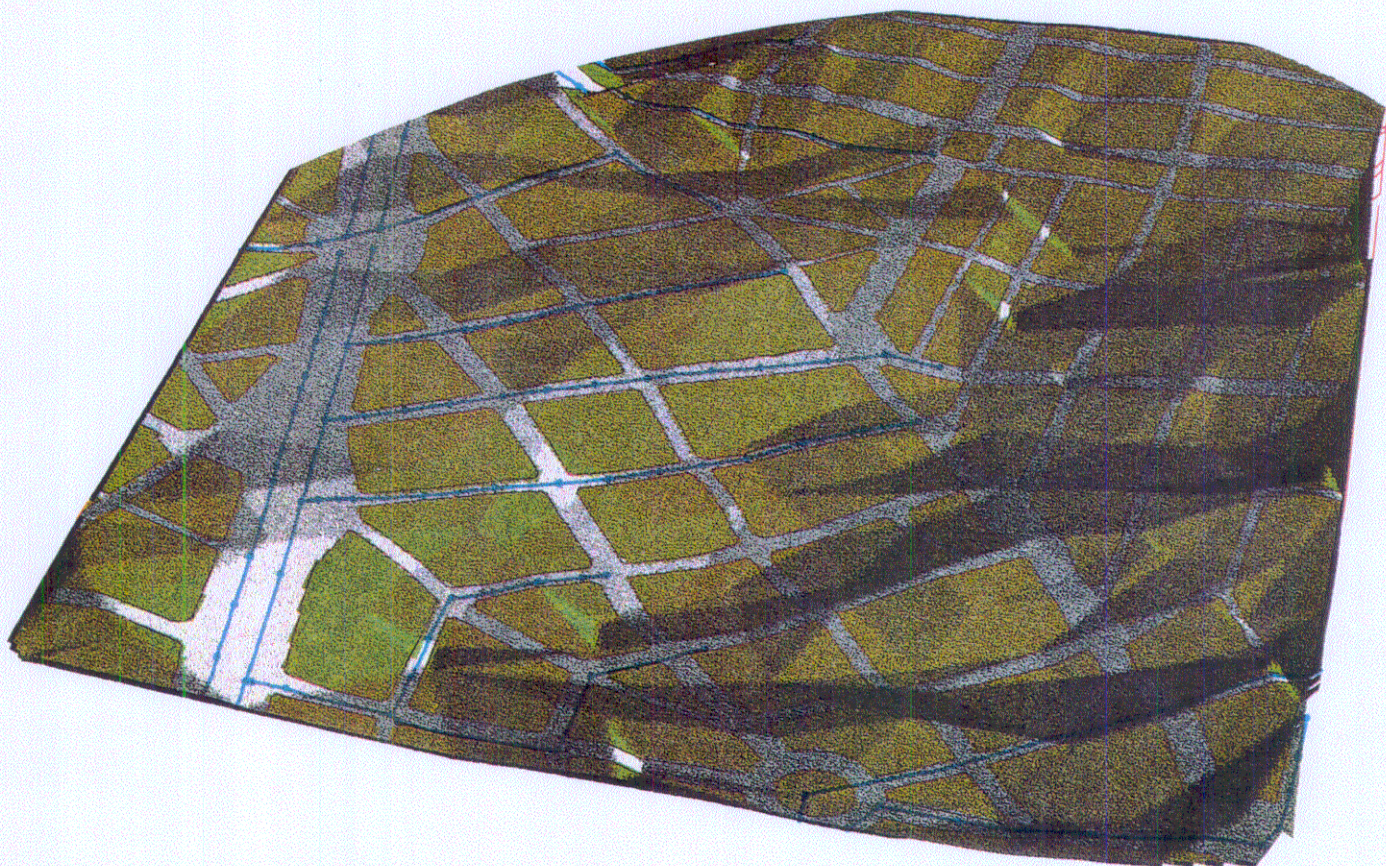




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Τομέας Υδατικών Πόρων,
Υδραυλικών
και Θαλάσσιων Έργων



**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**

Επιβλέπων: Επίκουρος καθηγητής Δ. Κουτσογιάννης.

Χατζηχρήστος Δημήτρης, 1995

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

*“ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ ΜΕ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ”*

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΧΑΤΖΗΧΡΗΣΤΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ 1995

Ευχαριστίες

Περίληψη

Κεφάλαιο 1ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κεφάλαιο 2ο: ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

2.1. Εισαγωγικές έννοιες.....	2 - 1
2.2. Ορισμός Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας.....	2 - 2
2.3. Η φιλοσοφία των συστημάτων Σ.Γ.Π.....	2 - 3
2.4. Οργάνωση και μεθοδολογία της εφαρμογής των Σ.Γ.Π.....	2 - 4
2.5. Κτίσιμο της βάσης δεδομένων.....	2 - 6
2.6. Πεδίο εφαρμογών Σ.Γ.Π.....	2 - 8
2.7. Εφαρμογή Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας σε δίκτυα κοινής ωφέλειας.....	2 - 10
2.8. Εφαρμογή μοντέλων AM/FM σε δίκτυα αποχέτευσης.....	2 - 11
2.9. Διαδεδομένα προγράμματα Σ.Γ.Π.....	2 - 12
2.10. Συμπεράσματα σχετικά με το μέλλον της τεχνολογίας των Σ.Γ.Π.....	2 - 14

Κεφάλαιο 3ο: ΚΤΙΣΙΜΟ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.1. Σχετικά με την περιοχή μελέτης.....	3 - 1
3.2. Κτίσιμο της βάσης δεδομένων.....	3 - 1
3.3.Εμπλουτισμός με περιγραφικά δεδομένα.....	3 - 4

Κεφάλαιο 4ο: ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

4.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ.....	4 - 1
4.1.1. Διακεκριμένα και συνεχόμενα δεδομένα.....	4 - 1
4.1.2. Οι απαιτήσεις από ένα μοντέλο επιφάνειας.....	4 - 1
4.1.3. Μοντέλα εδάφους.....	4 - 2

4.I.4. Αναλυτικότερα για το μοντέλο grid.....	4 - 4
4.II. ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	4 - 6
4.III. ΤΟΠΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ.....	4 - 7
4.III.1. Κατασκευή grid δρόμων.....	4 - 7
4.III.2. Διανυσματοποίηση του grid δρόμων σε γραμμικό θεματικό επίπεδο.....	4 - 8
4.III.3. Συνένωση ιδεατών και υπαρκτών αγωγών.....	4 - 10
4.III.4. Επιρροή των τοπικών ανωμαλιών στην επιφανειακή ροή.....	4 - 10
4.III.5. Προσανατολισμός τροχιών ροής από μεγαλύτερα σε μικρότερα υψόμετρα.....	4 - 11
4.IV. ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΑΓΩΓΩΝ.....	4 - 14
4.IV.1. Οι συναρτήσεις της Ευκλείδειας απόστασης.....	4 - 14
4.IV.2. Προετοιμασία δεδομένων για τη συνάρτηση EUCALLOCATION.....	4 - 16
4.IV.3. Βαθμονόμηση αποτελεσμάτων της συνάρτησης καταμερισμού	4 - 17

Κεφάλαιο 5ο: ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

5.I. ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ.....	5 - 1
5.I.1. Η προσομοίωση δικτύων στο ARC / INFO.....	5 - 1
5.I.2. Το μοντέλο NETWORK του συστήματος ARC / INFO.....	5 - 2
5.II. ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ NETWORK.....	5 - 4
5.II.1 Ο μονοσήμαντος ορισμός κάθε συνδέσμου του δικτύου.....	5 - 4
5.II.2. Απόδοση της αντίστασης κίνησης στους συνδέσμους του δικτύου.....	5 - 4
5.II.3. Απόδοση της αντίστασης κίνησης στα σημεία διασταυρώσεων (turns).....	5 - 5
5.III. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΚΡΙΤΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	5 - 8
5.III.1. Το μοντέλο καταμερισμού allocate.....	5 - 8
5.III.2. Αποκατάσταση της «ζήτησης» σε κάθε αγωγό του δικτύου.....	5 - 10
5.III.3. Προετοιμασία του περιβάλλοντος NETWORK για την εντολή allocate.....	5 - 10
5.III.4. Βαθμονόμηση της allocate στις απαιτήσεις της εφαρμογής.....	5 - 12
5.IV. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	5 - 13

5.IV.1. Γενικές αρχές.....	5 - 13
5.IV.2. Οι τύποι εφαρμογής.....	5 - 14
5.IV.3. Γενική μεθοδολογία υπολογισμών.....	5 - 16

Κεφάλαιο 6ο: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΥΠΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

6.1. Σχετικά με τα αποτελέσματα.....	6 - 1
6.2. Αυτοματοποίηση - Διαμόρφωση περιβάλλοντος χρήστη.....	6 - 1
6.3. Παράδειγμα εφαρμογής.....	6 - 3

Κεφάλαιο 7ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ

Συμπεράσματα από τη μελέτη.....	7 - 1
---------------------------------	-------

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Παράρτημα 1ο: ΤΑ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΑ ΑΠΟ ΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ AML

Παράρτημα 2ο: ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΩΝ ΟΡΩΝ

Ευχαριστίες.

Ευχαριστώ τον Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων του Ε.Μ.Π. για την ευκαιρία, που μου έδωσε, να εργαστώ πάνω σε ένα πολύ ενδιαφέρον θέμα, θέτοντας πρόθυμα στη διάθεσή μου τον απαραίτητο υλικοτεχνικό εξοπλισμό. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον **Επίκουρο καθηγητή κ. Δημήτρη Κουτσογιάννη** για την επιλογή και επίβλεψη του θέματος. Για την εισαγωγή στο σύστημα ARC/INFO και τις πολύτιμες συμβουλές και υποδείξεις τους, ευχαριστώ θερμά τους **κ. Αντώνη Κουκουβίνο, κ. Νίκο Μαμάση και κ. Αλέξανδρο Μανέτα**. Επίσης ευχαριστώ την εταιρία MARATHON DATA SYSTEMS, τον πρόεδρό της **κ. Άδωνη Κοντό** και την **κ. Μαρία Μαραγκού** για τη βοήθειά τους. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το προσωπικό του Τομέα που με βοήθησε και συμπαραστάθηκε στην προσπάθειά μου.

Περίληψη.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε με βασικό στόχο τη διερεύνηση του ρόλου, που μπορεί να έχει ένα Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας στην συνολική αξιολόγηση ενός δικτύου αποχέτευσης ομβρίων και στις δυνατότητες βελτίωσής του. Η συνολική μελέτη οργανώθηκε σε τρία διακριτά στάδια: Το αρχικό στάδιο περιλαμβάνει την εισαγωγή των απαραίτητων γεωγραφικών και περιγραφικών δεδομένων. Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει την ανάλυση με μοντέλα επιφανειακών στοιχείων και καταλήγει αφ' ενός, στην τοπολογική προσομοίωση της επιφανειακής ροής στο τμήμα της περιοχής που δεν διαθέτει αγωγούς, μέσω της έννοιας ενός προσανατολισμένου δικτύου «ιδεατών» αγωγών και αφ' ετέρου στον καθορισμό της περιοχής, που απορρέει άμεσα από τα οικοδομικά τετράγωνα, στους άξονες των οδών ή στους αγωγούς του δικτύου. Το τελικό στάδιο συμπεριλαμβάνει μοντέλα γραμμικών στοιχείων και καταλήγει στον ακριβή προσδιορισμό της ανάντη έκτασης, που απορρέει σε κάθε θέση ελέγχου και τον έλεγχο υδραυλικής επάρκειας των διατομών του δικτύου. Τα συμπεράσματα είναι ότι τα συστήματα αυτά αυτοδύναμα παρέχουν μια ικανοποιητική δυνατότητα ελέγχου της παροχετευτικότητας των δικτύων. Αν συνδυαστούν με εξειδικευμένα εξωτερικά προγράμματα υδραυλικών υπολογισμών μπορούν να επιτύχουν ακριβέστερη προσομοίωση.

Abstract

The main objective of the present thesis is the investigation of the potential of implementing a Geographic Information System, in the functionality evaluation of a storm sewer network. The study can be divided in three separate stages. The first stage is concerned with the entry of geographical and tabular data into a data-base. The second stage consists of analysis using surface models and it produces a model for simulating the topology of the flow on the surface of the roads during a storm. This simulation is accomplished with the initialisation of a network of conduits, upon the surface of the roads, which represent the direction of surface flow from points of higher elevation to points of lower elevation. The second stage of analysis also includes the development of a methodology for determining the zones of influence around each sewer or conduit. Finally, during the third stage which includes the implementation of the network analysis capabilities, we created a model for determining the exact area which flows at the intersections. Based on that we investigated the sufficiency of the sewers network through all the necessary hydrological and hydraulic calculations. The main conclusion from this study is that Geographic Information Systems could be used as stand alone systems, in order to simulate and investigate the functionality of a storm sewer network. Combined with programs of flexible programming languages they can produce an even more effective simulation.

Εισαγωγή.

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθούν οι δυνατότητες ενός Συστήματος Γεωγραφικής Πληροφορίας, ως προς τον έλεγχο ενός δικτύου ομβρίων. Η διερεύνηση εφαρμόστηκε στη περιοχή της Αργυρούπολης Αθηνών και περιλαμβάνει: α) τον ακριβή ποσοτικό προσδιορισμό της λεκάνης απορροής κάθε φρεατίου, β) την τοπολογική προσομοίωση της ροής στην επιφάνεια των οδών και γ) τον έλεγχο της επάρκειας των υπαρχόντων διατομών των αγωγών μέσω υδραυλικών υπολογισμών. Επισημαίνονται έτσι οι περιοχές με μεγάλη επικινδυνότητα πλημμύρας για δεδομένη κάθε φορά περίοδο επαναφοράς.

Η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται γενικά από ήπια τοπογραφία χωρίς απότομες εξάρσεις ή κοιλότητες του εδάφους και χωρίς αξιόλογα φυσικά ρέματα. Οι χρήσεις γης είναι κυρίως οικιστικές με μικρομεσαίες επιχειρήσεις χωρίς σημαντική βιομηχανική δραστηριότητα, ενώ οι δρόμοι είναι όλοι ασφαλτοστρωμένοι (πλάτος οδοστρώματος από έξι έως δέκα μέτρα). Το δίκτυο αποχέτευσης είναι στην πλειονότητα του χωριστικό. Αποτελείται από τους αγωγούς ακαθάρτων (συνήθως κυκλικής διατομής) και τους αγωγούς ομβρίων (ωοειδούς διατομής στις μεγάλες διαμέτρους και κυκλικής στις μικρές).

Το δίκτυο ομβρίων κατασκευάζεται ώστε να παροχετεύει την ποσότητα της βροχόπτωσης, που απορρέει επιφανειακά κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας και λίγο μετά από αυτή. Η απορροή των ομβρίων αποτελεί ένα υδρολογικό μέγεθος, που ο ποσοτικός προσδιορισμός του, όπως αυτός εκφράζεται μέσα από την παροχή, ενέχει έναν έντονο πιθανοτικό χαρακτήρα. Ο πιθανοτικός αυτός χαρακτήρας περιγράφεται μέσα από την περίοδο επαναφοράς, η οποία εισέρχεται σαν παράμετρος στην εξίσωση της όμβριας καμπύλης.

Κρίθηκε σκόπιμο πριν αναφερθούμε στα επιμέρους στάδια της ανάλυσης, να παραθέσουμε στις επόμενες παραγράφους τις βασικές παραδοχές που στηρίχτηκε η παρούσα διπλωματική και τα πλαίσια στα οποία κινήθηκε η ανάλυση των διαθέσιμων δεδομένων και εξήχθησαν τα τελικά αποτελέσματα.

Στην παρούσα εργασία που έχει καθαρά διερευνητικό χαρακτήρα και αναφέρεται στον έλεγχο επάρκειας διατομών και όχι στη λειτουργική προσομοίωση του δικτύου, χρησιμοποιήθηκε η ορθολογική μέθοδος. Τονίζουμε ότι η μέθοδος αυτή είναι ο απλούστερος δυνατός μετασχηματισμός βροχής σε απορροή και προσδιορίζει τελικά την παροχή σχεδιασμού, που αναμένεται να πραγματοποιηθεί για δεδομένη περίοδο επαναφοράς. Για αποτελέσματα υψηλότερης ακριβείας ή για την παρακολούθηση της χρονικής εξέλιξης της παροχής των ομβρίων, η ορθολογική μέθοδος είναι ακατάλληλη. Το κενό αυτό καλύπτουν άλλες πιο σύγχρονες μέθοδοι, κατάλληλες όχι μόνο για την εκτίμηση της παροχής σχεδιασμού, αλλά και για τη προσομοίωση της λειτουργίας του δικτύου κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες βροχόπτωσης. Η προσομοίωση αυτή μπορεί να δώσει την πλήρη

εικόνα της ροής σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου, τόσο κατά τη μελέτη της οριακής συμπεριφοράς του (σενάρια), όσο και κατά τη μελέτη κάτω από πραγματικές συνθήκες. Στόχος είναι η βελτιστοποίηση της λειτουργίας του δικτύου μέσω κατάλληλων χειρισμών στα αντλιοστάσια και τις συσκευές ελέγχου (Κουτσογιάννης, 1993).

Παρ' όλο τον προσεγγιστικό χαρακτήρα της ορθολογικής μεθόδου, η έκταση της λεκάνης απορροής, που αντιστοιχεί σε κάθε φρεάτιο του δικτύου, προσδιορίζεται με ακρίβεια. Για τον προσδιορισμό του υδροκρίτη του κάθε αγωγού, λαμβάνεται υπόψη το φυσικό ανάγλυφο της περιοχής αλλά και το ρυμοτομικό σχέδιο, μιας και εξ αιτίας της δόμησης τροποποιείται η φυσική υδρολογική δίαιτα της περιοχής. Γενικά ισχύει η αρχή, ότι τα όμβρια που απορρέουν από κάθε εσωτερικό σημείο ενός οικοδομικού τετραγώνου, αποχετεύονται προς την πλησιέστερη στο σημείο οδό (ρείθρο ή αγωγό ομβρίων της οδού). Οι οδοί επομένως, πέρα από τη ποσότητα της βροχής που αναλογεί στην επιφάνειά τους συλλέγουν και την απορροή από τα οικοδομικά τετράγωνα, και αποτελούν έτσι και τους «ιδεατούς αγωγούς», που ανάλογα με τη κλίση τους κατευθύνουν τα όμβρια ύδατα προς φρεάτια υδροσυλλογής ή φυσικούς αποδέκτες της απορροής. Στη συνέχεια η ροή χάνει τον επιφανειακό της χαρακτήρα και πραγματοποιείται μέσω των αγωγών προς το πλησιέστερο σημείο εξόδου.

Η όλη εφαρμογή στηρίχθηκε στο Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφόρησης ARC/INFO και με βάση τις αρχές ανάλυσης, που αναφέρθηκαν σε προηγούμενες παραγράφους, οργανώθηκε σε τρία διακριτά στάδια: Το αρχικό στάδιο περιλαμβάνει την εισαγωγή των απαραίτητων γεωγραφικών και περιγραφικών δεδομένων. Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει την ανάλυση με μοντέλα επιφανειακών στοιχείων και καταλήγει αφ' ενός, στην τοπολογική προσομοίωση της επιφανειακής ροής στο τμήμα της περιοχής που δεν διαθέτει αγωγούς, μέσω της έννοιας ενός προσανατολισμένου δικτύου «ιδεατών» αγωγών και αφ' ετέρου στον καθορισμό της περιοχής, που απορρέει άμεσα από τα οικοδομικά τετράγωνα, στους άξονες των οδών ή στους αγωγούς του δικτύου. Το τελικό στάδιο συμπεριλαμβάνει μοντέλα γραμμικών στοιχείων και καταλήγει στον ακριβή προσδιορισμό της ανάντη έκτασης, που απορρέει σε κάθε θέση ελέγχου και τον έλεγχο υδραυλικής επάρκειας των διατομών του δικτύου.

Πιο συγκεκριμένα, σε πρώτο στάδιο εισήχθησαν τα διαθέσιμα δεδομένα στο σύστημα σε ψηφιακή μορφή, μέσω διαδικασιών ψηφιοποίησης χαρτών της Ε.Υ.Δ.Α.Π. σε κλίμακα 1:500. Η οργάνωσή τους έγινε σε τρία θεματικά επίπεδα (coverages), που στη συνέχεια εμπλουτίστηκαν με κατάλληλες περιγραφικές πληροφορίες: Ένα για την απεικόνιση της γενικής ρυμοτομίας της περιοχής μελέτης, που συμπεριλαμβάνει τα οικοδομικά τετράγωνα, ένα δεύτερο για την τοπολογία του δικτύου ομβρίων και τέλος ένα τρίτο όπου φυλάσσονται οι ισούψεις.

Σε δεύτερο στάδιο ανάλυσης με στοιχεία επιφανειών, κατασκευάστηκε μοντέλο προσομοίωσης του φυσικού ανάγλυφου με βάση τις δυνατότητες του περιβάλλοντος TIN και GRID του συστήματος.

Με γραμμικοποίηση της κανναβικής αναπαράστασης του τμήματος των οδών που δεν διαθέτουν δίκτυο υδροσυλλογής, προέκυψε το δίκτυο των ιδεατών αγωγών, που προσομοιώνει τις τροχιές της επιφανειακής ροής, χρησιμοποιώντας τις μεσοπαράλληλους μεταξύ οικοδομικών τετραγώνων. Στο δίκτυο αυτό απαιτήθηκε περαιτέρω επεξεργασία, με διαδικασίες προγραμματισμού στη γλώσσα *am1* του συστήματος, ώστε ο προσανατολισμός των τροχιών να είναι από μεγαλύτερα προς μικρότερα υψόμετρα. Σε τελική φάση της ανάλυσης με επιφανειακά στοιχεία εκμεταλλευόμενοι μια ειδική κατηγορία συναρτήσεων του περιβάλλοντος GRID, που βασίζονται στην Ευκλείδεια απόσταση, προσδιορίστηκαν οι επιφάνειες επιρροής κάθε αγωγού ή άξονα οδού στη περιοχή των οικοδομικών τετραγώνων. Οι εκτάσεις, που απορρέουν άμεσα από τα τελευταία, ορίζουν πολυγωνικές περιοχές που προσεγγίζουν ικανοποιητικά τον κανόνα των διχοτόμων.

Το τελικό στάδιο της ανάλυσης με μοντέλα γραμμικών στοιχείων βασίστηκε στο μοντέλο καταμερισμού, εκτίμησης δηλαδή περιοχών εξυπηρέτησης, του περιβάλλοντος NETWORK αλλά και στο μοντέλο «δυναμικής τμηματοποίησης» (*dynamic segmentation*) γραμμικών χαρακτηριστικών του συστήματος. Η ρουτίνα *allocate* βαθμονομήθηκε στις ιδιαίτερες υδρολογικές απαιτήσεις της εφαρμογής και με εκμετάλευση της σχεσιακής βάσης δεδομένων μέσω πολλαπλών συνδέσεων μεταξύ πινάκων πληροφοριών, εκτιμήθηκαν με ακρίβεια τα εμβαδά των περιοχών που απορρέουν σε κάθε σημείο ενδιαφέροντος. Έχοντας δεδομένη την έκταση, που απορρέει σε κάθε φρεάτιο του δικτύου, κατασκευάστηκε πρόγραμμα στη γλώσσα *am1*, που υπολογίζει τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της ροής στους αγωγούς σε κάθε διαδρομή του δικτύου, που ο χρήστης αλληλεπιδραστικά καθορίζει. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών καταγράφονται σε συγκεκριμένους πίνακες, ώστε η πρόσβαση σε αυτούς να είναι ανά πάσα στιγμή εφικτή.

