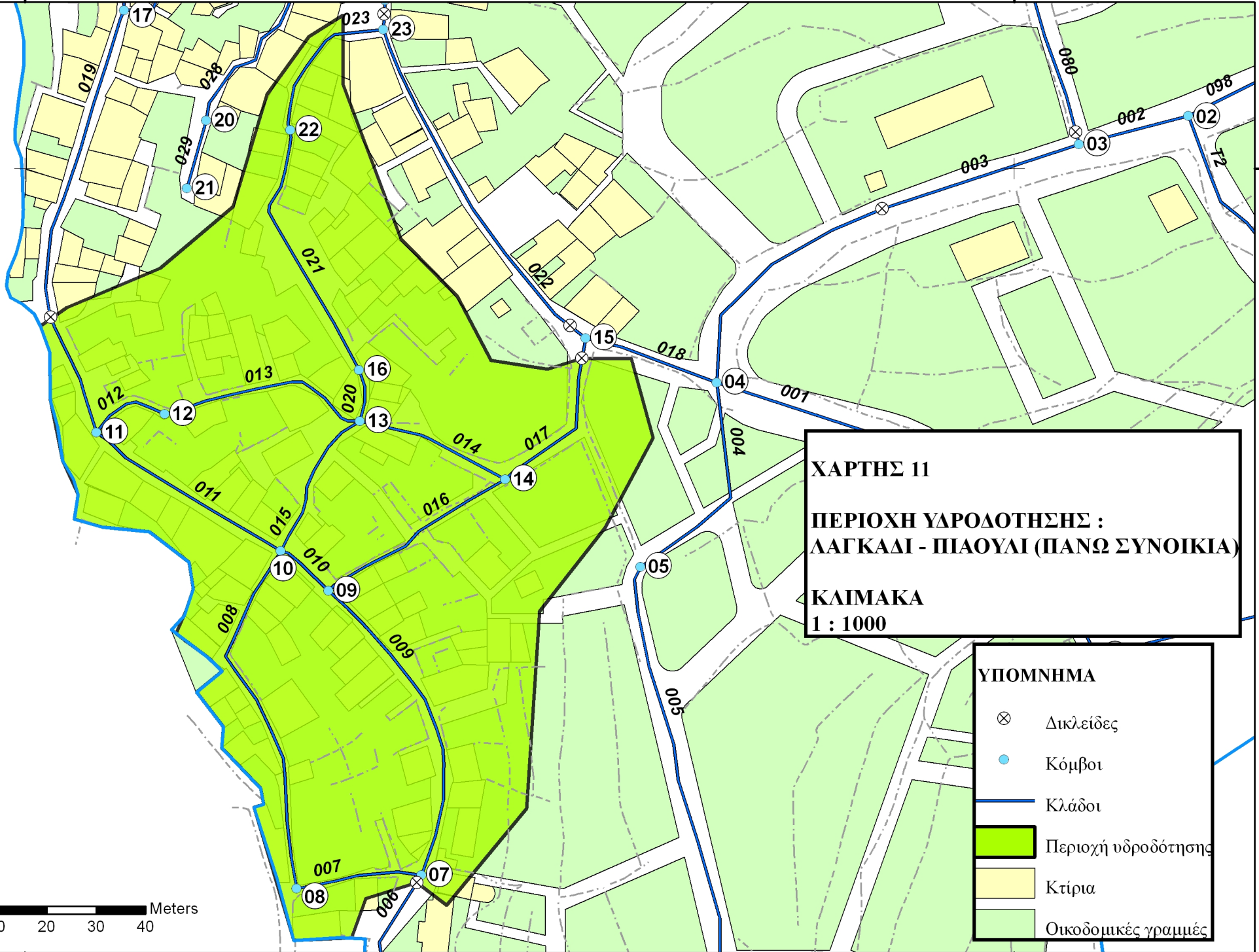
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ⊗ Δικλείδες
- Κόμβοι
- Κλάδοι
- Περιοχή υδροδότησης
- Κτίρια
- Οικοδομικές γραμμές



237000 000000

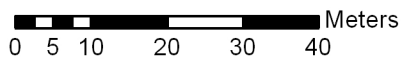
237200 000000



ΧΑΡΤΗΣ 11
ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ :
ΛΑΓΚΑΔΙ - ΠΙΑΟΥΛΙ (ΠΑΝΩ ΣΥΝΟΙΚΙΑ)
ΚΛΙΜΑΚΑ
1 : 1000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	Δικλείδες
	Κόμβοι
	Κλάδοι
	Περιοχή υδροδότησης
	Κτίρια
	Οικοδομικές γραμμές



237000 000000

237200 000000

237000 000000 237200 000000 237400 000000 237600 000000 237800 000000 238000 000000