Για τη διαδικασία παρουσίασης των αποτελεσμάτων επιστρατεύτηκαν οι δυνατότητες της γλώσσας *am1* για τη διαμόρφωση προσωπικού περιβάλλοντος εργασίας που επιθυμεί ο χρήστης με την κατασκευή «μενού», που εύκολα και γρήγορα παρέχουν περιγραφική και οπτική κυρίως παρουσίαση των αποτελεσμάτων υπολογισμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο:

ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

2.1 Εισαγωγικές έννοιες.

Το σύνολο της ανθρώπινης δραστηριότητας εξελίσσεται σε κάποιο περιβάλλον, φυσικό ή τεχνητό, ενέχει δηλαδή μια χωρική συνιστώσα. Γεννάται επομένως η ανάγκη περιγραφής και απεικόνισης, προσδιορισμού δηλαδή αυτής της παραμέτρου «χώρος». Μέχρι σήμερα το πιο διαδομένο μέσο μεταφοράς πληροφορίας σχετικά με τον χώρο ήταν ο συμβατικός χάρτης ή το συμβατικό σχέδιο. Και οι δύο αυτές χωρικές απεικονίσεις αποτελούν στατικές συμβατικές βάσεις δεδομένων και από λειτουργική άποψη συγκρίνονται με οποιαδήποτε άλλη συμβατική βάση δεδομένων (π.χ. πελατολόγιο, δημοτολόγιο).

Η ιδέα της μεταφοράς της χωρικής πληροφορίας από το χαρτί στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, που παρέχει δυνατότητες καλύτερης οργάνωσης και συστηματοποίησης της, εμφανίσθηκε για πρώτη φορά στα μέσα της δεκαετίας του '60. Από τότε με τη περίφημη «ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας» εξελίχθηκε σε αυτό που ονομάζουμε σήμερα Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφόρησης - Σ.Γ.Π. (Geographical Information Systems - G.I.S.).

Η επανάσταση που έφεραν οι υπολογιστές στη διαχείριση της πληροφορίας άργησε να αγγίξει τον τομέα της γεωγραφίας κυρίως λόγω της αδυναμίας τους να υποστηρίξουν «γραφικά». Όταν όμως με την εξέλιξη φθηνών αλλά και ισχυρών γραφικών υπολογιστικών συστημάτων (stand alone graphic workstations) τα διάφορα τεχνικά εμπόδια ξεπεράστηκαν, η επαναστατική αυτή τεχνολογία διαδόθηκε ραγδαία και γνώρισε μια ευρεία σειρά εφαρμογών, σχεδόν σε κάθε ζήτημα ανάπτυξης, σχεδιασμού και διαχείρισης, όπου η παράμετρος γεωγραφική πληροφορία υπεισέρχεται άμεσα ή έμμεσα: Ζητήματα χωροταξίας, αστικής και περιφερειακής ανάπτυξης, διαχείρισης φυσικών πόρων, οικολογικών ερευνών, κτηματολογίου και πολεοδομικού σχεδιασμού, μοντελοποίησης και διαχείρισης δικτύων κοινής ωφέλειας, θέματα ανάλυσης της αγοράς, έρευνες marketing, κ.λ.π. Παράλληλα η αναζήτηση φυσικών πόρων, η αυξανόμενη ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος, ακόμη και η αποτελεσματικότερη διεξαγωγή πολέμων διέυρυναν την αγορά των Σ.Γ.Π. Ενδεικτικά αναφέρονται κάποιοι φορείς στον Ελλαδικό χώρο που χρησιμοποιούν την τεχνολογία αυτή: Οι ένοπλες δυνάμεις (Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού, Υδρογραφική Υπηρεσία Πολεμικού Ναυτικού, κ.α.), Υπουργεία (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Υπουργείο Γεωργίας, κ.α.), Ινστιτούτα - Φορείς Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης, Εθνικό Κέντρο Πυρηνικών Ερευνών «Δημόκριτος», κ.α.), Οργανισμοί διαχείρισης δικτύων κοινής ωφέλειας (Ο.Τ.Ε., Ε.Ρ.Τ., Ε.Υ.Δ.Α.Π., Δ.Ε.Η., κ.α.), Τράπεζες- Φορείς Βιομηχανικής Ανάπτυξης (ΕΤΒΑ), Δήμοι - Νομαρχίες Αττικής και επαρχίας, Εκπαιδευτικοί φορείς (Τριτοβάθμια Εκπαίδευση), Ιδιωτικοί Φορείς-Εταιρίες.

Διαφαίνεται σήμερα η προοπτική ότι τα Σ.Γ.Π. θα αποτελέσουν στο άμεσο μέλλον τα κατ' εξοχήν συστήματα διαχείρισης δεδομένων, ή ότι οι βάσεις δεδομένων τελικά θα γίνουν πληρέστερες αποκτώντας και υποστήριξη χωρικών δεδομένων.

Ας δούμε όμως τελικά τί είναι τα Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφόρησης:

2.2 Ορισμός Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφόρησης

Ένα Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφόρησης είναι μια οργανωμένη συλλογή υπολογιστικών συστημάτων (hardware), λογισμικών συστημάτων (software), δεδομένων (γεωγραφικών και περιγραφικών) και ανθρώπινου δυναμικού, με σκοπό τη συλλογή, καταχώριση, διαχείριση, ανάλυση, επεξεργασία και απόδοση, κάθε μορφής πληροφορίας που σχετίζεται με τον γεωγραφικό χώρο (ESRI WHITE PAPER SERIES, 1992).

Ένα Σ.Γ.Π. έχει μια πολυδιάστατη υπόσταση. Υποστηρίζει, αρχικά μια ηλεκτρονική βάση γεωγραφικών δεδομένων, αποδίδοντας έτσι με έναν τεχνολογικά προηγμένο τρόπο το μοντέλο του χώρου. Ταυτόχρονα υποστηρίζει και μια βάση περιγραφικών δεδομένων τα οποία συνδέονται με τη χωρική πληροφορία. Έτσι παρέχει δυνατότητες ανάλογες με ένα κλασικό σύστημα διαχείρισης δεδομένων όπως, προστασία της πληροφορίας, επικοινωνία λογισμικού - χρήστη, αναδιοργάνωση και έλεγχος των δεδομένων και λειτουργιών. Ταυτόχρονα η φιλοσοφία του λογισμικού του, επιτρέπει τη πραγματοποίηση εξειδικευμένης ανάλυσης των γεωγραφικών και περιγραφικών δεδομένων, που υποστηρίζονται και παραστατικής απεικόνιση των αποτελεσμάτων υπό τη μορφή χαρτών. Οι χαρτογραφικές αυτές απεικονίσεις ενέχουν έναν έντονο δυναμικό χαρακτήρα τον οποίο οι κλασικές βάσεις διαχείρισης δεδομένων αδυνατούν να υποστηρίξουν και ν' αποδώσουν.

Παρ' όλο που η τεχνολογία των Σ.Γ.Π. είναι σχετικά καινούργια, διαφαίνεται μια ακόμη πτυχή του χαρακτήρα τον οποίο τείνουν σταδιακά να αποκτήσουν τα συστήματα αυτά. Ως «πλατφόρμες» ολοκληρωμένης υποστήριξης και επεξεργασίας διάφορων ειδών δεδομένων, προερχόμενων από μια μεγάλη ποικιλία κατασκευαστών (Dangermont, 1991):

Ψηφιακοί χάρτες διανυσματικής μορφής (vector), χάρτες που προκύπτει από φωτογραμμετρική επεξεργασία φωτογραφιών και εικόνων (raster), αρχεία τύπου EDRAS, ELAS, δεδομένα από scanners, αρχεία από πακέτα CADD (όπως τύπου SIF, Computer Vision Data, Digital Line Graph Data, κ.α.), αρχεία τύπου DIME, TIGER, PIOS, MOSS, IGES, ETAK, περιγραφικές πληροφορίες από εξωτερικές βάσεις δεδομένων όλα μπορούν να «μεταφραστούν» τοπολογικά από το σύστημα, ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία τους κάτω από ένα κοινό περιβάλλον, χωρίς

όμως να χάνεται η πρωτογενής τους μορφή. Είναι δηλαδή προφανής η τάση της χρησιμοποίησης της τεχνολογίας των Σ.Γ.Π. ως βάσεων ολοκληρωμένης υποστήριξης (indexing) και επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών κατασκευαστών συστημάτων λογισμικού και υπολογιστικού, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης και χτισίματος ποικιλόμορφων σχέσεων μεταξύ ετερόκλητων δεδομένων, παράγοντας έτσι πολύπλοκα μοντέλα.

Επομένως γεννάται η ανάγκη σωστού και ολοκληρωμένου σχεδιασμού των συστημάτων αυτών, ώστε να μπορούν να καλύπτουν τις προδιαγραφές των παραπάνω απαιτήσεων. Σχεδιασμός, που αποτελεί αντικείμενο εξειδικευμένων επιστημόνων.

2.3 Η Φιλοσοφία των συστημάτων Σ.Γ.Π.

Ο ακρογωνιαίος λίθος, πάνω στον οποίο στηρίζονται οι περισσότερες εφαρμογές τους, είναι η αποκατάσταση πλήρους επικοινωνίας και συσχέτισης της συμβατικής γραφικής πληροφορίας του χάρτη, με τη πινακοποιημένη περιγραφική πληροφορία της βάσης δεδομένων. Έτσι αποκτούν δύο βασικές ιδιότητες: Πρώτον, πληροφορούν για τη σχετική και απόλυτη θέση καθώς και για τη ποσοτική και ποιοτική περιγραφή των γεωγραφικών χαρακτηριστικών. Δεύτερον, εγκαθιστούν και επιτρέπουν τον προσδιορισμό χωρικών συσχετισμών πάνω στα γεωγραφικά και περιγραφικά χαρακτηριστικά.

Έτσι ένα Γ.Σ.Π. επιτρέπει την υποβολή «ερωτήσεων» στο χάρτη, ο οποίος υποστηρίζεται από μια ολοκληρωμένη βάση δεδομένων, τυπικές μορφές των οποίων είναι οι ακόλουθες (Τζάνου, 1994):

- Τοπογραφία «Τί είναι που...»

Η σημασία της ερώτησης αυτής είναι, ότι οφείλουμε να γνωρίζουμε, τί υπάρχει σε κάθε συγκεκριμένο τόπο της περιοχής μελέτης μας. Η ταυτότητα μιας τοποθεσίας μπορεί να περιγραφεί με διάφορους τρόπους, όπως με κάποιο όνομα, κωδικό, γραφικό συμβολισμό, ή με γεωγραφικό σύστημα αναφοράς.

- Βάσει συνθήκης «Πού βρίσκεται....»

Ο τύπος αυτός ερώτησης αποτελεί προϊόν χωρικής ανάλυσης και προσδιορίζει τον γεωμετρικό τόπο, μέσα στον οποίο ικανοποιούνται κάποιες συνθήκες χωρικής ή περιγραφικής συσχέτισης.

- Τάσεις «Ποιά η μεταβολή...»

Ερωτήσεις αυτού του τύπου αναζητούν τη μεταβολή μεταξύ δύο καταστάσεων, που αναφέρονται στην ίδια περιοχή του χώρου και διαφέρουν χρονικά μεταξύ τους.

- Πρότυπα « Από ποιά χωρικά πρότυπα χαρακτηρίζεται...»

Ζητούνται οι συσχετισμοί και οι νόμοι οι οποίοι διέπουν φαινόμενα που συμβαίνουν ταυτόχρονα, (ή το ένα είναι συνέπεια του άλλου) και αφορούν έναν συγκεκριμένο χώρο.

- Μοντέλα «Τί θα συνέβαινε εάν ...»

Με αυτόν τον τύπο ερωτήσεων είναι δυνατή η κατάστρωση σεναρίων ως προς τη μεταβολή μιας προϋπάρχουσας κατάστασης. Η απάντηση ερωτήσεων αυτού του τύπου απαιτεί συνολικότερη επιστημονική θεώρηση των υπό μελέτη φαινομένων και τη κατάστρωση μαθηματικών μοντέλων, που να συνεργάζονται και να συσχετίζονται με τη γεωγραφική πληροφορία.

2.4 Οργάνωση και μεθοδολογία της εφαρμογής των Σ.Γ.Π.

Είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, ότι ένα Σ.Γ.Π. μπορεί να λειτουργήσει και να υποστηρίξει μία μεγάλη ποικιλία ετερογενών δεδομένων, τόσο χαρτογραφικών όσο και περιγραφικών. Επομένως ένας πολύ σημαντικός παράγοντας, στο στάδιο της εφαρμογής, είναι η εμπειρία και εξειδίκευση του ανθρώπινου δυναμικού, το οποίο ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε εφαρμογής και τη διαθεσιμότητα πρόσβασης σε δεδομένα, θα αποφασίσει ποια είναι τα πιο κατάλληλα, τον τρόπο που θα συλλεχθούν και τη μορφή που θα καταχωρηθούν. Είναι επίσης κρίσιμη η απόφαση σχετικά με το ποια είναι τα καταλληλότερα από τα διαθέσιμα εργαλεία επεξεργασίας και σύμφωνα με ποια αναλυτική μεθοδολογία θα γίνει η διαχείριση των δεδομένων και η τελική απόδοσή τους.

Γενικά η οργάνωση της εφαρμογής ενός συστήματος Σ.Γ.Π. βασίζεται σε μια σειρά ενεργειών και διαδικασιών, καθεμία από τις οποίες βασίζεται στην προηγούμενη. Αναφέρεται παρακάτω μια κλασική μεθοδολογία οργάνωσης:

1ον. Κρίσιμο της βάσης δεδομένων

α) Σχεδιασμός της βάσης δεδομένων

Στο στάδιο του σχεδιασμού γίνεται προεκτίμηση των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα από έτοιμα αρχεία- βάσεις. Παράλληλα καθορίζεται η μεθοδολογία εισαγωγής τους στο σύστημα, όπως και η τελική μορφή των δεδομένων, μετά το τέλος της επεξερ-

γασίας τους. Γενικά επιλέγονται τα όρια της περιοχής μελέτης, το σύστημα συντεταγμένων που θα χρησιμοποιηθεί, τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά που θα συμπεριληφθούν στα διάφορα θεματικά επίπεδα, οι πινακοποιημένες πληροφορίες που θα περιγράφουν τα χαρακτηριστικά αυτά και ο τρόπος που θα κωδικοποιηθούν.

β) Αυτοματοποίηση των δεδομένων

Στο στάδιο της αυτοματοποίησης γίνεται κατ' εξοχήν η εισαγωγή των χωρικών δεδομένων στη βάση. Αυτή η διαδικασία μπορεί να περιλαμβάνει τη ψηφιοποίηση αναλογικών χαρτών ή τη ψηφιακή μετατροπή από μία μεγάλη ποικιλία μορφών αρχείων. Μετά την εισαγωγή των γεωγραφικών δεδομένων, κτίζονται χωρικές σχέσεις μεταξύ τους, έτσι ώστε το σύστημα να «κατανοήσει» τη τοπολογία τους. Ακολούθως, συνδέονται τα χαρτογραφικά δεδομένα με τα περιγραφικά, τα οποία μπορούν να βρίσκονται σε εξωτερικές βάσεις δεδομένων ή να εισαχθούν αναλυτικά από την αρχή.

γ) Διαχείριση των δεδομένων

Στο στάδιο της διαχείρισης των δεδομένων γίνεται η συνένωση και η προσαρμογή της γεωγραφικής πληροφορίας σε ένα κοινό σύστημα αναφοράς όπως και η περαιτέρω επεξεργασία των στοιχείων στα αρχεία της βάσης δεδομένων.

2ον. Ανάλυση και επεξεργασία πληροφοριών

Είναι η κατεξοχήν επεξεργασία που γίνεται με τα Σ.Γ.Π. Με βάση το λογισμικό του συστήματος γίνεται συσχετισμός των χαρτογραφικών με τα περιγραφικά δεδομένα και πραγματοποιείται η ανάλυση, που συνήθως περιλαμβάνει και «πράξεις μεταξύ χαρτών». Η ανάλυση αυτή, μπορεί να γίνει αποτελεσματικότερη με τη εισαγωγή προγραμμάτων και μακροεντολών της γλώσσας του συστήματος (customization), ώστε να αυτοματοποιούνται ορισμένες εξειδικευμένες ή συχνά επαναλαμβανόμενες διαδικασίες. Παράλληλα παρέχεται η δυνατότητα σύνδεσης και συνεργασίας με εξωτερικά προγράμματα επεξεργασίας περιγραφικών πληροφοριών, γραμμένα σε γλώσσες υψηλού επιπέδου, αξιοποιώντας τα αποτελέσματά τους.

3ον. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων, χαρτογραφική απόδοση

Τα Σ.Γ.Π. προσφέρουν τη δυνατότητα παραγωγής χαρτών υψηλής απόδοσης για τη παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης. Διατίθεται μία μεγάλη γκάμα γραφικού και θεματικού συμβολισμού καθώς και μια σειρά εργαλείων αυτοματοποίησης των διαδικασιών δημιουργίας της χαρτογραφικής σύνθεσης.

Από τα παραπάνω είναι προφανές ότι προκειμένου τα αποτελέσματα της ανάλυσης να είναι ρεαλιστικά και αξιόπιστα πρέπει να βασίζονται σε πλήρη και σύγχρονα δεδομένα. Άρα η αποτελεσματικότητα των συστημάτων αυτών στηρίζεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό σε μια σωστά χτισμένη βάση δεδομένων όπως και στις ιδιότητες της βάσης αυτής να υποστηρίξει μια μεγάλη ποικιλία καταχωρήσεων. Η διαδικασία οργάνωσης της βάσης δεδομένων είναι ίσως η πιο ακριβή, σε χρόνο και κόστος και περιγράφεται στη συνέχεια.

2.5 Χτίσιμο της βάσης δεδομένων

2.5.A. Εισαγωγή γεωγραφικών δεδομένων- Αυτοματοποίηση χαρτογραφικών δεδομένων.

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 2.2 ένα Σ.Γ.Π. μπορεί να υποστηρίξει μία μεγάλη ποικιλία ετερογενών περιγραφικών και γεωγραφικών δεδομένων διαφόρων κατασκευαστών. Παρέχεται έτσι, η δυνατότητα παραγωγής ψηφιακών χαρτογραφικών μοντέλων είτε με την εισαγωγή στο σύστημα των απαραίτητων δεδομένων από συμβατικούς χάρτες ή σχέδια, είτε με κατάλληλη επεξεργασία δεδομένων ήδη σε ψηφιακή μορφή. Οι επικρατέστερες μέθοδοι κατασκευής ψηφιακών απεικονίσεων του χώρου συνοψίζονται στις παρακάτω παραγράφους (Dangermont, 1991):

Ψηφιοποίηση (Manual Digitizing): Αποτελεί την πιο διαδεδομένη μέθοδο εισαγωγής χαρτογραφικής πληροφορίας από αναλογική, σε ψηφιακή μορφή. Πλεονεκτήματά της, το χαμηλό κόστος απόκτησης και λειτουργίας, η παραγωγή χαρτών υψηλής ποιότητας και ακρίβειας, η ευκολία εκμάθησης και επεξεργασίας των δεδομένων. Βασικό της μειονέκτημα, ότι είναι μία χρονοβόρος και κουραστική διαδικασία.

Ακριβώς λόγω αυτού του μειονεκτήματος, αναπτύχθηκε η τεχνολογία των σαρωτών (scanners). Όμως προκειμένου οι χάρτες που θα προκύψουν από τον σαρωτή, να είναι υψηλής πιστότητας, απαιτούνται μηχανήματα καλής τεχνολογίας, δηλαδή υψηλού κόστους και επίσης οι πρωτογενείς χάρτες που θα εισαχθούν στον σαρωτή πρέπει να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις, που αναφέρονται σε επόμενη παράγραφο.

Σάρωση (Scanning): Παρόλο που το κόστος αγοράς και λειτουργίας μηχανημάτων σάρωσης (scanners) είναι μεγάλο, η τεχνολογία αυτή εξελίσσεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Το βασικό της πλεονέκτημα είναι η γρήγορη απόκτηση και αυτοματοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων σε ψηφιακή μορφή, από έτοιμους χάρτες ή σχέδια. Για να είναι αποδοτική η λειτουργία τους και να μην απαιτείται σημαντική επεξεργασία των προϊόντων τους, πρέπει τα πρωτογενή δεδομένα να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις. Έτσι συμφέρει να χρησιμοποιούνται χάρτες σε καλή κατάστα-

ση, ευδιάκριτοι, χωρίς κείμενα και γεωγραφική συμβολολογία, που να περιέχουν ένα μεγάλο αριθμό ομοειδών γεωγραφικών χαρακτηριστικών.

Όπως προαναφέρθηκε η τεχνολογία των σαρωτών αναπτύσσεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς, ώστε μέσα στην επόμενη δεκαετία εκτιμάται ότι θα υποστηρίζονται από βασικές εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης (artificial intelligence) και παράλληλης επεξεργασίας (parallel processing). Με αυτό τον τρόπο η συμβολή του χρήστη στη διαδικασία της σάρωσης τείνει να περιορίζεται μόνο στον τομέα της τυποποίησης των αρχικών δεδομένων κάνοντας την διαδικασία παραγωγικότερη και ευκολότερη από ότι σήμερα.

Γεωδαιτικά Δεδομένα (Coordinate Geometry): Παραγωγή χαρτών πολύ υψηλής ακριβείας, χρησιμοποιώντας γεωδαιτικά- τοπογραφικά δεδομένα. Το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι το δυσανάλογα μεγάλο κόστος απόκτησης χαρτών σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους ψηφιοποίησης. Για να αρθεί το μειονέκτημα αυτό έχουν αναπτυχθεί μεθοδολογίες που στηρίζονται στην μερική χρησιμοποίηση τοπογραφικών δεδομένων, για κάποια κρίσιμα σημεία της περιοχής μελέτης, και στη συνέχεια ψηφιοποίηση των υπολοίπων. Εναλλακτικά μπορεί να γίνει ψηφιοποίηση του συνόλου της περιοχής ενδιαφέροντος και στη συνέχεια «διόρθωση» με τοπογραφικά δεδομένα.

Μετατροπή από προϋπάρχοντα αυτοματοποιημένα αρχεία: Υπάρχει μία μεγάλη πληθώρα από χαρτογραφικά αρχεία σε ψηφιακή μορφή συγκεκριμένων διεθνών προδιαγραφών και διαφόρων οργανισμών. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- DIME: Χαρτογραφικές πληροφορίες μικρής ακρίβειας, χαμηλού κόστους κατάλληλες για γενική ανάλυση οικιστικών συνήθως περιοχών. Διαβάζονται απ' ευθείας από το σύστημα Σ.Γ.Π. και οι περιγραφικές τους πληροφορίες ενημερώνουν άμεσα τη βάση δεδομένων του συστήματος.
- ETAK: Συγκοινωνιολογικά δεδομένα που διαθέτουν υψηλής ποιότητας και ακρίβειας χάρτες, τα οποία εισάγονται εύκολα στο σύστημα Σ.Γ.Π.
- DLG (Digital Line Graph): Ψηφιακοί χάρτες υψηλής ακριβείας που συνοδεύονται και από πλήρη περιγραφικά δεδομένα για τις ΗΠΑ. Καταρτίζονται από τον οργανισμό USGS.
- Standard Interchange Formats (SIF) for Cadd Systems: Μια ενδιάμεση - ανταλλάξιμη μορφή (interchangeable format) γραφικών δεδομένων προερχόμενων από σχεδιαστικά πακέτα, κατάλληλη για εισαγωγή σε συστήματα Σ.Γ.Π. Παρ' όλο που η διαδικασία εισαγωγής στο σύστημα

είναι απλή, απαιτείται δευτερογενής και χρονοβόρα συνήθως, διαδικασία επεξεργασίας και διόρθωσης λαθών και ατελειών, ώστε τα τελικά δεδομένα να είναι τοπολογικώς ορθά.

- **Image/Cellular Files:** (Φωτογραμμετρικά επεξεργασμένες εικόνες σε μορφή μωσαϊκού). Δεδομένα σε ψηφιακή μορφή, που έχουν αποκτηθεί από τεχνολογίες remote sensing. Μετατρέπονται από τη μορφή μωσαϊκού σε διανυσματική μορφή με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού.
- **Ψηφιακά μοντέλα εδάφους (Digital Terrain Models/Digital Elevation Models):** Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι ψηφιακής αποθήκευσης της υψομετρικής πληροφορίας. Περιλαμβάνουν ψηφιακούς χάρτες ισοϋψών με περιγραφική πληροφορία το υψόμετρο, σημεία του χώρου με συντεταγμένες x,y,z, ψηφιακά μοντέλα του εδάφους σε μορφή μωσαϊκού (grid) και τέλος ακανόνιστα τριγωνομετρικά δίκτυα (TIN- triangulation iregular networks).

2.5.B. Εισαγωγή Περιγραφικών Δεδομένων

Η εισαγωγή των περιγραφικών πληροφοριών μπορεί να γίνει απευθείας στη βάση δεδομένων που διαθέτουν αυτά τα συστήματα (π.χ. η βάση info του συστήματος ARC/INFO). Παράλληλα υπάρχει και η δυνατότητα επικοινωνίας με εξωτερικές βάσεις δεδομένων, μέσω εξειδικευμένου λογισμικού (RDBI-Relational Data Base Interface). Παρέχεται επίσης πρόσβαση σε δεδομένα αποθηκευμένα σε ψηφιακούς δίσκους (Digital Laser Disk), ή σε κείμενα, εικόνες και video.

2.6 Πεδίο Εφαρμογών συστημάτων Σ.Γ.Π.

Σήμερα σε ολοένα και περισσότερους καίριους τομείς ιδιωτικών και δημοσίων επιχειρήσεων ανεπτυγμένων χωρών χρησιμοποιούνται Σ.Γ.Π. ως βασικά εργαλεία στην επίλυση πολύπλευρων και σημαντικών προβλημάτων. Προβλήματα που περιλαμβάνουν τη διαχείριση των φυσικών πόρων, την κάλυψη ολοένα αυξανόμενων αναγκών σε τροφή και σε χώρους διαβίωσης, την ανάγκη ελέγχου και περιορισμού της μόλυνσης του φυσικού περιβάλλοντος κ.ά. Πολλά από αυτά τα προβλήματα οφείλονται στη πολύπλοκη σχέση μεταξύ φυσικών οικοσυστημάτων και ανθρώπινων επεμβάσεων. Ένα ισχυρό εργαλείο στην αντιμετώπιση τέτοιων προβλημάτων είναι η κατάσχεση μαθηματικών μοντέλων, που να περιγράφουν με πειστικότητα τις παραμέτρους των προβλημάτων αυτών. Πιο συγκεκριμένα, η χρησιμοποίηση τέτοιων μοντέλων, με δυναμικό πολλές φορές χαρακτήρα και η επικοινωνία τους με Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορικής, αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη πτυχή της τεχνολογίας των Σ.Γ.Π. που αναπτύσσεται πολύ γοργά (Geographic

Information Modeling Systems-GIMS). Εκτιμάται, ότι μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να αποτελέσει τον πιο οικονομικό τρόπο ανάλυσης και λήψης αποφάσεων, σχετικά με τα πιο άμεσα προβλήματα των καιρών μας. Τα γεωγραφικά μοντέλα που ήδη υπάρχουν και εξακολουθούν να αναπτύσσονται, περιλαμβάνουν μια μεγάλη ποικιλία από απλά στατικά μοντέλα μέχρι πλήρως δυναμικά συστήματα. Μερικές τυπικές εφαρμογές των μοντέλων αυτών στη πράξη παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους (Dangermont, 1991).

- Δημιουργία ψηφιακών τοπογραφικών χαρτών με έντονη δυναμική διάσταση που βασίζονται σε μοντέλα διαχείρισης της χωρικής πληροφορίας (Map Reclassification). Με τον όρο δυναμικός χαρακτήρας περιγράφονται ιδιότητες όπως η εύκολη διόρθωση, μεταφορά σε άλλο προβολικό σύστημα, αναπαραγωγή σε οποιοδήποτε κλίμακα ή σύστημα πινακοποίησης, κ.α. Με βάση τα μοντέλα αυτά μπορούμε να κατατάξουμε τη χαρτογραφική πληροφορία του ενδιαφέροντός μας, ή να προσδιορίσουμε τη γεωγραφική ζώνη επιρροής κάποιου φαινομένου (π.χ. κατάταξη εδαφών σύμφωνα με κάποιο γεωλογικό κριτήριο, περιοχές που ζει συγκεκριμένο είδος θηλαστικού).
- Εκτίμηση της δυνατότητας κάποιων περιοχών να στεγάσουν εγκαταστάσεις με συγκεκριμένες λειτουργίες (Suitability-Sitting of Facilities). Οι αναλύσεις αυτές βασίζονται κατά ένα μεγάλο ποσοστό στη δυνατότητα αλληλεπίθεσης θεματικών χαρτών, που περιγράφουν διάφορες μεταβλητές του προβλήματος, με σκοπό την εύρεση περιοχών με επιθυμητούς συνδυασμούς ιδιοτήτων. Πρωταρχικό ρόλο στη διαδικασία αυτή, έχει η αξιολόγηση λογικών και αριθμητικών ελέγχων, σε συνδυασμό με πράξεις στις περιγραφικές μεταβλητές των χαρτών, ώστε να κατασκευάζονται μοντέλα εξειδικευμένα στην επιλογή της καταλληλότερης τοποθεσίας (Site Selection Modeling) σύμφωνα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής. Ευρεία αποδοχή των μοντέλων αυτών συναντάται στο χωροταξιακό σχεδιασμό και στο καταμερισμό χρήσεων γης.
- Κατασκευή ψηφιακών μοντέλων του εδάφους (Digital Terrain Modeling). Βασίζονται σε μοντέλα προσομοίωσης της επιφάνειας του εδάφους (Surface Modeling), τα οποία παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη τρίτη διάσταση του χώρου και διακρίνονται σε τρεις βασικές φιλοσοφίες: α) ισοϋψείς καμπύλες σε ψηφιακή μορφή (contours), β) δίκτυα κατανεμημένων στην επιφάνεια σημείων γνωστού υψομέτρου, τα οποία είναι διατεταγμένα σε τετραγωνικό κάρναβο (grid, lattice) και γ) ακανόνιστα τριγωνικά δίκτυα (TIN). Με βάση τα μοντέλα αυτά προκύπτει σε κάθε θέση που ενδιαφέρει τον χρήστη, η κλίση του εδάφους, ο προσανατολισμός, το υψόμετρο κ.ά. Είναι δυνατή ακόμη η διεξαγωγή ελέγχων ορατότητας, με ευρείες εφαρμογές σε συγκοινωνιολογικά έργα, τρισδιάστατες απεικονίσεις με «εφέ» φωτοσκίασης και τέλος εκτίμηση κάποιων υδρολογικών μεγεθών.

- Ανάλυση, διαχείριση και σχεδιασμός δικτύων κοινής ωφέλειας. Βασίζεται σε μοντέλα καταμερισμού (Allocation Modeling) και σε μοντέλα προσδιορισμού βέλτιστων διαδρομών (Optimum Routes Selection). Ιδιαίτερες εφαρμογές των μοντέλων αυτών παρατηρούνται στη διαχείριση και βέλτιστο καταμερισμό φυσικών πόρων μέσω δικτύων κοινής ωφέλειας (Management Resources) όπως επίσης και σε συγκοινωνιολογικές εφαρμογές. Ειδικά στο τομέα των μεταφορών εννοούνται κυρίως διαδικασίες όπως η εύρεση βέλτιστων διαδρομών, ο προγραμματισμός κυκλοφορίας, η οργάνωση της κίνησης στόλου οχημάτων κ.α. Επίσης συμπεριλαμβάνονται αναλυτικές διαδικασίες όπως η ομαδοποίηση των κόμβων ενός δικτύου ώστε να εξυπηρετούνται με βέλτιστο τρόπο από συγκεκριμένα σημεία εξυπηρέτησης (clustering and allocation problems). Ειδικότερα στον τομέα της διαχείρισης και ανάλυσης δικτύων κοινής ωφέλειας, μέρος του οποίου είναι και το αντικείμενο της παρούσης διπλωματικής, υπάρχει μεγάλη εξειδίκευση τόσο σε θέματα λογισμικού όσο και σε εταιρίες διαχείρισης και παροχής υπηρεσιών συμβούλου, που βασίζονται σε Σ.Γ.Π. Ειδικότερα για τον τομέα της εφαρμογής συστημάτων και ολοκληρωμένων μοντέλων Αυτοματοποίησης Χαρτών / Διαχείρισης Εγκαταστάσεων (Automated Mapping/ Facilities Management-AM/FM) αναφέρονται περισσότερα στην επόμενη παράγραφο.

2.7 Εφαρμογή συστημάτων Σ.Γ.Π. σε δίκτυα κοινής ωφέλειας

Αναμφίβολα ο βασικός στόχος ενός οργανισμού διαχείρισης δικτύων κοινής ωφέλειας, είναι η ισορροπία μεταξύ ικανοποιητικής στάθμης εξυπηρέτησης με μια όσο το δυνατόν πιο κερδοφόρα πολιτική ανάπτυξης. Για την επίτευξη των βασικών αυτών στόχων, σημαντικό ρόλο έχει η μείωση του κόστους λειτουργίας και παράλληλα η μέγιστη δυνατή οργάνωση και εκμετάλλευση των εισερχόμενων δεδομένων, από όλους τους τομείς που επηρεάζει το δίκτυο. Στόχοι, οι οποίοι είναι δυνατόν να προσεγγιστούν με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων μοντέλων Αυτοματοποιημένης Χαρτογράφησης / Διαχείρισης Εγκαταστάσεων (AM/FM). Η καταλληλότητα του εξειδικευμένου αυτού κλάδου των Σ.Γ.Π. συνίσταται στη μέγιστη εκμετάλλευση και επικοινωνία των διαθέσιμων δεδομένων, αλλά και στην ελαχιστοποίηση του όγκου των περιττών δεδομένων. Με την εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής βελτιστοποιείται η αυτοματοποίηση των διαδικασιών ανάλυσης, ώστε να υπάρχει άμεση πρόσβαση των πληροφοριών στο σύστημα διαχείρισης των εγκαταστάσεων και να λαμβάνονται τελικά οι απαραίτητες αποφάσεις.

Οι σημαντικότεροι λόγοι που αναδεικνύουν τα συστήματα αυτά για εφαρμογές σε δίκτυα παροχής υπηρεσιών συνοψίζονται παρακάτω:

- Περιλαμβάνουν ισχυρά μοντέλα δεδομένων: Επιτυγχάνεται η απεικόνιση πολύπλοκων δικτύων με τοπολογία διανυσμάτων, ενώ παράλληλα υποστηρίζονται πολλά είδη ψηφιακών δεδομένων, ειδικά μωσαϊκού τύπου και προϊόντα φωτογραμμετρίας (π.χ. raster, remote sensed data, CADD,...). Παράλληλα είναι δυνατή η επικοινωνία με εξωτερικές βάσεις δεδομένων, καθώς και η ενεργοποίηση της γλώσσας SQL της βάσης, μέσα από το Σ.Γ.Π. Παρέχεται επίσης προστασία της βάσης δεδομένων, με την πρόσβαση ειδικευμένου και συγκεκριμένου προσωπικού σε αυτή.
- Αυτοματοποιημένη Χαρτογράφηση: Υποστήριξη τόσο τυποποιημένων μορφών χαρτών όσο και ειδικής χρήσης και μορφοποίησης, για την εκάστοτε εφαρμογή χάρτες (π.χ. σκαριφήματα).
- Χωρική ανάλυση και συμπεράσματα: Προσδιορισμός της συμβολής του τμήματος του δικτύου που ικανοποιεί κάποιες συνθήκες με βάση την αξιολόγηση συνθηκών με λογικά ή γεωγραφικά κριτήρια. Αποτελεσματική «κατανόηση» της τοπολογίας του δικτύου ώστε να επιλέγονται τμήματα με βάση τη σύνδεσή τους με άλλα (connectivity), ή με βάση τις έννοιες της γειτονίας, εγγύτητας περιγραφής ή εγγραφής.
- Συναρτήσεις και ρουτίνες από το πεδίο εφαρμογής του μηχανικού: Ολοκληρωμένες γραφικές και αναλυτικές συναρτήσεις και υπορουτίνες από διάφορους τομείς της επιστήμης του μηχανικού (π.χ. επεξεργασία τοπογραφικών χαρτών, παράμετροι συγκοινωνιολογικών, υδραυλικών μοντέλων, κ.ά.). Παράλληλα συμπεριλαμβάνονται και ρουτίνες οργάνωσης των εργασιών και χρονικού προγραμματισμού των εργασιών.

2.8 Εφαρμογές μοντέλων AM /FM σε δίκτυα αποχέτευσης.

Με βάση τις παραπάνω ιδιότητες των μοντέλων AM/FM των συστημάτων Σ.Γ.Π. η εφαρμογή τους σε δίκτυα αποχέτευσης, τόσο ακαθάρτων όσο και ομβρίων, είναι χρήσιμη σε τρεις βασικούς τομείς της λειτουργίας του δικτύου: α) δραστηριότητες που αφορούν στην ολοκληρωμένη διαχείριση της περιγραφικής και χαρτογραφικής βάσης δεδομένων, β) ανάλυση της ροής στους αγωγούς που το αποτελούν και τέλος γ) οργάνωση των εργασιών διατήρησης και επισκευής των εγκαταστάσεων του δικτύου.

Για παράδειγμα, ο εντοπισμός τοξικών ουσιών σε κάποιο υποσταθμό του δικτύου, επιτρέπει στους αρμοδίους να εντοπίσουν και να ειδοποιήσουν τους άμεσα απειλούμενους καταναλωτές. Αντίστροφα, με κατάλληλες διαδικασίες μπορούν να εντοπιστούν οι πιθανοί παραβάτες, υπεύθυνοι για τη διαρροή των τοξικών στο δίκτυο. Παρόμοιες διαδικασίες εφαρμόζονται, για τον έλεγχο της

ροής και τον εντοπισμό αυξημένης πιθανότητας εμφάνισης υπερτιέσεων και προεκτιμούνται οι συνέπειες, ως προς τις πιο άμεσα απειλούμενες περιοχές.

Στον τομέα της οργάνωσης των πληροφοριών μέσω της βάσης δεδομένων, μπορεί κανείς να έχει έναν πλήρη κατάλογο με τον συνολικό εξοπλισμό που αποτελεί το δίκτυο αποχέτευσης, ενημέρωση για τις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης ζημιών, πληροφορίες για το απασχολούμενο προσωπικό κ.ά. Επομένως, οι διαδικασίες διαχείρισης εξοπλισμού και προγραμματισμού εργασιών διευκολύνονται σημαντικά, με αντίκτυπο στη βελτίωση της παραγωγικότητας και του επιπέδου εξυπηρέτησης.

2.9 Διαδεδομένα Προγράμματα Σ.Γ.Π.

Σήμερα στην αγορά κυκλοφορεί μια μεγάλη ποικιλία προγραμμάτων Σ.Γ.Π. διαφόρων κατασκευαστών. Γενικά τα προγράμματα αυτά διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες που εμφανίστηκαν ανεξάρτητα μεταξύ τους, αλλά τελευταία γίνεται προσπάθεια ενοποίησής τους: τα διανυσματικά (vector) Σ.Γ.Π. και τα μωσαϊκού τύπου (raster or grid based) Σ.Γ.Π.

2.7.1 Διανυσματικά Σ.Γ.Π. (Vector G.I.S.)

Η χωρική πληροφορία οργανώνεται σε θεματικά επίπεδα (coverages) που περιλαμβάνουν ομοειδή γεωγραφικά χαρακτηριστικά. Η αναπαράσταση του χώρου γίνεται χρησιμοποιώντας τριών ειδών δομικά στοιχεία: σημεία (label points), προσανατολισμένα τόξα (arcs), και πολύγωνα (polygons), μεταξύ των οποίων χτίζονται τοπολογικές σχέσεις. Έτσι αντιπροσωπεύονται διανυσματικά όλα τα στοιχεία του χώρου: γραμμικά στοιχεία, γεωμετρικοί τόποι σημείων, επίπεδες επιφάνειες. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτού του είδους η απεικόνιση προσφέρεται περισσότερο για «κατηγορικά» δεδομένα όπως δρόμοι, ποταμοί, σύνορα περιοχών, κ.ά. Παράλληλα με τη γεωγραφική πληροφορία, μέσω ενός κωδικού, υποστηρίζονται περιγραφικά - πινακοποιημένα δεδομένα για κάθε ένα από τα παραπάνω στοιχεία.

2.7.2 Μωσαϊκού τύπου (Grid based G.I.S)

Βασίζονται στην αρχή των στοιχειωδών επιφανειών (cells). Οι στοιχειώδεις αυτές επιφάνειες, είναι συνήθως τετράγωνα ή παραλληλόγραμμα και σχηματίζουν έναν κάνναβο ο οποίος «απλώνεται» πάνω στην επιφάνεια, την οποία διαχωρίζει σε πολύ μικρά στοιχειώδη κομμάτια - «ψηφίδες». Η μωσαϊκού τύπου περιγραφή της γεωγραφικής πληροφορίας, είναι η πλέον κατάλληλη για την απεικόνιση επιφανειακών δεδομένων όπως το υψόμετρο του εδάφους, η συγκέντρωση

μιας ουσίας γύρω από τη πηγή εκπομπής (π.χ. εξάπλωση πετρελαιοκηλίδας σε ένα φυσικό υδατικό μέσο μεταφοράς, κατανομή θορύβου γύρω από ένα αεροδρόμιο κ.ά.). Κάθε ψηφίδα, λαμβάνει ενός είδους τιμή που προσδιορίζει την ιδιότητα της επιφάνειας στο εν λόγω σημείο. Η τιμή αυτή είναι σταθερή σε όλη την έκταση της ψηφίδας και ανατίθεται από το σύστημα με διάφορες λογικές, που καθορίζονται από τον χρήστη, όπως της μέσης τιμής όλων των τιμών που συναντά μέσα στην έκταση της ψηφίδας, σημαντικότητας ενός είδους έναντι κάποιου άλλου ή τέλος με βάση την αρχή της πλειοψηφίας.

Γενικά οι δύο αυτές φιλοσοφίες συστημάτων Σ.Γ.Π. αλληλοσυμπληρώνονται, μιας και η κάθε μια πλεονεκτεί της άλλης σε συγκεκριμένους τομείς. Έτσι, τα διανυσματικά συστήματα πλεονεκτούν στην ποσότητα και ποικιλία της περιγραφικής πληροφορίας, που μπορούν να υποστηρίξουν για τα χωρικά τους δεδομένα, όπως επίσης και στην οικονομία χώρου αποθήκευσης στα ψηφιακά μέσα. Από την άλλη πλευρά τα μωσαϊκού τύπου Σ.Γ.Π. πλεονεκτούν στη γεωγραφική ανάλυση, μιας και επιτρέπουν γρήγορες αριθμητικές «πράξεις μεταξύ χαρτών» (map algebra) που βασίζονται στη τιμή της κάθε ψηφίδας (cell value).

Έτσι τα πιο διαδεδομένα πακέτα Σ.Γ.Π. που κυκλοφορούν στην αγορά είναι:

- **ARC/INFO:** Διανυσματικού τύπου (vector based) υποστηρίζει και ανάλυση μωσαϊκού τύπου. Κατασκευάστρια εταιρία η ESRI. Ιδιαίτερα διαδεδομένο στη χώρα μας, κυκλοφορεί σε εκδόσεις τόσο για σύστημα UNIX όσο και για προσωπικό υπολογιστή (PC). Αντιπρόσωπος του ARC/INFO στην Ελλάδα, η εταιρία 'Marathon Data Systems'.
- **MG (Microstation G.I.S.):** Διανυσματικού τύπου, κατασκευάστρια εταιρία η INTERGRAPH. Αποτελείται από 32 ανεξάρτητα προγράμματα που απαιτούν για τη λειτουργία τους εξειδικευμένο περιβάλλον εργασίας: σταθμό εργασίας και γραφικά (MICROSTATION 32, INTERGRAPH) καθώς και περιβάλλον UNIX. Αντιπρόσωπος στην Ελλάδα η 'INTERGRAPH HELLAS'.
- **EDRAS:** Διανυσματικού και μωσαϊκού τύπου, κατασκευάστρια εταιρία η EDRAS. Πακέτο για επεξεργασία κυρίως στοιχείων από δορυφόρους. Τρέχει σε σειρά από πλατφόρμες αρχίζοντας από προσωπικούς υπολογιστές 486 και καταλήγοντας σε συστήματα UNIX. Αντιπροσωπεύεται από την 'INFOTOP'.
- **IDRISI:** Μωσαϊκού τύπου- grid based system, κατασκευασμένο από το τμήμα ερευνών του πανεπιστημίου CLARK της Μασαχουσέτης.

2.10 Συμπεράσματα σχετικά με το μέλλον της τεχνολογίας των Σ.Γ.Π.

Η τεχνολογία των Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφόρησης αποτελεί εξέλιξη στον τομέα της πληροφορικής με ζωή περίπου 25 ετών. Όπως είναι φυσικό για κάθε νέα εμφανιζόμενη τεχνολογία η ανάπτυξη είναι ραγδαία και η απήχηση στους χρήστες συνεχώς αυξανόμενη. Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται οι επικρατέστερες τάσεις στην εξέλιξη της τεχνολογίας αυτής, όπως αυτές εκτιμούνται από την πλευρά ενός από τους πιο επιτυχημένους κατασκευαστές του χώρου, και τις αλλαγές που αυτή συνεπάγεται για τους αποδέκτες, αλλά και για συσχετιζόμενες τεχνολογίες (Dangermont, 1991).