289800 000000

289600 000000

289400 000000

289200 000000

289800 000000

289600 000000

289400 000000

289200 000000

ΑΓΙΟΣ
ΣΑΒΒΑΣ

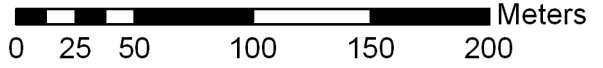
ΛΙΜΑΝΙ

ΧΑΡΤΗΣ 12
ΥΔΡΟΜΕΤΡΗΤΕΣ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΑΝΔΡΑΚΙΟΥ

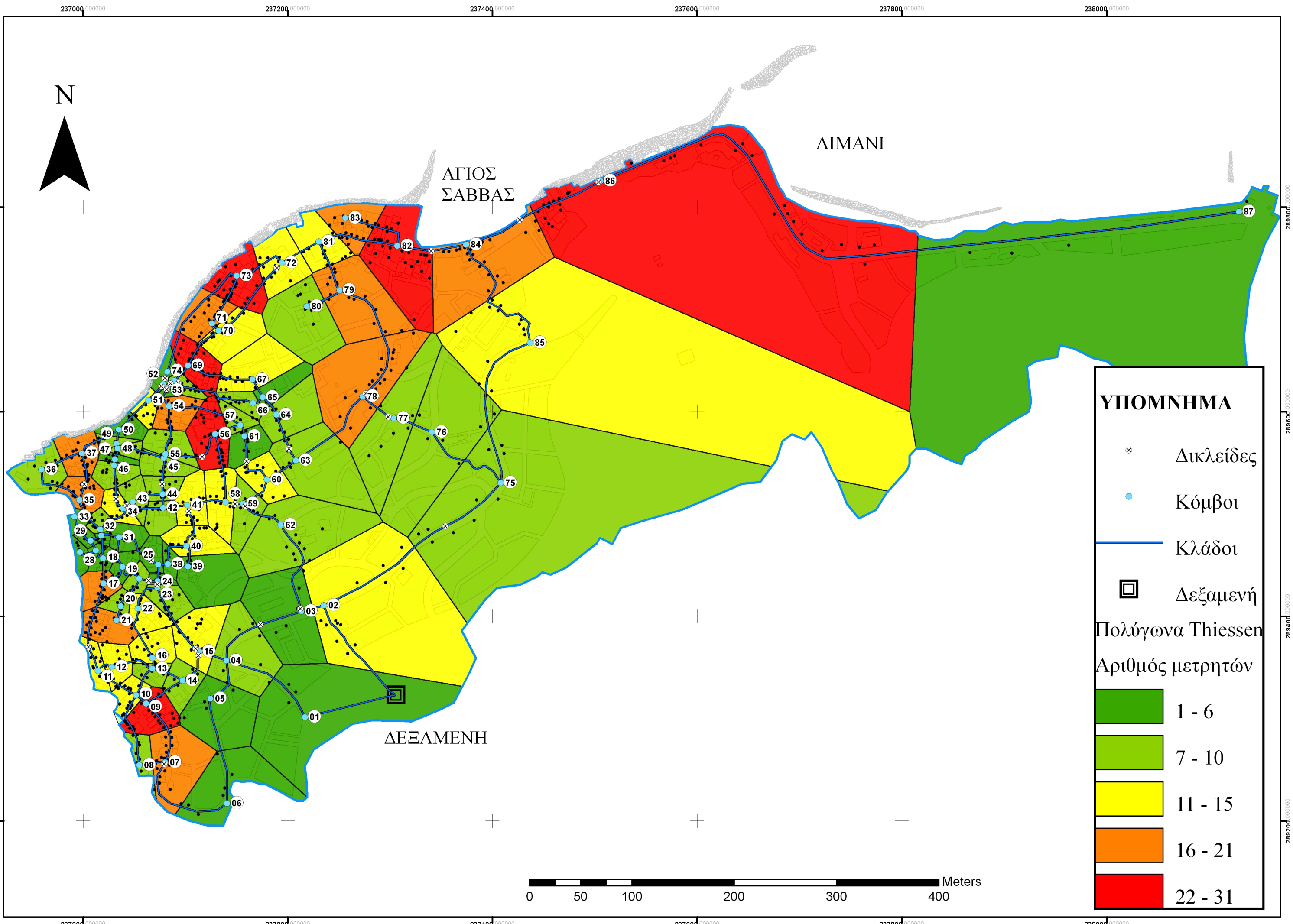
ΚΛΙΜΑΚΑ
1 : 3000

- ΥΠΟΜΝΗΜΑ**
- ⊗ Δικλείδες
 - Κόμβοι
 - Κλάδοι
 - ◻ Δεξαμενή
 - Υδρομετρητές
 - Αγωγοί παροχής

ΔΕΞΑΜΕΝΗ



237000 000000 237200 000000 237400 000000 237600 000000 237800 000000 238000 000000