1. *Η αναμενόμενη αύξηση του αριθμού χρηστών:* Η εξέλιξη στη διαμόρφωση ενός φιλικότερου περιβάλλοντος επικοινωνίας μεταξύ του λογισμικού των Σ.Γ.Π. και χρήστη (πακέτα όπως το Arcview του Arc/Info), αναμένεται να προκαλέσει ραγδαία αύξηση στον αριθμό των χρηστών της τεχνολογίας αυτής ώστε κοντά στο έτος 2000 το πλήθος τους εκτιμάται να είναι περίπου 5 με 10 εκατομμύρια παγκοσμίως. Από την αρχή ακόμη, της δεκαετίας του '90 είναι φανερό η τάση διεύρυνσης του πεδίου εφαρμογών της τεχνολογίας των Σ.Γ.Π. «εισβάλλοντας» μακροπρόθεσμα σε τομείς που σήμερα φαίνονται ακατάλληλοι όπως οι ανθρωπιστικές επιστήμες και οι τέχνες. Παράλληλα διαφοροποιείται σταδιακά και ο χαρακτήρας του χρήστη που δεν θα απαιτείται πλέον να διαθέτει εξειδικευμένες γνώσεις (τουλάχιστον όχι στον βαθμό που ήταν απαραίτητες σε προηγούμενα χρόνια), αλλά το σύστημα για αυτόν θα αποτελεί μέσο παρακολούθησης των πληροφοριών ενδιαφέροντος. Αναμένεται έτσι, η εμφάνιση εταιριών και οργανισμών που θα προσφέρουν όλο και καλύτερες υπηρεσίες υποστήριξης σε θέματα παροχής υπηρεσιών συμβούλου, αυτοματοποίησης και διανομής δεδομένων, ενοικίασης ολοκληρωμάτων συστημάτων και παρόμοιες παροχές.

Ας αναφερθεί τέλος ότι η ραγδαία αύξηση των αποδεκτών της τεχνολογίας αυτής οφείλεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό στην μεθόδευση της εκπαίδευσης που συμπεριλαμβάνει από ιδρύματα πανεπιστημιακού επιπέδου παγκοσμίως, ως την εισαγωγή των συστημάτων και σε σχολεία.

2. *Εξέλιξη στην αυτοματοποίηση δεδομένων:* Ραγδαίες εξελίξεις, αναμένονται ως προς τα δεδομένα που θα απαιτούνται για την υποστήριξη μοντέλων που συνεργάζονται με Σ.Γ.Π. Ειδικότερα, η συλλογή, τυποποίηση, ολοκλήρωση και αυτοματοποίηση τους θα συνεχίσει να αποτελεί βασικό πρόβλημα, μιας και καινούργια είδη δεδομένων (όπως χημικές αναλύσεις, ατμοσφαιρικά, τρισδιάστατα αστικά και γεωλογικά δεδομένα, κ.ά.) και σε μεγαλύτερες ποσότητες θα απαιτούνται για τη μοντελοποίηση, όλο και περισσότερο αλληλοεμπλεκόμενων προβλημάτων. Η ανάγκη παρακολού-

θησης της μεταβολής κάποιων καταστάσεων μέσα στο χρόνο, η εξέλιξη των χρονοσειρών, η κατάστρωση αλγορίθμων που θα επεξεργάζονται δεδομένα τεσσάρων διαστάσεων και η απαίτηση εισαγωγής τους σε μοντέλα υποστηριζόμενα από Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφόρησης, ωθούν την τεχνολογία στην υιοθέτηση ριζοσπαστικών λύσεων.

Μια από τις σημαντικότερες καινοτομίες στην επόμενη δεκαετία, που αφορά στην συλλογή κυρίως πρωτογενών δεδομένων, θα είναι η εμφάνιση μικροσκοπικών αισθητήρων διασκορπισμένων μέσα στο φυσικό περιβάλλον. Οι συσκευές αυτές, που εξελίσσονται με την τεχνολογία των μικροεπεξεργαστών, συχνά αναφέρεται και ως «νανοτεχνολογία», θα συλλέγουν συγκεκριμένου τύπου δεδομένα αντικαθιστώντας αντίστοιχες εργασίες συλλογής υπαίθρου, ενώ αυτόματα θα επικοινωνούν με τους κεντρικούς σταθμούς εργασίας. Η τοποθέτηση τους σε συγκεκριμένες θέσεις του χώρου μελέτης, θα γίνεται με το σύστημα GPS και τα συλλεγόμενα δεδομένα θα ενημερώνουν τη βάση αυτόματα, με τεχνολογίες *remote sensing* και θα ολοκληρώνονται με τη συλλογή συμπληρωματικών πληροφοριών. Αναμένεται με την πάροδο του χρόνου η εξάπλωση ενός πλήθους τέτοιων αισθητήρων στο περιβάλλον ανθρώπινων δραστηριοτήτων, που συχνά αναφέρεται με τον όρο "*instrumental universe*".

3. Εξέλιξη στην οργάνωση των βάσεων δεδομένων: Η ραγδαία αύξηση του πλήθους, αλλά και του είδους των απαραίτητων δεδομένων, αναμένεται να επηρεάσει την οργάνωση και δομή των γεωγραφικών βάσεων δεδομένων. Οι βάσεις αυτές, τείνουν να απεικονίζουν όλο και μεγαλύτερες εκτάσεις με συνεχώς αυξανόμενη ανάλυση. Παράλληλα η πρόσβαση σε αυτές τείνει να γίνεται όλο και πιο εύκολη, επιβάλλοντας έτσι ανάγκες τυποποίησης δεδομένων αλλά και νομικές διατυπώσεις που θα κατοχυρώνουν τα πνευματικά δικαιώματα των ιδιοκτητών. Αναμένεται τέλος να εμφανιστούν νέες εταιρείες, που σκοπό τους θα έχουν την δημιουργία και ενημέρωση τέτοιων γεωγραφικών βάσεων κυρίως ενός εξειδικευμένου τύπου δεδομένων κατάλληλα για ανάλυση σε τοπικό επίπεδο.

Βασικό μέσο για την αποθήκευση και διανομή των δεδομένων, αναμένεται να είναι το CD ROM που ήδη το εύρος των εφαρμογών του αυξάνει. Η ανθεκτικότητα στο χρόνο, χωρητικότητα και ευκολία πρόσβασης που εξασφαλίζει το καθιστούν αναμφίβολα το μέσο μετάδοσης και φύλαξης ψηφιακών πληροφοριών στο μέλλον.

4. Ο ρόλος των Σ.Γ.Π.: Αξίζει να σημειωθεί ακόμη και ο διαφαινόμενος ρόλος των Σ.Γ.Π. ως αυτόνομες πλατφόρμες ολοκληρωμένης υποστήριξης διαφορετικών ειδών χωρικών πληροφοριών (multimedia GIS) δίνοντας πρόσβαση στο χρήστη σε ένα πλήθος ετερόκλητων δεδομένων. Έτσι, πληροφορίες σε διανυσματική (vector) ή ψηφιδωτή (raster) μορφή, δεδομένα από σχεδιαστικά

πακέτα (CADD), εικόνες, ήχος, video, κείμενα θα μπορούν όλα να αναλύονται ακόμη πιο αποτελεσματικά, κάτω από ένα κοινό περιβάλλον, επιτρέποντας τη παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης σε χαρτογραφικές απεικονίσεις τριών διαστάσεων. Διευρύνεται έτσι η έννοια των Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας (GIS), σε Συστήματα Χωρικής Πληροφορίας (SIS) με εφαρμογές, μελλοντικά, στους τομείς της ιατρικής, μοριακής βιολογίας, «νανοτεχνολογίας», κατασκευών και σε ευρύ φάσμα άλλων επιστημών.

Παράλληλα, η δυνατότητα σύζευξης των Σ.Γ.Π. με μοντέλα ανάλυσης μη χωρικών δεδομένων, όπως προγράμματα οικονομικών εφαρμογών, φυσικών επιστημών και άλλων χώρων παρέχει την δυνατότητα εξέλιξης πιο πολύπλοκων και πληρέστερων μοντέλων προσομοίωσης, φυσικών γεγονότων. Σε συνδυασμό με τις δυνατότητες ολοκληρωμένης υποστήριξης των πληροφοριών, multimedia GIS, τα μοντέλα που συνδέονται με συστήματα Σ.Γ.Π. θα δίνουν ρεαλιστικότερα αποτελέσματα, για την χρονική εξέλιξη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ καταστάσεων. Μερικές κατηγορίες αυτών των μοντέλων, αναμένεται να γίνουν ευρύτερα αποδεκτές και θα δρομολογηθούν σε ρόλο υποστήριξης αποφάσεων (decision support).

5. *Εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων (hardware)*: Όλες οι παραπάνω προβλέψεις αναμένεται να επιταχύνουν την εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων (hardware). Παράλληλα διαφαίνεται και η τάση εξειδίκευσης κάποιων κατασκευαστών (π.χ. η διαφημιστική καμπάνια της νέας σειράς σταθμών εργασίας της κατασκευάστριας εταιρείας "sun") στον τομέα των γραφικών σταθμών εργασίας υψηλών αποδόσεων με σαφείς προσανατολισμούς για χρήστες Σ.Γ.Π. Τα υπολογιστικά συστήματα τείνουν να γίνονται γρηγορότερα και με δυνατότητες αποθήκευσης περισσότερων πληροφοριών σε συνεχώς ελαττούμενο κόστος. Τέλος αναμένονται εξελίξεις σε θέματα λογισμικού όπως η ενσωμάτωση εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης σε ρουτίνες εξειδικευμένων εφαρμογών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο:

ΧΤΙΣΙΜΟ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.1 Σχετικά με τη περιοχή μελέτης.

Η περιοχή μελέτης στην οποία αναφέρεται η παρούσα διπλωματική, είναι ένα τμήμα της Αργυρούπολης Αθηνών. Χαρακτηρίζεται, γενικά από ήπια τοπογραφία χωρίς απότομες εξάρσεις ή κοιλότητες του εδάφους και χωρίς αξιόλογα φυσικά ρέματα. Οι χρήσεις γης είναι κυρίως οικιστικές με μικρομεσαίες επιχειρήσεις χωρίς σημαντική βιομηχανική δραστηριότητα ενώ οι δρόμοι είναι όλοι ασφαλοστρωμένοι με πλάτος οδοστρώματος από έξι έως δέκα μέτρα. Την περιοχή διασχίζει ένα τμήμα της λεωφόρου Βουλιαγμένης, μια σημαντική οδική αρτηρία του λεκανοπεδίου Αθηνών.

Το δίκτυο αποχέτευσης είναι στην πλειονότητα του χωριστικό. Αποτελείται από τους αγωγούς ακαθάρτων (συνήθως κυκλικής διατομής) και τους αγωγούς ομβρίων (ωοειδούς διατομής στις μεγάλες διαμέτρους και κυκλικής στις μικρές).

Προκειμένου να προσομοιωθεί το δίκτυο συλλογής των ομβρίων υδάτων, είναι απαραίτητα κάποια δεδομένα, τόσο χωρικά- γεωγραφικά όσο και περιγραφικά. Είναι απαραίτητο δηλαδή να χτιστεί μία πλήρης βάση δεδομένων η οποία να υποστηρίζει το μοντέλο προσόμοισης.

3.2. Χτίσιμο της βάσης δεδομένων.

Τα διαθέσιμα δεδομένα προήλθαν από φύλλα χάρτη της Ε.Υ.Δ.Α.Π. σε κλίμακα 1:500 που περιέχουν πληροφορίες για τη ρυμοτομία της περιοχής (οικοδομικά τετράγωνα) τη χάραξη των αγωγών ομβρίων και υδραυλικές πληροφορίες για τους αγωγούς και τα φρεάτια σύνδεσης. Οι υδραυλικές αυτές πληροφορίες είναι το μήκος των αγωγών, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της διατομής τους και οι κλίσεις τους. Αντίστοιχα για τα φρεάτια συμβολής οι χάρτες δίνουν το υψόμετρο τόσο του εδάφους όσο και των σημείων συμβολής των αντυγών. Η συνολική περιοχή μελέτης είναι περίπου ορθογωνικής μορφής με διαστάσεις 900 m x 1200 m και απεικονίζεται σε οκτώ φύλλα χάρτη. Επίσης χρησιμοποιήθηκε και το γενικό ρυμοτομικό σχέδιο της Αργυρούπολης σε κλίμακα 1:5000 από το οποίο προέκυψαν με ψηφιοποίηση οι ισοϋψείς της περιοχής.

Η εισαγωγή των γεωγραφικών δεδομένων έγινε με ψηφιοποίηση. Δημιουργήθηκαν τρία θεματικά επίπεδα (οικοδομικά τετράγωνα, αγωγοί ομβρίων, ισοϋψείς), τα οποία συμπληρώθηκαν με τις απαραίτητες περιγραφικές πινακοποιημένες πληροφορίες. Οι διαδικασίες που έγιναν για την κατασκευή της βάσης δεδομένων, παρουσιάζονται συνοπτικά στις επόμενες ενότητες.

3.2. α. Ψηφιοποίηση-Χωρικά Δεδομένα

Η μετατροπή των χαρτών σε ψηφιακή μορφή γίνεται μέσω της διαδικασίας ψηφιοποίησης στον ειδικό κάρναβο -τραπέζι- ψηφιοποιητή. Επειδή η αρχική κλίμακα των χαρτών υπερβαίνει τα όρια της ενεργής περιοχής ψηφιοποίησης, οι χάρτες μετατράπηκαν σε κλίμακα 1:1000 και στη συνέχεια

Χάρτης 3.1

Τρισδιάστατη απεικόνιση της περιοχής μελέτης



ακολούθησε η ψηφιοποίησή τους, χρησιμοποιώντας την έκδοση του λογισμικού του ARC/INFO για προσωπικό υπολογιστή και συγκεκριμένα το περιβάλλον PC Arcedit.

Για κάθε μια από τις οκτώ πινακίδες, η περιεχόμενη πληροφορία οργανώνεται σε δύο θεματικά επίπεδα. Στο ένα ψηφιοποιούνται τα οικοδομικά τετράγωνα της περιοχής και στο άλλο οι αγωγοί του δικτύου, χρησιμοποιώντας, σε αυτό το στάδιο της εργασίας τουλάχιστον, ως κωδικό αριθμό για την αναφορά τους ένα πολλαπλάσιο της κλίση τους. Τέλος ψηφιοποιούνται οι ισούψεις και οργανώνονται σε άλλο ενιαίο για όλη τη περιοχή μελέτης, θεματικό επίπεδο.

3.2.β. Δευτερογενής επεξεργασία χαρτογραφικής βάσης - *Editing*.

Μετά την εισαγωγή της πρωτογενούς γεωγραφικής πληροφορίας, και πριν τη διόρθωση λαθών ψηφιοποίησης που αναφέρεται στην συνέχεια, το σύστημα πρέπει να «κατανοήσει» ποια είναι η τοπολογική σχέση μεταξύ των χαρακτηριστικών σε κάθε θεματικό επίπεδο, προκειμένου να είναι η περιεχόμενη πληροφορία επεξεργάσιμη. Αυτό γίνεται με τις εντολές *Clean* και *Build*, που εκτελούνται σε περιβάλλον Arc. Το κύριο αποτέλεσμα που επιφέρουν οι εντολές αυτές, είναι η δημιουργία ενός πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών (*feature attribute table*), που συνοδεύει το κάθε θεματικό επίπεδο και περιέχει στο στάδιο της δημιουργίας του τουλάχιστον, τα απαραίτητα στοιχεία για την περαιτέρω αναλυτική επεξεργασία. Ο πίνακας αυτός είναι μέρος της περιγραφικής βάσης δεδομένων του συστήματος INFO. Η μορφή του, ως προς τις στήλες (*items*), που περιέχει είναι διαφορετική για κάθε κλάση γεωγραφικών χαρακτηριστικών- πολύγωνα (PAT), τόξα (AAT), κόμβοι (NAT), σημεία (PAT)- που περιγράφει. Έτσι χρησιμοποιώντας την εντολή *clean*, με τις κατάλληλες παραμέτρους, για τα θεματικά επίπεδα που περιέχουν τα οικοδομικά τετράγωνα χτίστηκε πολυγωνική τοπολογία (*polygon topology*) και αντίστοιχα δημιουργήθηκε πίνακας πολυγωνικών χαρακτηριστικών (*Polygon Attribute Table, .PAT*). Παράλληλα για τα θεματικά επίπεδα των αγωγών χτίστηκε γραμμική τοπολογία (*line topology*), όπως επίσης και τοπολογία κόμβων (*node topology*) και δημιουργήθηκαν οι αντίστοιχοι πίνακες γραμμικών και επικόμβιων χαρακτηριστικών (*Arc Attribute Table, .AAT, και Node Attribute Table, .NAT*).

Τώρα η χαρτογραφική πληροφορία είναι έτοιμη για τη διόρθωση των λαθών ψηφιοποίησης. Η διαδικασία αυτή, που γίνεται στο περιβάλλον του γραφικού editor του ARC/INFO, Arcedit, περιλαμβάνει τη διόρθωση των λαθών, ανακρίβειών και ελλείψεων που εισήχθησαν κατά τη ψηφιοποίηση. Οι ανακρίβειες αυτές περιλαμβάνουν κυρίως την αναίρεση των "αιωρούμενων κόμβων" που μπορούν να χαρακτηριστούν ως *overshoot* ή *undershoot* και την διόρθωση των κωδικών αναφοράς (*user-ids*), όπου κάτι τέτοιο χρειάζεται. Παραστατική απεικόνιση μερικών από τα πιο συνηθισμένα λάθη κατά τη ψηφιοποίηση παρουσιάζεται στο σχήμα 3.1. Γενικά η διαδικασία της διόρθωσης των λαθών αυτών είναι μία αρκετά χρονοβόρος διαδικασία, αναπόφευκτη όμως στη κατασκευή του μοντέλου προσομοίωσης στην οποία απαιτείται μεγάλος όγκος εργασίας για την



επεξεργασία των δεδομένων που θα συναποτελέσουν και θα υλοποιήσουν το τελικό μοντέλο. Πιο συγκεκριμένα, στην έκδοση του συστήματος ARC / Info για γραφικό σταθμό εργασίας σε περιβάλλον UNIX, η διαδικασία της διόρθωσης λαθών ψηφιοποίησης διευκολύνεται σημαντικά από εξειδικευμένα «μενού εργαλείων» που διαθέτει το περιβάλλον ARCTOOLS.

Μετά την απαλοιφή και των ανωτέρω ατελειών, η τοπολογία που είχε αρχικά «καταλάβει» το σύστημα μετά την εισαγωγή των δεδομένων, έχει αλλάξει. Επομένως απαιτείται εκ νέου χτίσιμο τοπολογικών σχέσεων, με χρήση και πάλι της εντολής `clean` σε περιβάλλον Arc ώστε να έχουμε στη διάθεσή μας χάρτες έτοιμους για το επόμενο στάδιο της επεξεργασίας: Την συνένωση δηλαδή των επιμέρους χαρτών σε έναν ενιαίο, για κάθε θεματική ενότητα.

3.2.γ. Ένωση επιμέρους χαρτών.

Σε αυτή τη φάση της επεξεργασίας γίνεται η συνένωση των επιμέρους θεματικών επιπέδων (coverages) σε ένα ενιαίο που να περιλαμβάνει όλη τη περιοχή μελέτης, ξεχωριστά όμως για τα οικοδομικά τετράγωνα και τις οδούς που θα έχουν τελικά πολυγωνική τοπολογία και τους αγωγούς ομβρίων που θα έχουν γραμμική τοπολογία. Η όλη διαδικασία μπορεί να διακριθεί σε δύο επιμέρους φάσεις:

- Στη φάση της σύμπτωσης των κοινών ορίων μεταξύ δύο γειτονικών χαρτών: Η διαδικασία αυτή, γνωστή στην ορολογία του συστήματος ως *edgematching*, για να είναι επιτυχής απαιτεί μεταξύ των άλλων, τα σημεία αγκίστρωσης (*tics*) στο κοινό σύνορο, να έχουν αφ' ενός τον ίδιο κωδικό αναγνώρισης (*tic ids*) και αφ' εταίρου τις ίδιες συντεταγμένες. Η διαδικασία *edgematching* είναι μια επί μέρους διαδικασία πριν την συνένωση των γειτονικών χαρτών, που πραγματοποιείται ώστε να εξαλείψει ατέλειες τύπου αιωρούμενων κόμβων στο κοινό τους σύνορο, μέσω της εντολής `adjust` που ενεργοποιεί. Αυτό συνεπάγεται λιγότερες ώρες επεξεργασίας του προϊόντος τελικού χάρτη.
- Στη φάση της συνένωσης γειτονικών χαρτών για τη παραγωγή του τελικού αποτελέσματος. Οι εντολές που πραγματοποιούν αυτή την εργασία είναι οι `append` και `mapjoin`. Με τη πρώτη συνενώνονται τα γεωγραφικά μόνο χαρακτηριστικά των επιμέρους χαρτών χωρίς να αποκαθίσταται η νέα τοπολογία του τελικού προϊόντος χάρτη. Με τη δεύτερη εντολή, συνενώνονται τόσο οι γεωγραφικές όσο και οι περιγραφικές πληροφορίες των πρωτογενών χαρτών και παράλληλα αποκαθίσταται και τοπολογική σχέση στον νέο αυτό χάρτη. Στη προκειμένη περίπτωση εφαρμόστηκε η εντολή `append` λόγω των λιγότερων προϋποθέσεων που απαιτεί η εφαρμογή της και στη συνέχεια αποκαταστάθηκε η κατάλληλη μορφή τοπολογίας για κάθε τελικό χάρτη μέσω της εντολής `clean` με τις απαραίτητες παραμέτρους.

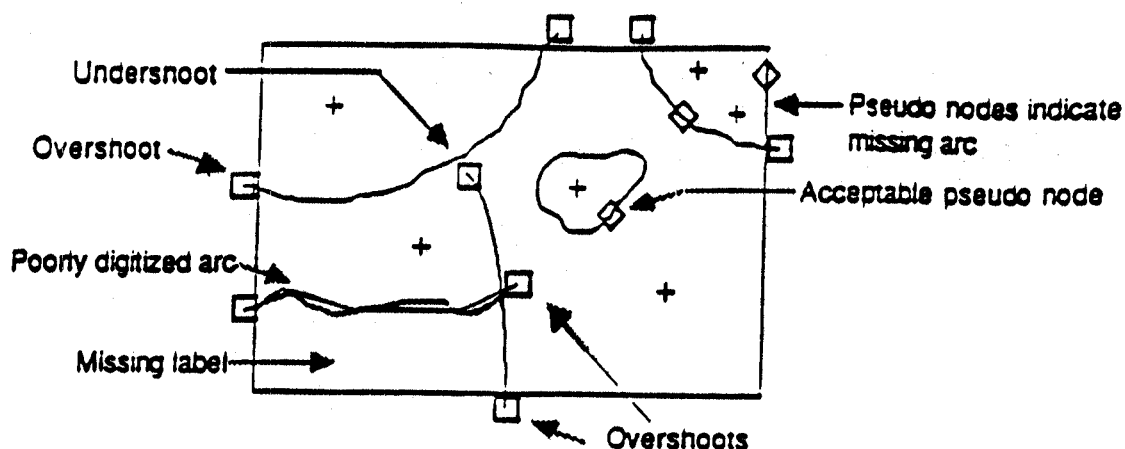
Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω διαδικασιών η χωρική βάση περιέχει τελικά ένα πολυγωνικό θεματικό επίπεδο με όλα τα οικοδομικά τετράγωνα, ένα γραμμικό θεματικό επίπεδο με όλους τους αγωγούς ομβρίων και ένα τελικό γραμμικό με τις ισοϋψείς. Αυτά τα επίπεδα πληροφοριών είναι τοπολογικώς συνεπή. Η περαιτέρω επεξεργασία τους συνίσταται στον εμπλουτιστό τους με τις απαιτούμενες περιγραφικές πληροφορίες.

3.3 Εμπλουτισμός με περιγραφικά δεδομένα.

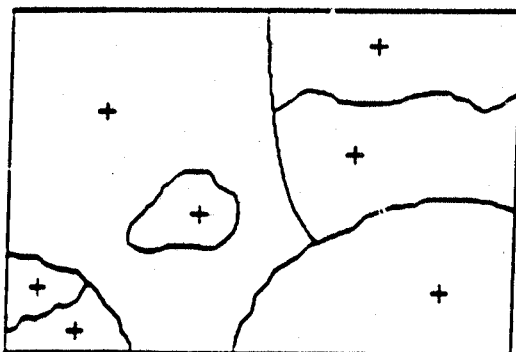
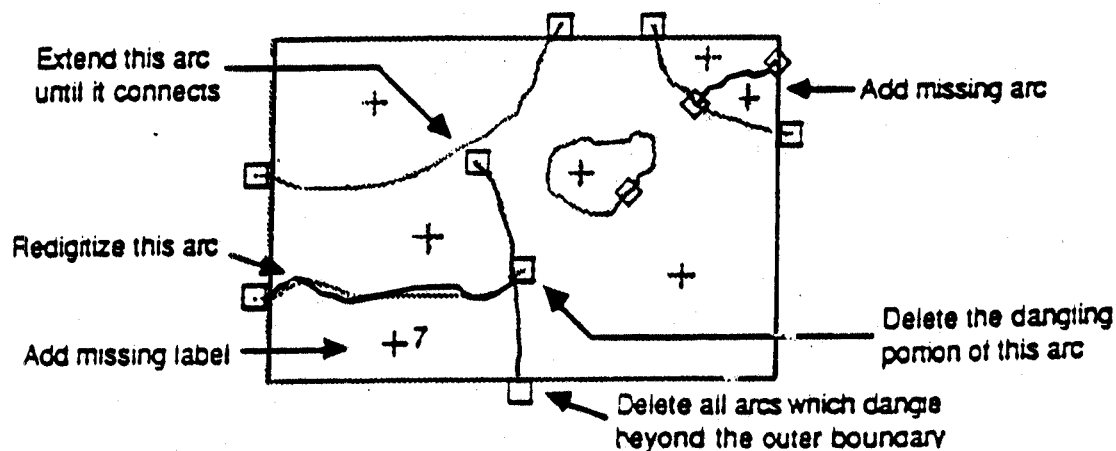
Μετά την συναρμολόγηση των τελικών γεωγραφικών θεματικών επιπέδων της βάσης, έχει δημιουργηθεί για το κάθε ένα από αυτά, ο τελικός αντίστοιχος πίνακας περιγραφικών χαρακτηριστικών (*feature attribute table*). Ένα τμήμα του πίνακα αυτού περιέχει πληροφορίες απαραίτητες και υποχρεωτικές για τη λειτουργία του συστήματος, ενώ στο υπόλοιπο ο χρήστης μπορεί να προσθέσει τις πληροφορίες που απαιτεί η εκάστοτε εφαρμογή. Έτσι στον πίνακα .AAT του θεματικού επιπέδου των αγωγών εισήχθησαν πληροφορίες απαραίτητες για τους υδραυλικούς υπολογισμούς, όπως η κλίση, τα χαρακτηριστικά διατομής (διάμετρος, D , για κυκλικές και το ύψος, H , για ωοειδείς διατομές), και το υδραυλικό μήκος το οποίο εν γένει διαφέρει από αυτό που προσδιορίζεται από το σύστημα. Για τα φρεάτια συμβολής καταχωρήθηκαν στον πίνακα .NAT του ίδιου θεματικού επιπέδου τα υψόμετρα εδάφους αλλά και τα υψόμετρα αντυγών στις θέσεις συμβολής.

Η διαδικασία εισαγωγής των περιγραφικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε από το πρόγραμμα ARC/INFO, σε περιβάλλον Arctools σε γραφικό σταθμό εργασίας υποστηριζόμενο από λειτουργικό σύστημα UNIX.

Μερικά από τα πιο συνηθισμένα λάθη κατά την εισαγωγή της χαρτογραφικής πληροφορίας με ψηφιοποίηση: Κόμβοι overshoot, undershoot, πολύγωνα με περισσότερα του ενός ή κανένα label points, τόξα που δεν έχουν ψηφιοποιηθεί με την απαιτούμενη ακρίβεια.



Οι διορθώσεις που πρέπει να γίνουν:



Σχήμα 3.1: Στα παραπάνω σκαριφήματα παρουσιάζονται μερικά από τα πιο συνηθισμένα λάθη ψηφιοποίησης, οι διορθωτικές επεμβάσεις μέσω των κατάλληλων εντολών και η μορφή της γεωγραφικής πληροφορίας μετά το πέρας των διορθώσεων και της αποκατάστασης της τοπολογίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο:

ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

4.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

4.1.1 Διακεκριμένα και συνεχόμενα δεδομένα

Το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ARC/INFO διαχωρίζει τα χαρτογραφικά δεδομένα σε δυο βασικές γενικές κατηγορίες. Τα διακεκριμένα ή θεματικά και τα συνεχόμενα ή κατηγορικά.

Τα διακεκριμένα ή θεματικά δεδομένα χαρακτηρίζονται από ασυνέχεια και διακριτότητα στα σύνορα μεταξύ τους. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα είναι οι ιδιοκτησίες, κατάταξη εδαφών, χρήσεις γης, κ.ά. Η χαρτογράφησή τους γίνεται με τις βασικές απεικονίσεις του επιπέδου: σημεία, γραμμές και επιφάνειες, ενώ παράλληλα εμπλουτίζονται με ετερόκλητες και ανομοιογενής ιδιότητες (όπως όνομα ιδιοκτήτη, κωδικός χρήσης, κ.ά.), ώστε κάθε συνδυασμός τους να αντιστοιχεί σε διαφορετικό στοιχείο.

Σε αντίθεση τα συνεχόμενα ή κατηγορικά χαρακτηριστικά δεν είναι χωρικά διακριτά. Γενικά μια συνεχόμενη επιφάνεια μπορεί να παραχθεί από τη διακύμανση μιας μεταβλητής, σε καθορισμένα περιθώρια, με συγκεκριμένη τιμή σε κάθε θέση χ,γ. Παράδειγμα συνεχόμενων χαρακτηριστικών είναι οι επιφάνειες προσομοίωσης του εδάφους, η συγκέντρωση κάποιας τοξικής ουσίας γύρω από μια πηγή μόλυνσης κ.ά.

Ας δούμε αναλυτικότερα τις δυνατότητες που προσφέρει το σύστημα ARC/INFO για τη προσομοίωση επιφανειών.

4.1.2 Οι απαιτήσεις από ένα μοντέλο επιφανείας.

Μια επιφάνεια αποτελείται από πρακτικά άπειρο αριθμό σημείων με διαφορετική τιμή. Επειδή δεν είναι πρακτικό να καταχωρηθούν όλα τα σημεία στο μοντέλο, πρέπει να εφαρμοστεί ένας τρόπος «έξυπνης» επιλογής αντιπροσωπευτικών σημείων προς καταχώρηση, ώστε το μοντέλο προσομοίωσης να ανταποκρίνεται στις παρακάτω απαιτήσεις :

- Να αναπαριστά με ακρίβεια την επιφάνεια.
- Να είναι κατάλληλο για αποτελεσματική συλλογή δεδομένων.
- Να ελαχιστοποιεί τις απαιτήσεις αποθήκευσης ενώ παράλληλα να είναι ευκολόχρηστο, ώστε να μεγιστοποιεί την αποδοτικότητα των υπάρχοντων δεδομένων.
- Να είναι κατάλληλο για την περαιτέρω ανάλυση.

Τρεις μέθοδοι χρησιμοποιούνται κυρίως για την ψηφιακή αναπαράσταση εδαφικών επιφανειών. Οι ισοϋψείς καμπύλες, πίνακες-κάνναβοι ισοκατανεμημένων σημείων ελέγχου και τέλος ακανόνιστα κατανεμημένα σημεία στον χώρο.

4.1.3 Μοντέλα εδάφους.

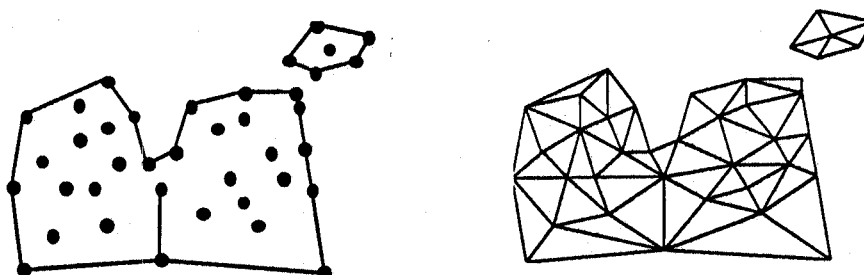
4.1.3.1. Ισοϋψείς καμπύλες.

Αποτελούν ίσως το πιο διαδεδομένο μέσο αναπαράστασης εδαφικών επιφανειών σε μία μεγάλη ποικιλία κλιμάκων. Το βασικό μειονέκτημα των ισοϋψών είναι, ότι δεν μπορούν ν' αποτυπώσουν τις ανωμαλίες του εδάφους στο διάστημα μεταξύ τους, ενώ η ακρίβεια της προσομοίωσης του ανάγλυφου που προσφέρουν, εξαρτάται από τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη κατασκευή τους.

4.1.3.2. Ακανόνιστο Τριγωνομετρικό Δίκτυο (Triangulation Irregular Network) - TIN.

Μια επιφάνεια μπορεί να προσεγγιστεί συνδυάζοντας σημεία του χώρου σε τυχαίες θέσεις, γραμμικά και πολυγωνικά στοιχεία, που περιέχουν και υψομετρική πληροφορία.

Το μοντέλο του ακανόνιστου τριγωνομετρικού δικτύου μετατρέπει τις κορυφές των γραμμικών και πολυγωνικών στοιχείων σε σημεία με γνωστές συντεταγμένες x, y και δεδομένο υψόμετρο z , όπου σε συνδυασμό με τα ήδη υπάρχοντα σημειακά δεδομένα (x, y, z) αναπτύσσεται ένα δίκτυο συνεχόμενων στοιχειωδών τριγωνικών επιφανειών. Το τριγωνικό δίκτυο αναπτύσσεται με τη συνένωση των κορυφών με ακμές βάση του κριτηρίου του *Delaunay*, ώστε όλα τα σημεία ελέγχου να συνενώνονται με τους δύο αμέσως κοντινότερους γείτονες. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ενός πλήθους τριγωνικών στοιχειωδών επιφανειών, όπου το κάθε ένα περιγράφει ένα τμήμα της επιφάνειας του εδάφους.



Σχήμα 4.1 Τα σημεία ελέγχου δεν περιορίζονται σε συγκεκριμένες θέσεις ενός ορθοκανονικού πίνακα αλλά επιλέγονται αυτόματα από το σύστημα με βάση την σπουδαιότητά τους. Πολύγωνα, γραμμές και σημεία συνδυάζονται ώστε να περιγράψουν την επιφάνεια.

Είναι προφανές, ότι η πιστότητα της προσομοίωσης του εδάφους με τέτοια στοιχειώδη επιφανειακά στοιχεία, εξαρτάται κυρίως από τη μορφολογία της περιοχής, σε σχέση με τη πυκνότητα και τη θέση των σημείων ελέγχου που χρησιμοποιήθηκαν.

4.1.3.3. Ψηφιακά μοντέλα υψομέτρου.

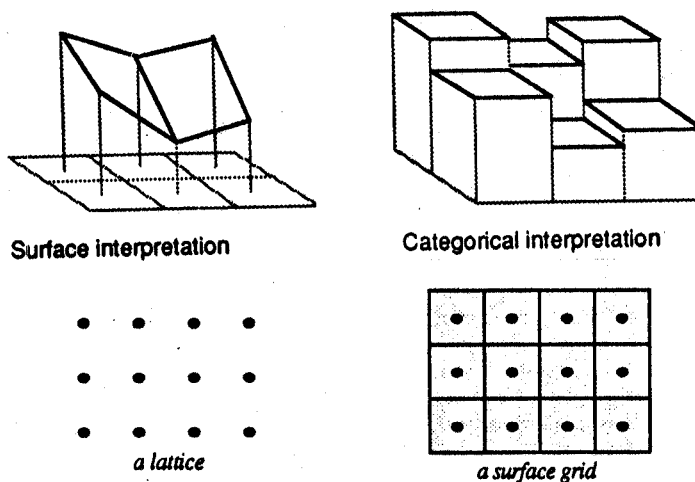
Τα ψηφιακά μοντέλα υψομέτρου (Digital Elevation Models- DEMs) ή αλλιώς ψηφιακά μοντέλα εδάφους (Digital Terrain Models - DTMs), προσεγγίζουν μια επιφάνεια ως ορθοκανονικοί πίνακες-κάνναβοι ισοκατανεμημένων σημείων ελέγχου με γνωστό υψόμετρο, ώστε να σχηματίζουν το προφίλ της επιφάνειας. Υπάρχουν δύο βασικές φιλοσοφίες ψηφιακών μοντέλων εδάφους, η διαφοροποίηση των οποίων βρίσκεται στον τρόπο με τον οποίο προσδιορίζεται το υψόμετρο τυχαίου σημείου μεταξύ των σημείων ελέγχου:

- Μοντέλο του σημειακού καννάβου - *Lattice*

Ένας σημειακός κάνναβος αποτελείται από ένα πλήθος σημείων, που αναφέρονται σε μία κοινή αρχή, διατεταγμένα στο επίπεδο σε ορθοκανονική βάση και ίσες αποστάσεις κατά τις διευθύνσεις x και y . Κάθε χαρακτηριστικό σημείο βρίσκεται στο κέντρο της στοιχειώδους τετραγωνικής επιφάνειας έχοντας δεδομένη τιμή υψομέτρου z . Ο προσδιορισμός του υψομέτρου ενδιάμεσου σημείου γίνεται με γραμμική παρεμβολή μεταξύ των άμεσα γειτονικών σημείων ελέγχου.

- Μοντέλο του κατηγορικού καννάβου - *Grid*

Σε αντίθεση στον κατηγορικό κάνναβο, η τιμή υψομέτρου κάθε στοιχειώδους τετραγωνικής επιφάνειας διατηρείται σταθερή σε όλη την έκταση αυτής. Το ανάγλυφο επομένως, προσομοιώνεται με έναν μεγάλο αριθμό στοιχειωδών τετραγωνικών επιφανειών καθεμία με διαφορετική τιμή υψομέτρου, z .



Σχήμα 4.2: Η γραφική απεικόνιση της διαφοράς μεταξύ του σημειακού καννάβου (*lattice*) και του κατηγορικού καννάβου (*grid*). Και η δυο αυτές απεικονίσεις, αποτελούν έκφραση του ίδιου μοντέλου προσομοίωσης με στοιχειώδης επιφάνειες. Η ακρίβεια της προσομοίωσης εξαρτάται από τη σχετική απόσταση των σημείων ελέγχου που αποτελούν το μοντέλο.

Η ακρίβεια των ανωτέρω ψηφιακών απεικονίσεων εξαρτάται κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό από την σχετική απόσταση μεταξύ των χαρακτηριστικών σημείων ελέγχου. Γενικά μικρές αποστάσεις μεταξύ δειγματοληπτικών σημείων καταγράφουν περισσότερες ανωμαλίες του φυσικού ανάγλυφου, όπως κοιλότητες (π.χ. ρέματα) και εξογκώματα (π.χ. κορυφές). Βελτιώνεται έτσι η ανάλυση του ψηφια-

κού μοντέλου, σε βάρος όμως των χρόνων υπολογισμού και χώρου αποθήκευσης αφού αυξάνει ταυτόχρονα το πλήθος των περιπτώσεων καταχωρήσεων.

Τόσο το μοντέλο επιφάνειας με τη χρήση ακανόνιστου τριγωνομετρικού δικτύου (TIN) όσο και με τον σημειακό κάνναβο (lattice), έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ανάλογα με τις απαιτήσεις της τρέχουσας εφαρμογής. Παρ' όλα αυτά και τα δύο αυτά μοντέλα εμπεριέχουν μία δυναμική διάσταση, αφού η μετάβαση από τη μια μορφή στην άλλη είναι εύκολα πραγματοποιήσιμη. Οι βασικές τους διαφορές εντοπίζονται στα παρακάτω :

Γενικά το μοντέλο TIN, που μπορεί να αναπαραστήσει και γραμμικά στοιχεία, απαιτεί μικρότερο αριθμό σημείων ελέγχου από τα διαθέσιμα γραμμικά και σημειακά πρωτογενή δεδομένα. Τα σημεία επιλέγονται αυτόματα και σε τυχαίες θέσεις, σε αντίθεση με αυτά του μοντέλου lattice που κατανέμονται υποχρεωτικά στις κορυφές καννάβου. Έτσι ο όγκος των περιπτώσεων δεδομένων αλλά και ο απαιτούμενος χώρος αποθήκευσης είναι σημαντικά μικρότερος για το μοντέλο TIN. Ταυτόχρονα, αύξηση της ακρίβειας της προσομοίωσης επιτυγχάνεται με παρεμβολή καινούργιων σημείων σε συγκεκριμένες θέσεις. Αντίθετα στο μοντέλο lattice ικανοποιητικότερη ακρίβεια επιτυγχάνεται με συνολική μεταβολή της ανάλυσης του καννάβου.

4.1.4 Αναλυτικότερα για το μοντέλο grid.

Τόσο ο κατηγορικός όσο και ο σημειακός κάνναβος αποτελούν εκφράσεις του ίδιου μοντέλου προσομοίωσης με στοιχειώδης τετραγωνικές επιφάνειες (cell based modeling).

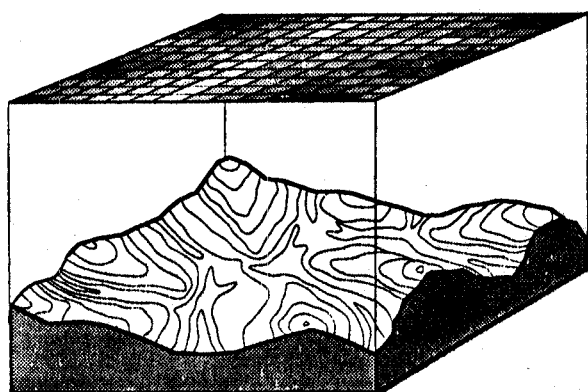
Έτσι ο σημειακός κάνναβος (lattice) μπορεί να εκφραστεί ισοδύναμα από κατηγορικό με πραγματικές τιμές (floating point grid) και χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο, στη προσομοίωση συνεχόμενων επιφανειών. Η τιμή σε κάθε στοιχειώδες τετράγωνο μετράται ως προς σταθερό σημείο αναφοράς (π.χ. επίπεδο της θάλασσας) και η διαφοροποίηση μεταξύ γειτονικών τιμών είναι συνήθως μικρή, δικαιολογώντας έτσι την περιγραφή με πραγματικούς αριθμούς.

Αντίθετα ένας κατηγορικός κάνναβος με ακέραιες τιμές (integer grid), δίνει την δυνατότητα αναπαράστασης τόσο επιφανειακών στοιχείων, με μικρότερη ακρίβεια από αυτή που δίνει το μοντέλο lattice, όσο και κατηγορικών που χαρακτηρίζονται από διακριτότητα και ασυνέχεια στον χώρο. Η βασική αυτή διαφοροποίηση οφείλεται στην ικανότητα του μοντέλου να υποστηρίζει ένα πίνακα χαρακτηριστικών τιμών με ακέραιες τιμές, που αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων σαν αναπόσπαστο στοιχείο του μοντέλου. Ο πίνακας αυτός (Value Attribute Table - VAT) περιέχει υποχρεωτικά δύο πεδία ακεραίων τιμών : Τα πεδία VALUE και COUNT. Στο πρώτο φυλάσσεται ένας ακέραιος αριθμός για κάθε κύτταρο του κατηγορικού καννάβου, ώστε έτσι να κατατάσσεται σε μία διαχωριστική κλάση, κατηγορία ή ζώνη. Οι ζώνες αυτές, περιλαμβάνουν τουλάχιστον δύο κύτταρα με την ίδια ακέραια τιμή και μπορεί να είναι γειτονικές ή διασκορπισμένες στο επίπεδο του μοντέλου. Παράλληλα, στο πεδίο

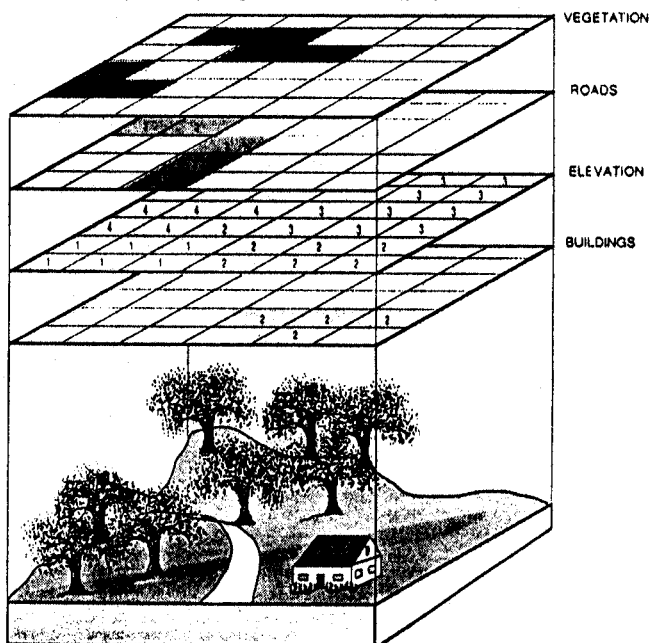
COUNT φυλάσσεται το πλήθος των στοιχειωδών τετραγώνων με την ίδια τιμή. Στον πίνακα αυτό μπορεί να εισαχθεί οποιαδήποτε ακόμη χαρακτηριστική ιδιότητα, σαν ξεχωριστό πεδίο, περιέχοντας ακέραιες, πραγματικές τιμές ή χαρακτήρες ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής.