237000 237200 237400 237600 237800 238000

N

ΑΓΙΟΣ
ΣΑΒΒΑΣ

ΛΙΜΑΝΙ

ΔΕΞΑΜΕΝΗ

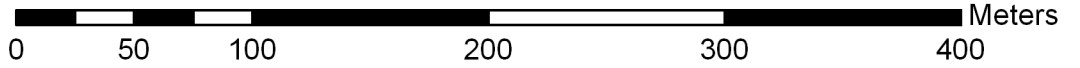
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ⊗ Δικλείδες
- Κόμβοι
- Κλάδοι
- ◻ Δεξαμενή

Πολύγωνα Thiessen

Αριθμός μετρητών

	1 - 6
	7 - 10
	11 - 15
	16 - 21
	22 - 31



237000 237200 237400 237600 237800 238000

289800

289600

289400

289200

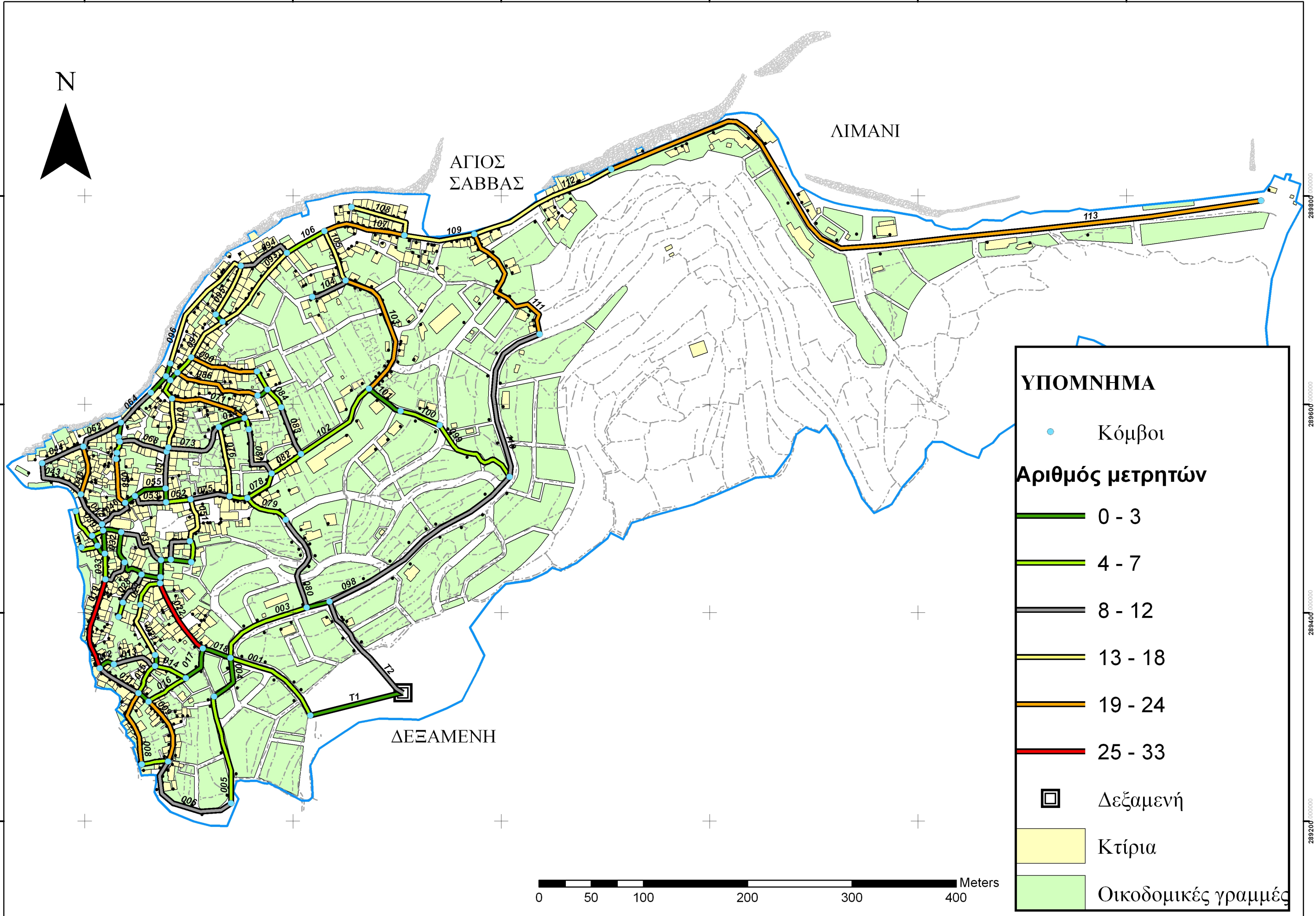
289800

289600

289400

289200

237000 000000 237200 000000 237400 000000 237600 000000 237800 000000 238000 000000



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

• Κόμβοι

Αριθμός μετρητών

0 - 3

4 - 7

8 - 12

13 - 18

19 - 24

25 - 33

□ Δεξαμενή

Κτίρια

Οικοδομικές γραμμές

0 50 100 200 300 400 Meters

237000 000000 237200 000000 237400 000000 237600 000000 237800 000000 238000 000000