Το πλεονέκτημα στην αναπαράσταση των παραπάνω διακριτών δεδομένων με κατηγορικό κάνναβο ακέραιων τιμών, είναι ότι τόσο τα σημεία όσο και τα τόξα και πολύγωνα αναπαριστώνται με το ίδιο συστατικό σχήμα του μοντέλου : κύτταρα με δεδομένη ακέραια τιμή για κάθε ένα, που βρίσκονται σε προκαθορισμένη σχετική διάταξη μεταξύ τους, ώστε να αναπαριστούν σημειακά και επιφανειακά στοιχεία του πραγματικού χώρου. Με αυτόν τον τρόπο αίρονται οι στενά καθορισμένες τοπολογικές κλάσεις των σημείων, γραμμών και επιφανειών, όπως τουλάχιστον αυτές εννοούνται στα διανυσματικά μοντέλα, και ανάγεται η τοπολογία σε ένα κοινό και ανταλλάξιμο σχήμα μεταξύ τιμών κυττάρων. Το κόστος βέβαια που συνεπάγεται κάτι τέτοιο είναι μειωμένη ακρίβεια προσομοίωσης, σε σχέση με ένα αντίστοιχο διανυσματικό μοντέλο.

Μια ακόμη δυνατότητα του μοντέλου grid είναι η «άλγεβρα μεταξύ χαρτών» (map-algebra). Υποστηρίζεται μία πλήρης σειρά αριθμητικών, λογικών, συνδυαστικών κ.ά. μαθηματικών τελεστών όπου σε συνδυασμό με κατάλληλες συναρτήσεις του μοντέλου, σημειακής ή γενικότερης επιρροής, αποτελούν ένα ισχυρό και ευέλικτο εργαλείο ανάλυσης. Σημειώνεται, ότι οι κατηγορικοί κάνναβοι ακέραιων τιμών πλεονεκτούν σε σχέση με αυτούς πραγματικών τιμών, μιας και υποστηρίζονται από πολύ περισσότερες συναρτήσεις.



floating point grid



integer grid

Σχήμα 4.3: Το μοντέλο προσομοίωσης με στοιχειώδεις επιφάνειες (cell based modeling) παρέχει τη δυνατότητα αναπαράστασης στοιχείων που χαρακτηρίζονται από διακριτότητα ως integer grids όπως οι δρόμοι τα κτίρια ή η βλάστηση. Για την αναπαράσταση συνεχόμενων επιφανειών, όπως το υψόμετρο, καλύτερα αποτεσματα λαμβάνονται από την προσομοίωση με κάνναβο πραγματικών τιμών (floating point grid).

4.II ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ.

Για την κατασκευή του μοντέλου εδάφους χρησιμοποιήθηκε ψηφιακός χάρτης ισοϋψών της περιοχής σε κλίμακα 1:5000. Οι τιμές των ισοϋψών καμπυλών είναι από 45 έως 115 μέτρα με ισοδιάσταση ανά πέντε μέτρα. Γενικά η προσομοίωση του εδάφους μόνο με ισοϋψείς καμπύλες δεν είναι ο ενδεικνυόμενος τρόπος, τουλάχιστον σε μια αστική και οικοδομημένη περιοχή. Παρ' όλα αυτά ο χάρτης του γενικού ρυμοτομικού σχεδίου της Αργυρούπολης ήταν το μόνο διαθέσιμο στοιχείο με υψομετρική πληροφορία επιτρέποντας αποκλειστικά την κατασκευή ακανόνιστου τριγωνομετρικού δικτύου-TIN ως ψηφιακό μοντέλο επιφάνειας. Ακριβέστερο μοντέλο εδάφους θα μπορούσε να κατασκευαστεί συνδυάζοντας τον χάρτη των ισοϋψών με δεδομένα χωροστάθμησης με σημεία ελέγχου στο κατάστρωμα των οδών. Τα αποτελέσματα του μοντέλου σε θέσεις που μπορούν να ελεγχθούν, όπως τα φρεάτια των αγωγών, είναι πολύ κοντά στα αναγραφόμενα υψόμετρα εδάφους.

Η εντολή που δημιουργεί επιφάνεια TIN από γραμμικό θεματικό επίπεδο είναι η `createtin` και καλείται από το περιβάλλον Arc:

```
Arc: createtin tiniso 2.50 2.50 1
Createtin: COVER copiso LINE copiso-id
```

Έτσι δημιουργείται το `tiniso1` από το γραμμικό θεματικό επίπεδο `copiso`, που περιέχει τις ψηφιοποιημένες ισοϋψείς. Η πρώτη παράμετρος 2.50 καθορίζει την ελάχιστη απόσταση μεταξύ των κορυφών πάνω στα τόξα των ισοϋψών που θα χρησιμοποιηθούν ως σημαντικά σημεία για τη κατασκευή του μοντέλου. Η δεύτερη παράμετρος καθορίζει ότι οι κορυφές δύο διαδοχικών ισοϋψών δεν πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη από 2.50 μέτρα (μονάδες χάρτη). Η υψομετρική πληροφορία βρίσκεται στο πεδίο `copiso-id` του πίνακα χαρακτηριστικών ιδιοτήτων του γραμμικού θεματικού επιπέδου `copiso`.

Το μοντέλο του ακανόνιστου τριγωνομετρικού δικτύου, TIN, αποτελεί στην πραγματικότητα ένα ενδιάμεσο στάδιο για την κατασκευή ψηφιακού μοντέλου υψομέτρου. Η ικανότητα των μοντέλων αυτών να υποστηρίζουν μαθηματικούς τελεστές και συναρτήσεις παρέχει ευελιξία και περισσότερες αναλυτικές δυνατότητες. Έτσι σε πρώτο στάδιο κατασκευάζεται από το ακανόνιστο τριγωνομετρικό δίκτυο ένας σημειακός κάνναβος `lattice` και στη συνέχεια ένας κατηγορικός με ακέραιες τιμές:

```
Arc: Tinlattice tiniso lattiso2 linear 1
```

Η παραπάνω εντολή κατασκευάζει τον σημειακό κάνναβο `lattiso2` (floating point grid), ξεκινώντας ένα διάλογο με τον χρήστη στον οποίο καθορίζονται μεταξύ άλλων η απόσταση μεταξύ των σημείων ελέγχου ή ισοδύναμα η πλευρά του στοιχειώδους τετραγώνου, τα όρια της περιοχής που θα συμπεριληφθούν στο μοντέλο, η μέθοδος της γραμμικής παρεμβολής, ο βαθμός παραμόρφωσης κατά τη διεύθυνση z, κ.ά. Στο συγκεκριμένο μοντέλο η ανάλυση είναι ανά 2 μέτρα και όπως θα φανεί στη συνέχεια κρίνεται ικανοποιητική.


```
Grid: surfgrid = int( lattiso2 + 0.50)
```

Η συνάρτηση `int` του περιβάλλοντος `grid` μετατρέπει την τιμή κάθε στοιχειώδους τετραγώνου του σημειακού καννάβου από πραγματικό αριθμό στον αμέσως μεγαλύτερο ακέραιο. Ταυτόχρονα προσδιορίζει τον κατηγορικό κάνναβο `surfgrid` με πίνακα χαρακτηριστικών τιμών (VAT). Το τελικό αποτέλεσμα είναι η παραγωγή μίας επιφάνειας κατηγορικού καννάβου με ακέραιες τιμές από 45 ως 115 μέτρα που προσομοιώνει την επιφάνεια του εδάφους της περιοχής μελέτης.

4.III ΤΟΠΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ.

Σε αυτή την ενότητα γίνεται η εισαγωγή της έννοιας των «ιδεατών αγωγών» ως μέσου που θα προσομοιώσει την τοπολογία της ροής του νερού στην επιφάνεια των οδών. Με τη βοήθεια αυτού του μοντέλου αυτού θα προκύψουν απαντήσεις σχετικά με τη διαδρομή, που ακολουθεί το νερό στο τμήμα της περιοχής που δεν διαθέτει δίκτυο, κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας και λίγο μετά από αυτή, και μέχρι να οδηγηθεί στα φρεάτια υδροσυλλογής ή σε φυσικούς αποδέκτες. Οι ιδεατοί αγωγοί προσομοιώνουν τους άξονες των οδών, προσεγγίζουν τη μεσοπαράλληλο μεταξύ οικοδομικών τετραγώνων και οι κόμβοι αρχής και τέλους τους βρίσκονται στα κέντρα των διασταυρώσεων των οδών ανάτη και κατάντη.

Οι παράγραφοι που ακολουθούν, περιγράφουν λεπτομερέστερα τη διαδικασία κατασκευής τους.

4.III.1 Κατασκευή Grid δρόμων.

Με δεδομένο το μοντέλο προσομοίωσης του ανάγλυφου με κατηγορικό κάνναβο ανάλυσης 2 μέτρων κατασκευάζεται `grid` που θα έχει στις θέσεις των οικοδομικών τετραγώνων τιμή `NODATA` ενώ τα κύτταρα που βρίσκονται πάνω στους δρόμους έχουν τη τιμή του υψομέτρου του εδάφους στην συγκεκριμένη θέση.

```
Grid: intermediate-grid = polygrid(cloikodom, cloikodom-id, #, #, 2)
```

Η συνάρτηση `polygrid` παράγει `grid` ακεραίων τιμών, ανάλυσης 2 μέτρων, από το πολυγωνικό θεματικό επίπεδο `cloikodom`. Η τιμή που θα ανατεθεί σε κάθε κύτταρο είναι ο κωδικός αριθμός χρήστη που διαφοροποιεί τα οικοδομικά τετράγωνα μεταξύ τους. Στη συνέχεια εφαρμόζεται μια λογική συνθήκη ανάθεσης τιμών:

```
Grid: gridroad2 = con(intermediate-grid == 696, surfgrid)
```

Η συνάρτηση `con` του περιβάλλοντος `grid` προέρχεται από τον όρο conditional statment. Το προϊόν της συνάρτησης αυτής είναι ένας νέος κατηγορικός κάνναβος όπου η τιμή του κάθε κύτταρου καθορίζεται από την αλήθεια ή όχι μιας λογικής πρότασης ελέγχου. Η συνάρτηση εξετάζει

την εγκυρότητα ή όχι αυτής της λογικής πρότασης για κάθε τιμή κύτταρου του κατηγορικού καννάβου πριν προχωρήσει στην εκτίμηση του επόμενου. Έτσι μπορεί να εκτιμάται η συνθήκη ελέγχου για τις τιμές ενός κατηγορικού καννάβου ενώ να αναθέτονται οι τιμές κυττάρων από άλλο κατηγορικό κάνναβο στην ίδια θέση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η έκφραση αναθέτει σε κάθε κύτταρο που έχει τιμή 696 (κωδικός που χαρακτηρίζει το «πολύγωνο» του δρόμου) στο `intermediate-grid` την τιμή στην ίδια θέση που έχει το `surfgrid`.

4.III.2 Διανυσματοποίηση του grid δρόμων σε γραμμικό θεματικό επίπεδο.

Το περιβάλλον `grid` διαθέτει ρουτίνες μετατροπής επιφανειακών μοντέλων αναπαράστασης κατηγορικών δεδομένων (όπως, στη συγκεκριμένη περίπτωση, οδών) σε γραμμικά διανυσματοποιημένα στοιχεία. Καταλληλότερη για την εφαρμογή κρίθηκε η συνάρτηση `Gridline`, τα αποτελέσματά της οποίας προσεγγίζουν ικανοποιητικά τις προδιαγραφές των ιδεατών αγωγών, που τέθηκαν προηγουμένως. Παρ' όλο που το λογισμικό του ARC/INFO διαθέτει το εξειδικευμένο περιβάλλον `COGO`, με δυνατότητες ανάλογες προϊόντων `CADD` ώστε με ακρίβεια να σχεδιάζονται σχήματα γεωμετρικών απαιτήσεων, προτιμήθηκε η εφαρμογή της συνάρτησης `Gridline`. Είναι αφ' ενός ταχύτερη και αφ' ετέρου συμβάλλει στην συνολικότερη αυτοματοποίηση της εφαρμογής:

```
Grid: line-test = gridline(gridroad2, positive, THIN, FILTER, SHARP,#,
~ 6, 40,2.50)
```

Όπως είναι προφανές, η συνάρτηση αυτή δέχεται πολλές παραμέτρους για τη μετατροπή μιας απεικόνισης μωσαϊκού τύπου σε διανυσματική μορφή. Αυτό της δίνει ευελιξία και προσαρμοστικότητα στην εκάστοτε εφαρμογή. Απαιτεί όμως πολλές δοκιμές συνδυασμών παραμέτρων ώστε να προκύψουν τα βέλτιστα αποτελέσματα. Οι αρχικές δοκιμές βασίστηκαν σε προσομοιώσεις της επιφάνειας με κατηγορικούς καννάβους ανάλυσης 5 μέτρων. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν δεν ήταν ικανοποιητικής ακριβείας και τελικά η όλη εφαρμογή προσαρμόστηκε στην ανάλυση των 2 μέτρων με τη διαδικασία που προαναφέρθηκε. Ο ρόλος της κάθε παραμέτρου επεξηγείται στη συνέχεια.

- Η παράμετρος `positive` υποδεικνύει στη συνάρτηση, ότι τα κύτταρα με τιμές μεγαλύτερες από μηδέν και διαφορετικές από `NODATA`, θα ληφθούν υπόψη στη μετάβαση από το μοντέλο `grid` σε διανυσματική μορφή.
- Η παράμετρος `THIN` εκτελεί «αραίωμα» (`thinning`) των κυττάρων, που θα παράγουν τελικά τα γραμμικά στοιχεία. Το «αραίωμα» αυτό συνίσταται στην διατήρηση ενός μόνο κύτταρου, που τείνει να ισοαπέχει από τα περιβάλλοντά του κατά το πλάτος της οδού. Τείνει δηλαδή να τοποθετηθεί στον άξονα του δρόμου. Αν δεν επιλεγεί η παράμετρος αυτή, το προϊόν της γραμμικοποίησης είναι ένα διακριτό πλέγμα τόξων σε διανυσματική μορφή, που διατρέχει ολόκληρο το πλάτος

κάθε οδού. Στα τμήματα των οδών με πάχος μικρότερο από 2 έως 3 κύτταρα, η γραμμικοποίηση με τη παράμετρο `THIN` δίνει αποτελέσματα `NODATA`. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος για τον οποίο απαιτήθηκε αλλαγή της ανάλυσης του `grid`, που περιέχει τους δρόμους από 5 σε 2 μέτρα.

- Βέλτιστα αποτελέσματα δίνει η παράμετρος `THIN`, όταν εφαρμόζεται ταυτόχρονα με τη `FILTER`, η οποία εξομαλύνει ουσιαστικά το όριο μεταξύ των κυττάρων που βρίσκονται στο σύνορο με τη περιοχή `NODATA`.
- Η παράμετρος `SHARP` παράγει οξείες γωνίες στα σημεία, που παρουσιάζεται αλλαγή κατεύθυνσης, όπως στις διασταυρώσεις και στις στροφές. Με τη βοήθειά της γραμμικοποιούνται πειστικότερα χαρτογραφικά χαρακτηριστικά, που απεικονίζουν ανθρώπινη δραστηριότητα.
- Ο ρόλος της παραμέτρου `thickness` είναι ίσως ο κρίσιμότερος στην όλη διαδικασία της μετάβασης από τη μια μορφή απεικόνισης στην άλλη. Καθορίζει το μέγιστο πάχος σε μονάδες χάρτη που μπορεί να καταλαμβάνει στοιχείο στον κατηγορικό καννάβο, ώστε να θεωρηθεί γραμμικό και να ληφθεί υπόψη στη διαδικασία της διανυσματοποίησης. Η τελική τιμή 6 προέκυψε ύστερα από πολλές δοκιμές, σαν η μικρότερη οριακή τιμή στην οποία τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά. Για τιμές από 10 έως και μεγαλύτερες του 20 υπήρχε μεγάλη απόκλιση από τη μεσοπαράλληλο, γιατί προέκυπτε ένα δευτερεύον, εγκάρσιο στους άξονες των οδών, δίκτυο. Για τιμές μικρότερες του 6 ο υποθετικός άξονας της οδού ταυτίζονταν με τα όρια των οικοδομικών τετραγώνων. Η τελική επιλογή μπορεί να εξηγηθεί και λογικά ως το μέσο πλάτος των οδών, στις οποίες δεν υπάρχει δίκτυο αγωγών.
- Οι παράμετροι 40 (`dangle length`) και 2.50 (`weed tolerance`) είναι το μήκος επιτρεπτού «αιωρούμενου τόξου» και απόστασης μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών στα τόξα αντίστοιχα.

Το δίκτυο των ιδεατών αγωγών περιορίστηκε μόνο στο τμήμα των οδών, που δεν διαθέτουν δίκτυο υδροσυλλογής, εφ' όσον σε αυτή μόνο τη περιοχή η ροή των ομβρίων θα έχει επιφανειακό χαρακτήρα. Έτσι στη γραμμικοποίηση (`gridline`) συμμετείχαν μόνο τα κύτταρα αυτής της συγκεκριμένης περιοχής ενδιαφέροντος, κάτι που επιτεύχθηκε με την έννοια 'mask' του περιβάλλοντος `grid` που καθόρισε ποιές περιοχές του καννάβου θα συμπεριληφθούν στην ανάλυση, μέσω ενός καννάβου «ενεργών» τιμών (`maskgrid`).

4.III.3 Συνένωση ιδεατών και υπαρκτών αγωγών.

Από τη μετατροπή της απεικόνισης των οδών από κατηγορική μορφή σε διανυσματική, προέκυψε δίκτυο ιδεατών αγωγών στο τμήμα της περιοχής, που δεν διαθέτει υπαρκτούς αγωγούς. Παράλληλα όμως κατά τη διαδικασία παρουσιάστηκε απόκλιση των συντεταγμένων στα σημεία αγκίστρωσης (*tics*), από αυτές του αρχικού *grid*. Ανεξάρτητα όμως από την απόκλιση, οι ιδεατοί αγωγοί προσεγγίζουν ικανοποιητικά τις μεσοπαράλληλους μεταξύ οικοδομικών τετραγώνων και έτσι αποφασίστηκε η συνένωσή τους με το υπαρκτό δίκτυο υδροσυλλογής σε νέο γραμμικό θεματικό επίπεδο μέσω της εντολής *append*:

```
Arc: append mesolines NOTEST ALL
```

Η εντολή αυτή ξεκινά ένα διάλογο με τον χρήστη (*interactive command*) στον οποίο εισάγονται τα θεματικά επίπεδα που τελικά θα συνενωθούν σε ένα ενιαίο με το όνομα *mesolines*. Με την επιλογή *NOTEST* συνενώνονται μόνο γεωμετρικά τα στοιχεία χωρίς να επηρεάζονται οι πίνακες χαρακτηριστικών ιδιοτήτων, ενώ με την επιλογή *ALL (offset type)* γίνεται από την αρχή αρίθμηση όλων των στοιχείων του χάρτη.

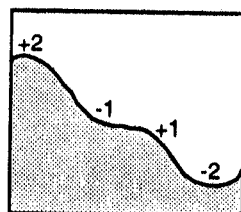
Μετά και την συνένωση απαιτείται δευτερογενής επεξεργασία (*editing*), που πραγματοποιείται στο περιβάλλον *Arcedit*. Η επεξεργασία αυτή συνίσταται στην απομάκρυνση κάποιων «ακίδων» που παρουσιάζονται στα τόξα στις περιοχές των διασταυρώσεων οδών. Οι απολήξεις αυτές παρουσιάζονται επειδή οι διασταυρώσεις γενικά έχουν πλάτος μεγαλύτερο από 6 μέτρα, το μέγιστο πλάτος γραμμικού στοιχείου που έχει καθοριστεί από τη παράμετρο *thickness*. Έτσι οι διασταυρώσεις θεωρούνται επιφανειακά στοιχεία χωρίς την έννοια της κατεύθυνσης, με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται το δευτερεύον εγκάρσιο δίκτυο. Παράλληλα αποκαθίσταται η σύνδεση των δύο συνυπαρχόντων δικτύων, ιδεατού και υπαρκτού, στα φρεάτια σύνδεσης. Μετά την ολοκλήρωση των διορθώσεων αποκαθίσταται ξανά η γραμμική τοπολογία με την εντολή *build*.

4.III.4 Επιρροή των τοπικών ανωμαλιών στην επιφανειακή ροή.

Σε αυτή την ενότητα ελέγχεται η επιρροή των κοιλοτήτων και εξογκωμάτων της επιφάνειας των δρόμων στον προσανατολισμό των τόξων του ιδεατού δικτύου αγωγών, που προέκυψε από τη διανυσματοποίηση με τη συνάρτηση *gridline*. Οι τοπικές αυτές ανωμαλίες μπορούν όχι μόνο να επηρεάσουν αλλά και να μεταβάλουν την κατεύθυνση της επιφανειακής ροής. Έτσι, αρχικά πρέπει να καθοριστούν τα σημεία που παρουσιάζεται έντονη κυρτότητα ή κοιλότητα και αποτελούν τοπικά μέγιστα και ελάχιστα της επιφάνειας.

Η εντολή *highlow* του περιβάλλοντος *Arc* επιλέγει τα σημαντικότερα σημεία ενός σημειακού καννάβου στα οποία η επιφάνεια παρουσιάζει τοπικό μέγιστο ή ελάχιστο. Τα επιλεχθέντα σημεία

μετατρέπονται σε ένα θεματικό επίπεδο με τοπολογία σημείου. Παράλληλα εισάγει στον πίνακα χαρακτηριστικών ιδιοτήτων .PAT (*Point Attribute Table*) ένα πεδίο με το όνομα SFCODE, το οποίο προσδιορίζει κάθε σημείο της επιφάνειας ως μέγιστο (2) ή ως ελάχιστο (-2).



Οι κωδικοί SFCODE

- 2 Τοπικό μέγιστο επιφάνειας
- 2 Τοπικό ελάχιστο επιφάνειας
- 1 Τοπικό σημείο κυρτότητας ή σημείο αιχμής
- 1 Τοπικό σημείο κοιλότητας επιφάνειας
- 0 Σημείο σέλλας (τοπικό μέγιστο και ελάχιστο)

Σχήμα 4.4: Οι κωδικοί αριθμοί που χρησιμοποιεί η συνάρτηση *highlow* για τον χαρακτηρισμό των τοπικών ανωμαλιών της επιφάνειας του εδάφους.

Arc : `highlow lattiso2 max-min HIGHLOW`

Από το σημειακό κάνναβο *lattiso2* προκύπτει ένα σημειακό θεματικό επίπεδο *max-min* με τα σημεία τοπικού μέγιστου και ελάχιστου. Με τις εντολές *reselect* και *create* του περιβάλλοντος επιλογής του Arcplot, προκύπτει νέο θεματικό επίπεδο με τα σημεία τοπικού μέγιστου που αντιπαραθέτονται με τους άξονες των οδών. Στα σημεία τομής τους γίνεται έλεγχος της φοράς ροής με μηκοτομές. Οι μηκοτομές (*surfaceprofile*, περιβάλλον Arcplot) βασίζονται στο μοντέλο προσομοίωσης του ανάγλυφου με τον σημειακό κάνναβο (*lattice*). Από τα δεδομένα των μηκοτομών κατά μήκος των αξόνων των ιδεατών αγωγών, διαχωρίστηκαν (*split* - περιβάλλον Arcedit) όσα τόξα απαιτήθηκε ακριβώς στο σημείο τοπικού μέγιστου, σε δύο νέα με αντίθετες φορές από το σημείο. Επίσης, αποκαταστάθηκε η γραμμική τοπολογική συνέχεια με την εντολή *build*.

4.III.5 Προσανατολισμός τροχιών ροής από μεγαλύτερα σε μικρότερα υψόμετρα.

Μία βασική προϋπόθεση για την ορθότητα του μοντέλου προσομοίωσης της τοπολογίας της επιφανειακής ροής είναι οι τροχιές τους να κατευθύνονται από σημεία με μεγαλύτερα υψόμετρα προς μικρότερα. Είναι προφανής επομένως η ανάγκη προσδιορισμού του υψόμετρου στα σημεία αρχής και τέλους των τροχιών της επιφανειακής ροής στους κόμβους δηλαδή των ιδεατών αγωγών και μιας λογικής συνθήκης που να εξασφαλίζει τον σωστό προσανατολισμό.

Έτσι σε πρώτη φάση χρειάστηκε να υπολογιστούν τα υψόμετρα στους κόμβους των αγωγών του δικτύου με γραμμική παρεμβολή από τα σημεία που σχηματίζουν το ψηφιακό μοντέλο της επιφάνειας (TIN ή *lattice*).

Του υπολογισμού προηγήθηκε η κατασκευή νέου θεματικού επιπέδου από τους κόμβους των τόξων του δικτύου, με σημειακή τοπολογία και πίνακα σημειακών χαρακτηριστικών ιδιοτήτων .PAT (*Point Attribute Table*), στον οποίο και φυλάσσεται η τιμή του υψομέτρου. Για να είναι εφικτή η μεταφορά των υψομέτρων από τον πίνακα σημειακών ιδιοτήτων .PAT στον πίνακα .NAT πρέπει οι κωδικοί αρίθμησης των κόμβων στο γραμμικό επίπεδο να είναι ίδιοι με αυτούς των σημείων στον πίνακα .PAT του νέου σημειακού επιπέδου.

Έτσι με την εντολή *renode* αριθμούνται από την αρχή οι κόμβοι του θεματικού επιπέδου των αγωγών ενώ ακολούθως επανακτάται επικόμβια και γραμμική τοπολογία (*build*). Στη συνέχεια κατασκευάζεται (*nodepoint*- περιβάλλον *Arc*) το νέο θεματικό επίπεδο με σημειακή τοπολογία από τους κόμβους των αγωγών.

Ο υπολογισμός των άγνωστων υψομέτρων έγινε με τις εντολές του συστήματος *tinspot* και *latticespot* στο νέο σημειακό θεματικό επίπεδο, ενώ τα αποτελέσματα καταχωρούνται σε ένα πεδίο του πίνακα χαρακτηριστικών ιδιοτήτων, με όνομα που επιλέγει ο χρήστης. Έτσι στο πεδίο *ELEV-LATTICE* καταχωρούνται τα αποτελέσματα της *latticespot* από το ψηφιακό μοντέλο *lattice* ενώ για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων εφαρμόστηκε και η *tinspot*, τα υψόμετρα της οποίας υπολογίστηκαν από το μοντέλο *TIN* και φυλάσσονται στο πεδίο *ELEV-TIN*:

```
Arc: latticespot lattiso2 points elev-lattice
```

```
Arc: tinspot tinisol points elev-tin QUINTIC
```

Ας σημειωθεί, ότι οι τιμές υψομέτρων που προκύπτουν από την εφαρμογή των δύο αυτών εντολών, παρουσιάζουν διαφορά για τα ίδια σημεία με τη μέγιστη απόκλιση στα σημεία που βρίσκονται κοντά στο όριο της περιοχής μελέτης. Οι διαφορές αυτές παρατηρούνται λόγω της διαφορετικής μεθόδου γραμμικής παρεμβολής που εφαρμόζεται. Έτσι ο υπολογισμός των υψομέτρων από το μοντέλο *TIN* με την επιλογή *QUINTIC* έδωσε καλλίτερα αποτελέσματα στην περιοχή ορίου, σε αντίθεση με τη μέθοδο της γραμμικής παρεμβολής στο μοντέλο *lattice*, που σε πολλά σημεία στα όρια της επιφάνειας, δεν μπόρεσε να υπολογίσει τιμή υψομέτρου (τιμή *NODATA*).

Σε επόμενη φάση και λόγω των κοινών κωδικών αρίθμησης στους κόμβους των αγωγών και στα σημεία, τα πεδία με τις τιμές των υψομέτρων μεταφέρονται (*joinitem*) από τον πίνακα .PAT του σημειακού επιπέδου στον πίνακα .NAT του θεματικού επιπέδου με το δίκτυο των ιδεατών και υπαρκτών αγωγών. Οι κόμβοι όμως των γραμμικών στοιχείων στον πίνακα .AAT δεν έχουν ακόμη πρόσβαση στην πληροφορία υψόμετρο που βρίσκεται καταχωρημένη στον πίνακα .NAT. Είναι απαραίτητο επομένως να εγκατασταθεί μια διαδικασία συσχέτισης μεταξύ των πινάκων αυτών γνωστή στην ορολογία του συστήματος ως *relate*.

Σχετικά με τη διαδικασία συσχέτισης, αξίζει να αναφερθούν μερικά βασικά σημεία μιας και ο ρόλος της στην ανάλυση είναι πολύ σημαντικός. Η ανοικτή αρχιτεκτονική του ARC/INFO στην δυνατότητα αποθήκευσης των περιγραφικών πληροφοριών μεταξύ πινάκων, παρέχει την επιλογή της προσωρινής σύνδεσης μεταξύ των πινάκων χαρακτηριστικών ιδιοτήτων και συνοδευτικών πινάκων με περιγραφικές πληροφορίες. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να είναι πίνακες της βάσης περιγραφικών δεδομένων του συστήματος info ή να βρίσκονται καταχωρημένες σε εξωτερικές βάσεις διαχείρισης δεδομένων (Data Base Management Systems- DBMS). Η σύνδεση αυτή στην πραγματικότητα δε γίνεται μεταξύ πινάκων αλλά μεταξύ πεδίων (items) με κοινές τιμές και στους δύο πίνακες και εξασφαλίζει τη πρόσβαση στις καταχωρήσεις (records) του ενός πίνακα σε τιμές πεδίων που φυλάσσεται στον πίνακα συσχετισμού. Σε κάθε περιβάλλον relate τόσο το όνομά όσο και τα χαρακτηριστικά της συσχέτισης καθορίζονται από τον χρήστη. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται η καλύτερη δυνατή εκμετάλευση των δυνατοτήτων της σχεσιακής βάσης δεδομένων του συστήματος. Παραστατικά η σύνδεση μεταξύ των πινάκων φαίνεται στο σχήμα.

Πίνακας Γραμμικών Ιδιοτήτων .AAT

FNODE#	TNODE#	MESOLINES-ID	...
..	...	256	
14	125	101	
25	47	268	
...	...	...	...

Πίνακας Επικόμβιων Ιδιοτήτων .NAT

...	MESOLINES#	MESOLINES-ID	ELEVATION
...	5	4	...
	14	5	114.258
	25	6	58.125
...	...	...	...

FNODE-REL

TNODE-REL

Σχήμα 4.5: Χρησιμοποιώντας τη συσχέτιση μεταξύ των εσωτερικών κωδικών των πεδίων FNODE# και TNODE# του πίνακα .AAT, και του πεδίου εσωτερικού κωδικού αρίθμησης, MESOLINES# του πίνακα .NAT αποδόθηκε η σημασική πληροφορία elevation, στους κόμβους αρχής και τέλους των ιδεατών αγωγών.

Τέλος έχοντας το υψόμετρο αρχής και τέλους μέσω της διαδικασία συσχέτισης, συντάχθηκε ρουτίνα στη γλώσσα apl του συστήματος, που σαρώνει αυτόματα τον πίνακα .AAT του θεματικού επιπέδου των ιδεατών και υπαρκτών αγωγών. Για κάθε καταχώρηση γίνεται η αξιολόγηση μιας λογικής συνθήκης που ελέγχει τη σωστή φορά, βάσει υψομέτρων. Τα τόξα που δεν ικανοποιούν την παραπάνω συνθήκη χαρακτηρίζονται με την τιμή .FL. σε ένα προσωρινό πεδίο (DIR-STATUS) που προστέθηκε στον πίνακα .AAT, έτσι ώστε εύκολα σε περιβάλλον Arcedit να

επιλεγούν και με την εντολή `flip` να προσανατολιστούν από τα μεγαλύτερα προς τα μικρότερα υψόμετρα.

4.IV ΕΠΙΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΑΓΩΓΩΝ.

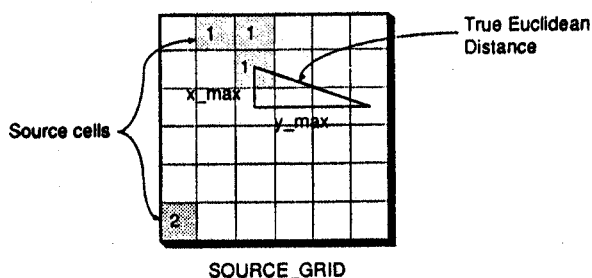
Η βασική αρχή για τον προσδιορισμό της έκτασης που απορρέει άμεσα από τα οικοδομικά τετράγωνα σε κάθε αγωγό, ιδεατό ή υπαρκτό, είναι ότι τα όμβρια που προέρχονται από κάθε εσωτερικό σημείο ενός οικοδομικού τετραγώνου αποχετεύονται προς την πλησιέστερη στο σημείο οδό (ρείθρο ή αγωγό ομβρίων της οδού), ανεξάρτητα από την κλίση του εδάφους στο εσωτερικό του οικοδομικού τετραγώνου. Ορίζεται έτσι το σύνολο των σημείων που ανήκουν σε οικοδομικά τετράγωνα και απέχουν την ελάχιστη απόσταση από τους αγωγούς του δικτύου, ορίζοντας έτσι επιφάνειες που προσδιορίζονται από τις διχοτόμους των οικοδομικών τετραγώνων.

Η μέθοδος που αναπτύχθηκε εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες μιας ειδικής κατηγορίας συναρτήσεων του μοντέλου `grid`, καθολικής επιρροής, που βασίζονται στην πραγματική Ευκλείδεια απόσταση, και προσδιορίζει έτσι το σύνολο των σημείων αυτών ως επιφάνεια επιρροής κάθε αγωγού του συνδυασμένου δικτύου. Βασίστηκε στον υπολογισμό της ελάχιστης απόστασης από κάθε εσωτερικό κύτταρο οικοδομικού τετραγώνου, προς την πλησιέστερη έξοδό του σε κύτταρο που ανήκει στην επιφάνεια της οδού.

4.IV.1 Οι συναρτήσεις Ευκλείδειας απόστασης.

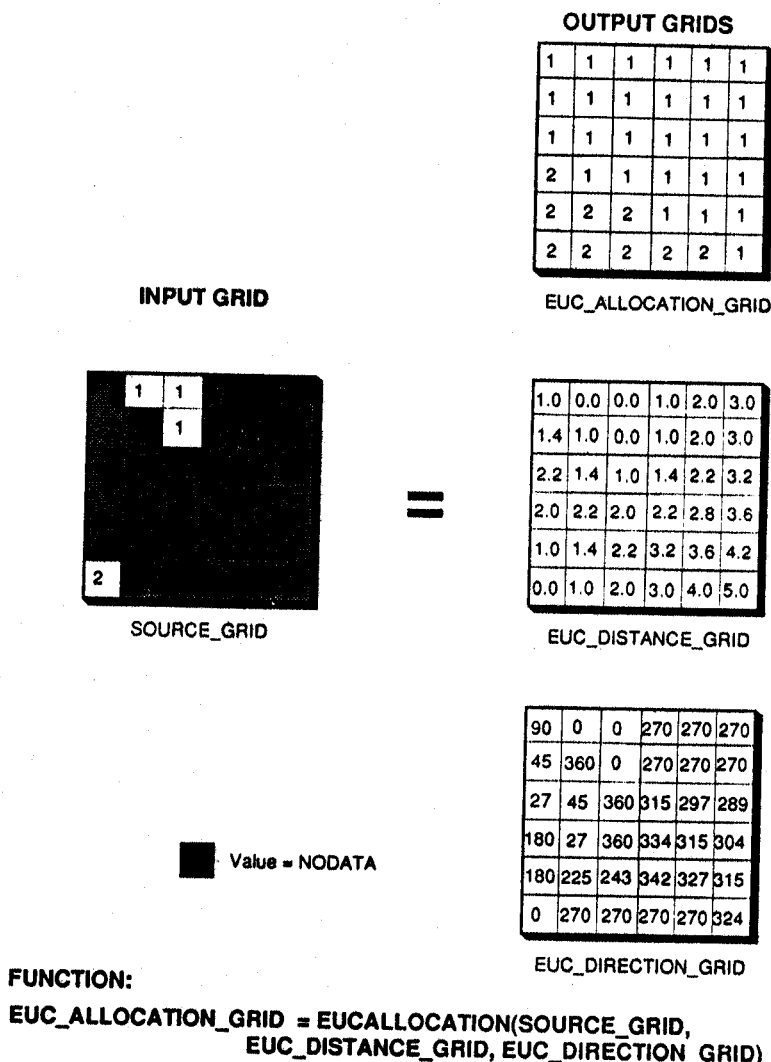
Τα προϊόντα αυτών των συναρτήσεων είναι μορφής κατηγορικού καννάβου `grid`, όπου η τιμή κάθε κύτταρου περιγράφει την σχέση του ως προς την Ευκλείδεια απόσταση από ένα σύνολο «κυττάρων εστίας». Ο αλγόριθμος υπολογισμού της Ευκλείδειας απόστασης του περιβάλλοντος `grid` υπολογίζει την απόσταση, από κέντρο σε κέντρο, για κάθε κύτταρο ως προς την θεωρούμενη κάθε φορά «εστία κυττάρων». Υπολογίζεται η υποτείνουσα τριγώνου που σχηματίζεται από τις δύο κάθετες πλευρές με $x_{\max}$ και $y_{\max}$ και αποτελεί την πραγματική Ευκλείδεια απόσταση και όχι κάποια εικονική μεταξύ κυττάρων. Η απόσταση ως προς τη πλησιέστερη από τις εξεταζόμενες «εστίες» καταχωρείται σαν τιμή στο κύτταρο.

Σχήμα 4.6: Παραστατική απεικόνιση της πραγματικής ευκλείδειας απόστασης μεταξύ των κυττάρων ενός αέριου κατηγορικού καννάβου που προσδιορίζει ο αντίστοιχος αλγόριθμος του περιβάλλοντος `grid`.



Αναλυτικότερα, η συνάρτηση της Ευκλείδειας απόστασης (EUCDISTANCE) αναθέτει σε κάθε κύτταρο την πραγματική απόστασή του από το πλησιέστερο «κύτταρο εστίας». Το grid της Ευκλείδειας κατεύθυνσης (EUCDIRECTION) δίνει την τιμή της γωνίας σε κάθε κύτταρο σε σχέση με την πλησιέστερη προς αυτό «εστία», ενώ τέλος το grid του Ευκλείδειου καταμερισμού (EUCALLOCATION) προσδιορίζει ποια κύτταρα μπορούν να επιμεριστούν βάσει «κοντινότητας», σε ένα σύνολο «εστιακών κυττάρων».

Σχήμα 4.7: Παραστατική απεικόνιση των αποτελεσμάτων των συναρτήσεων του περιβάλλοντος grid που βασίζονται στην πραγματική Ευκλείδεια απόσταση (EUCDISTANCE, EUCDIRECTION, EUCALLOCATION). Ως όρισμα των συναρτήσεων αυτών απαιτείται ένας κατηγορικός κάνναβος ακεραίων τιμών με αρχκές τιμές NODATA, στα κύτταρα που θα επεξεργαστεί η αντίστοιχη συνάρτηση. Με την ενεργοποίηση μιας εκ των τριών συναρτήσεων ο χρήστης έχει τη δυνατότητα αυτόματα να λάβει τα αποτελέσματα και των άλλων δύο σε κατηγορικούς καννάβους, των οποίων το όνομα καθορίζει.



Ειδικότερα για τη συνάρτηση του καταμερισμού EUCALLOCATION το αποτέλεσμα είναι ένα grid ακεραίων τιμών όπου σε κάθε κύτταρο ανατίθεται η κωδικοποιημένη τιμή που χαρακτηρίζει κάθε ζώνη «εστίας κυττάρων» κατατάσσοντας το έτσι σε αυτή. Η συνάρτηση λαμβάνει ως όρισμα ένα grid ακεραίων τιμών στο οποίο φυλάσσονται οι τιμές των κυττάρων εκείνων που θα χρησιμοποιηθούν ως «εστίες» (source cells) και στις οποίες βάσει κοντινότητας, καταμερίζονται όλα τα υπόλοιπα κύτταρα που βρίσκονται στον ίδιο κάνναβο και έχουν τιμή NODATA.

Γενικά η τιμή κάθε κύτταρου στο μοντέλο grid προκύπτει, όταν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες για την συγκεκριμένη θέση από τα πρωτογενή δεδομένα. Η τιμή αυτή το κατατάσσει σε μια ζώνη, θεματική κατηγορία ή αντιστοιχεί στην τιμή μιας επιφάνειας στη συγκεκριμένη θέση. Όταν υπάρχουν ανεπαρκείς πληροφορίες για τη θέση κάποιου κύτταρου τότε η τιμή του περιγράφεται α-

πό την έννοια NODATA, που αντιστοιχεί στην αριθμητική τιμή -9999, «κρατημένη»(reserved value) από το σύστημα.

4.IV.2 Προετοιμασία δεδομένων και εφαρμογή συνάρτησης EUCALLOCATION.

Σε πρώτη φάση κατασκευάστηκε το όρισμα της συνάρτησης eucallocation από το θεματικό επίπεδο στο οποίο συνυπάρχουν το δίκτυο ομβρίων και των των ιδεατών αγωγών που προσομοιώνουν τις «τροχιές» της επιφανειακής ροής. Η μετατροπή από τη διανυσματική μορφή γίνεται μέσω της συνάρτησης linegrid του περιβάλλοντος grid, ορίζοντας έτσι κάνναβο με «κύτταρα εστίας» την κατηγορική απεικόνιση των αγωγών με ακέραιες τιμές, καθώς επίσης και αυτά που θα επιμεριστούν, με τιμές NODATA:

```
Grid :grid-meso = linegrid(mesolines, mesolines-id, #,#,1,NODATA)
```

Με τη συνάρτηση linegrid παράγεται ο κατηγορικός κάνναβος ακεραίων τιμών grid-meso, ανάλυσης 1 μέτρου, από το θεματικό επίπεδο mesolines, μετατρέποντας τα γραμμικά του στοιχεία σε διαδοχικά ενωμένα κύτταρα. Η τιμή του πεδίου κωδικού χρήστη, mesolines-id, του πίνακα χαρακτηριστικών τιμών ανατίθεται σε κάθε κύτταρο. Επιτυγχάνεται έτσι η προσομοίωση των διακριτών γραμμικών χαρακτηριστικών με grid στο οποίο τα κύτταρα κατηγοριοποιούνται, ανάλογα με τις τιμές τους σε ζώνες, όσες και οι διαφορετικοί αγωγοί. Η ανάλυση του ενός μέτρου κρίνεται επαρκής γιατί αφ' ενός το κόστος σε απώλειες ακρίβειας είναι μικρό (αγωγοί διαμέτρου από 0.60 ως 1.35 μέτρα) και αφετέρου οι χρόνοι υπολογισμού είναι ικανοποιητικοί.

Σημειώνεται, ότι για να είναι επιτυχής ο καταμερισμός, πρέπει να έχει εξασφαλιστεί μοναδικός κωδικός αριθμός χρήστη για κάθε αγωγό. Αυτό επιτυγχάνεται αναθέτοντας σε κάθε αγωγό ένα κωδικό πολλαπλάσιο του εσωτερικού κωδικού του συστήματος, που είναι αξιωματικά μονοσήματος:

```
Arcplot: Calculate mesolines.aat info mesolines-id = 100 * mesolines#
```

Σε επόμενη φάση εφαρμόστηκε η συνάρτηση eucallocation με βάση τον ακέραιο κατηγορικό κάνναβο grid-meso, που απεικονίζει τους αγωγούς με διαφορετική τιμή για τον κάθε ένα:

```
Grid : alloc-meso = eucallocation(grid-meso)
```

Το αποτέλεσμα είναι η κατασκευή ενός grid επιφανειών επιρροής του κάθε αγωγού, ιδεατού ή πραγματικού. Με βάση την κοντινότητα κάθε «κύτταρο εστίας», που ανήκει σε αγωγό, έλκει κύτταρα με αρχική τιμή NODATA, που ανήκουν στην επιφάνεια των δρόμων και των οικοδομικών τετραγώνων και τους αναθέτει την τιμή κυττάρων, που χαρακτηρίζει κάθε αγωγό.

4.IV.3 Βαθμονόμηση αποτελεσμάτων της συνάρτησης επιμερισμού.

Επειδή οι επιφάνειες επιρροής στη μορφή `grid` δεν είναι εύκολα διακριτές έγινε η διανυσματοποίηση τους σε νέο πολυγωνικό θεματικό επίπεδο με διακριτά σύνορα μεταξύ τους. Τα πολύγωνα μορφοποιούνται από παρακείμενα κύτταρα του `grid` με την ίδια τιμή, ενώ τα σύνορά τους αποτελούνται από τόξα με απόσταση κορυφών μεγαλύτερη από 1.45 μέτρα. Η απόσταση αυτή είναι κατά προσέγγιση η απόσταση της διαγωνίου στοιχειώδους τετραγώνου πλευράς ενός μέτρου, όση δηλαδή και η ανάλυση του κατηγορικού καννάβου `alloc-meso`.

```
Grid: dixotom = gridpoly(alloc-meso, 1.45)
```

Κατά τη διαδικασία αυτή έχει δημιουργηθεί στον πίνακα των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων (`dixotom.PAT`) του νέου αυτού θεματικού επιπέδου ένα νέο πεδίο με το όνομα `GRID-CODE`. Σε αυτό φυλάσσεται η τιμή (πεδίο `VALUE` του πίνακα τιμών `VAT` του `grid`) κάθε κύτταρου της ίδιας ζώνης, που συνενώθηκε ώστε να δημιουργηθεί το πολύγωνο. Ας σημειωθεί, ότι οι τιμές των κυττάρων στις επιφάνειες επιρροής ταυτίζονται με την αντίστοιχη τιμή των κυττάρων του συγκεκριμένου αγωγού. Οι τιμές των κυττάρων των αγωγών προέκυψαν από τον κωδικό αριθμό χρήστη στο γραμμικό θεματικό επίπεδο `mesolines`. Έτσι ένα τόξο-αγωγός, στο θεματικό επίπεδο `mesolines` με κωδικό π.χ. 234 θα παράγει μέσω της `linegrid` μια ζώνη κυττάρων με ίδια τιμή 234 απεικονίζοντας τον ίδιο αγωγό στο `grid-meso`. Η συνάρτηση `eucallocation` θα παράγει μια επιφάνεια επιρροής για τον συγκεκριμένο αγωγό με τιμή κυττάρων στο `grid alloc-meso` ίση με 234. Τέλος η διανυσματοποίησή της στο πολυγωνικό θεματικό επίπεδο με τη `gridpoly`, θα παράγει ένα πολύγωνο με τιμή πεδίου `GRID-CODE` ίση με 234.

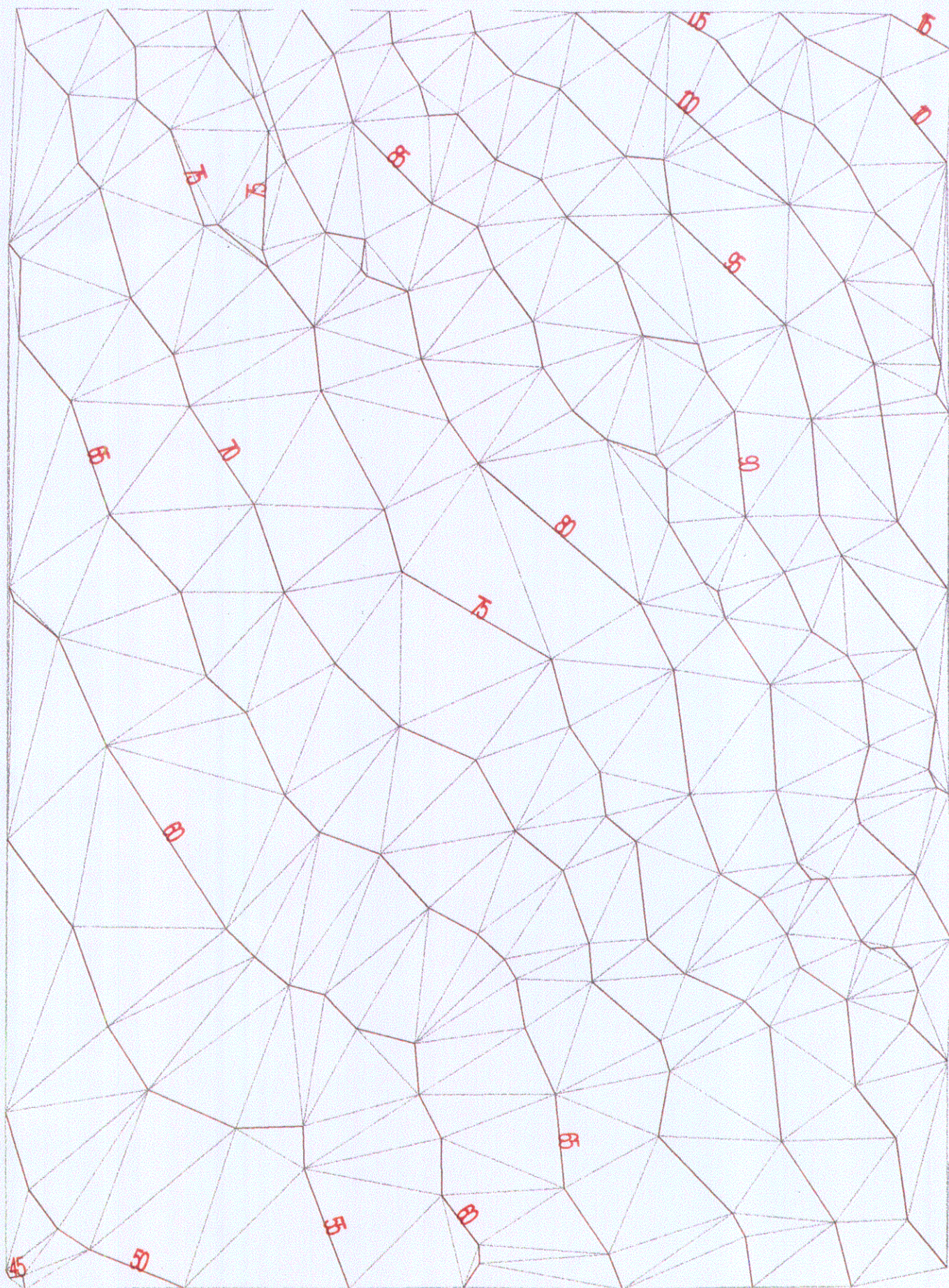
Μετά και τις διαδικασίες διανυσματοποίησης προέκυψε μονοσήμαντη αντιστοιχία μεταξύ πολυγωνικών επιφανειών επιρροής και των αντίστοιχων ιδεατών ή πραγματικών αγωγών. Οι επιφάνειες αυτές προσεγγίζουν ικανοποιητικά τον κανόνα των διχοτόμων και έχουν έκταση που κυμαίνεται από μερικές δεκάδες ως χιλιάδες τετραγωνικά μέτρα. Οι πολυγωνικές επιφάνειες έκτασης μικρότερης από το όριο των 800 m² συγχωνεύτηκαν με τις αμέσως γειτονικές τους με την εντολή `eliminate`, μιας και η συμβολή τους στην ανάντη παροχή σχεδιασμού είναι αμελητέα.

```
Arc: eliminate dixotom ellim2 # poly
```

```
:> RESELECT area <= 800
```

Η εντολή `eliminate` του περιβάλλοντος `Arc` αρχίζει ένα διάλογο με τον χρήστη ώστε με την εισαγωγή κάποιας λογικής πρότασης να γίνει η επιλογή των γεωγραφικών χαρακτηριστικών που θα επεξεργαστούν από αυτή. Μετά και το πέρας της εφαρμογής της προέκυψαν αγωγοί του συνδυασμένου δικτύου, με αρκούντως μικρό μήκος, χωρίς άμεση έκταση απορροής από παρακείμενα οικοδομικά τετράγωνα.

Μετά και την ολοκλήρωση των διαδικασιών αυτών έχουν εξαντληθεί οι δυνατότητες της ανάλυσης με επιφανειακά στοιχεία οπότε και προτιμήθηκε η αποδοχή γραμμικότερου χαρακτήρα επεξεργασίας των δεδομένων, που στηρίζεται στις δυνατότητες προσομοίωσης προσανατολισμένων δικτύων με το εξειδικευμένο περιβάλλον NETWORK, και περιγράφεται σε επόμενο κεφάλαιο.





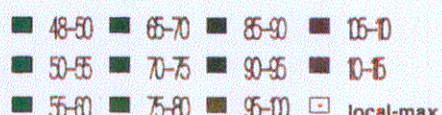
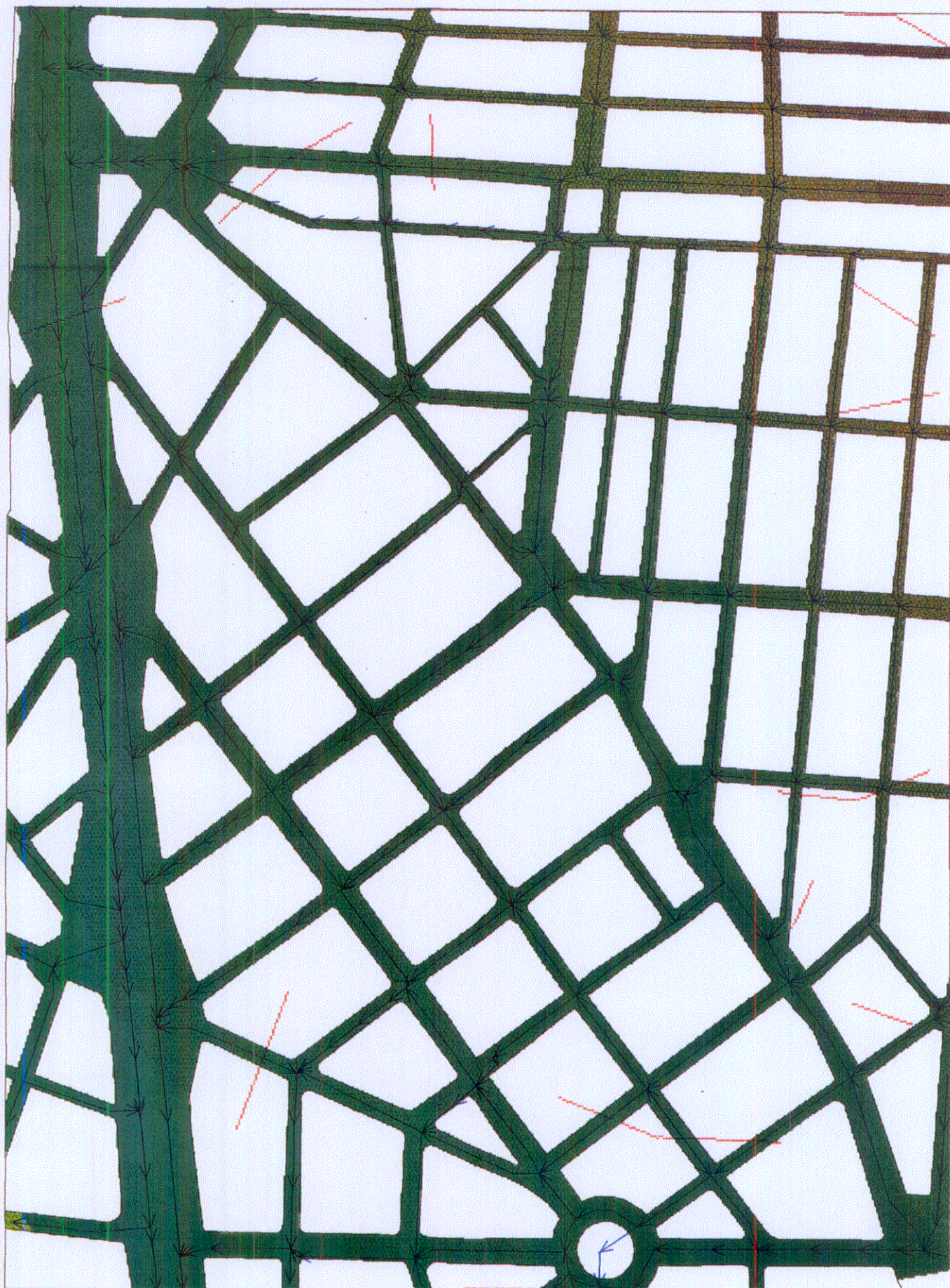
48-60 60-65 75-80 90-95 105-110

50-55 65-70 80-85 95-100 110-115

55-60 70-75 85-90 100-105

Χάρτης 4.3

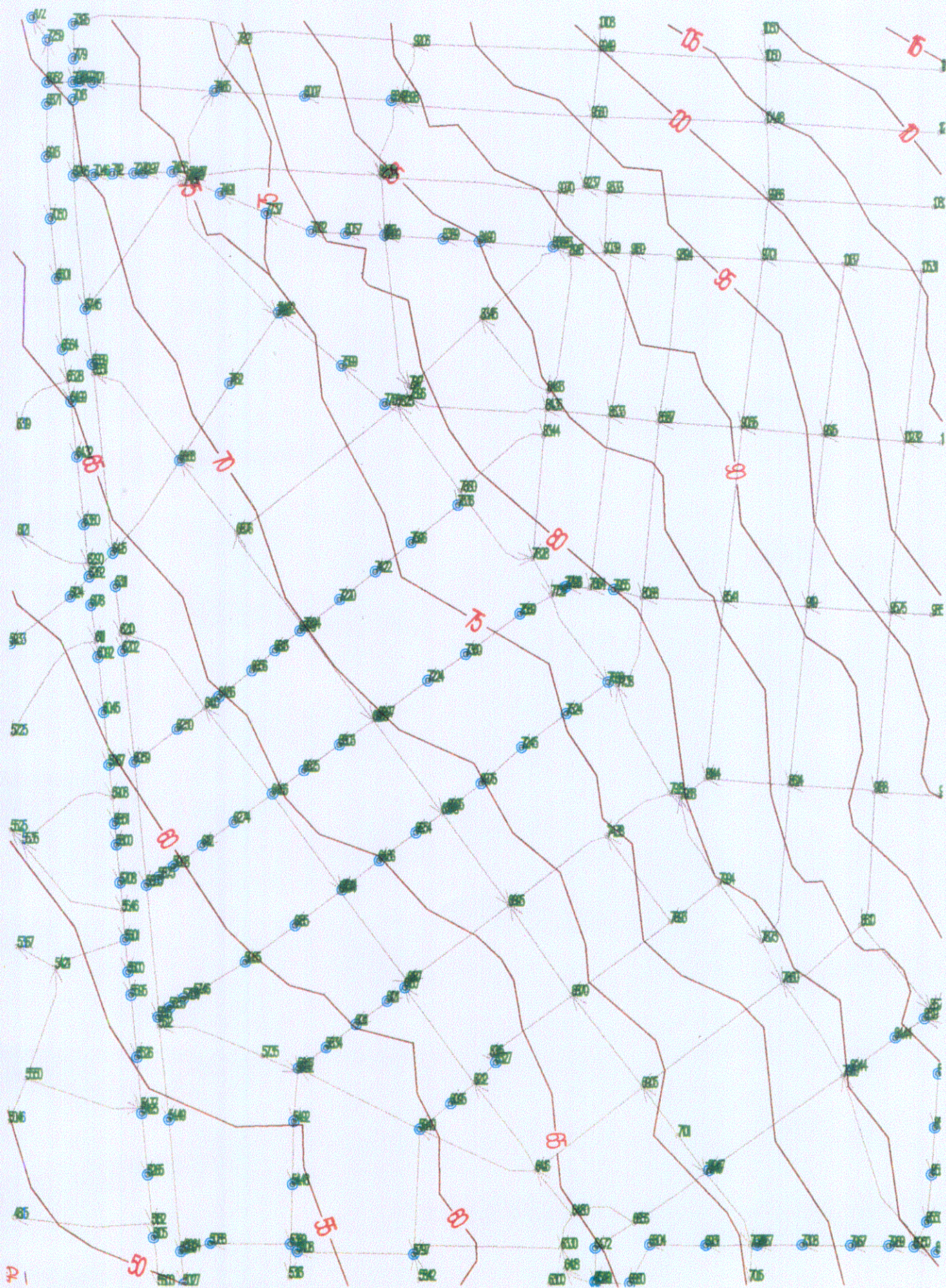
Εφαρμογή της GRIDLINE στο GRID δρόμων - Κατασκευή Ιδεατού δικτύου αγωγών



Χάρτης 4.4

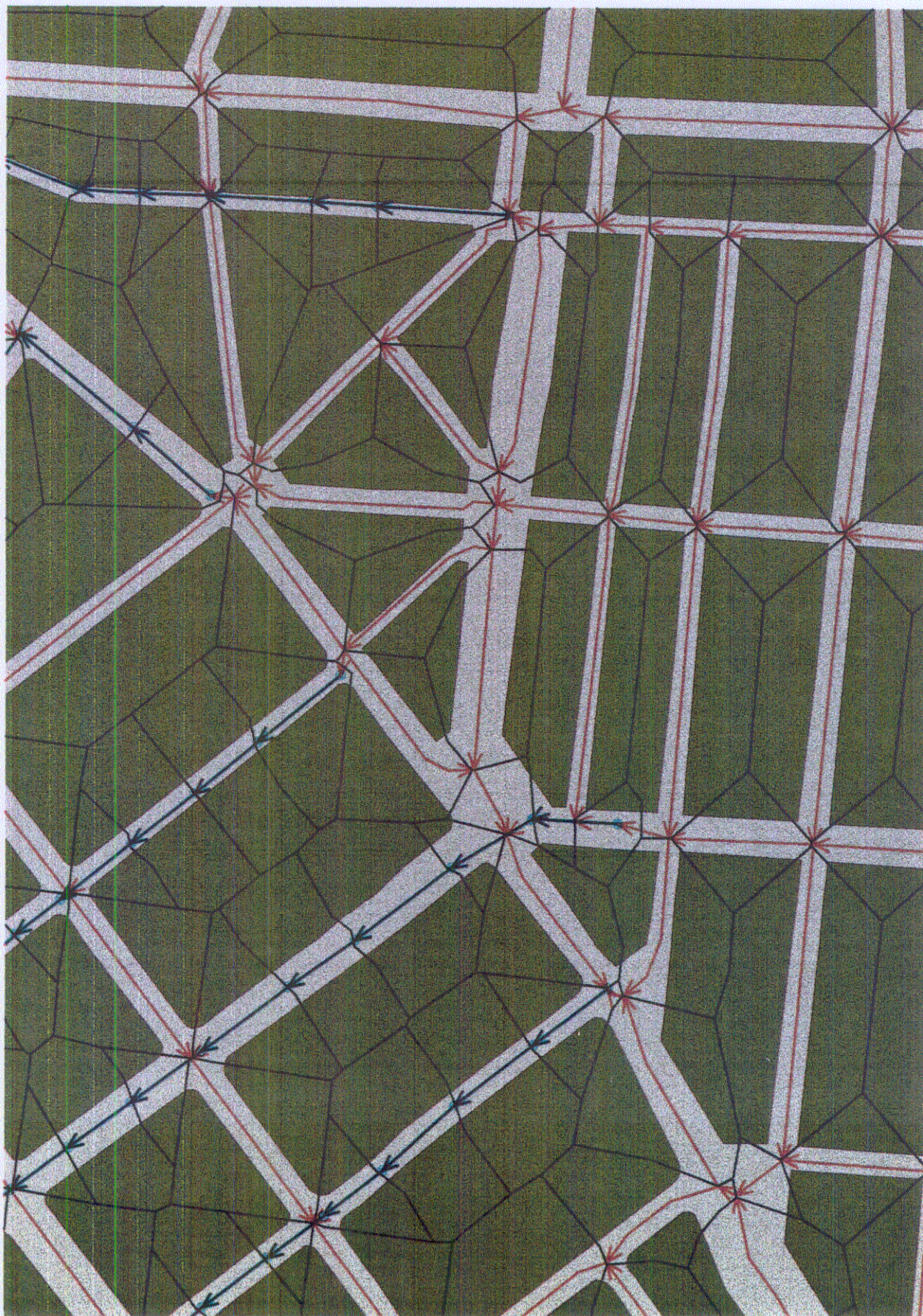
Το συνολικό δίκτυο ιδεατών και υπαρκτών αγωγών -

Το υψόμετρο του εδάφους σε κάθε κόμβο προκύπτει από το μοντέλο TIN



Χάρτης 4.5

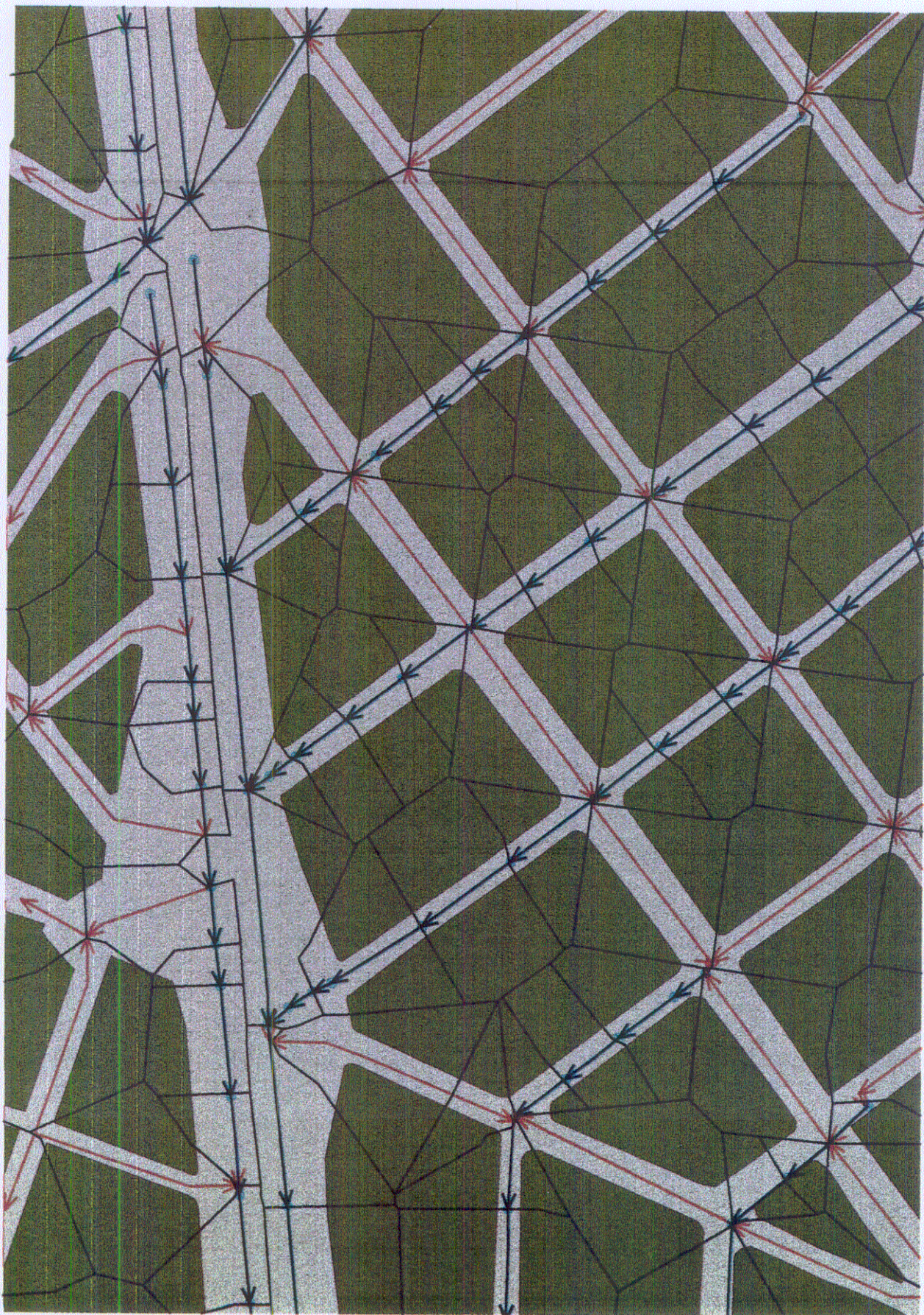
Τμήμα της περιοχής μελέτης: Επιφάνειες επιρροής Ιδεατών και υπαρκτών αγωγών
Αποτελέσματα EUCALLOCATION



ΚΛ 1:3000

Χάρτης 4.6

Τμήμα της περιοχής μελέτης: Επιφάνειες επιρροής Ιδεατών και υπαρκτών αγωγών
Αποτελέσματα EUCALLOCATION



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο:

ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

5.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

5.1.1 Η προσομοίωση δικτύων στο ARC/INFO.

Μετά και το τέλος της ανάλυσης με επιφανειακά στοιχεία έχει παραχθεί, ένα ενιαίο γραμμικό θεματικό επίπεδο, το οποίο εμπεριέχει το υπάρχον και ένα ιδεατό δίκτυο αγωγών, πλήρως προσανατολισμένο από τους κόμβους με μεγαλύτερα υψόμετρα προς τους κόμβους με τα μικρότερα, έτσι ώστε να προσομοιώνει τις τροχιές της επιφανειακής ροής. Παράλληλα έχει προσδιοριστεί και η έκταση που απορρέει άμεσα από τα οικοδομικά τετράγωνα σε κάθε αγωγό του συνδυασμένου δικτύου. Τα διαθέσιμα δεδομένα μπορούν πλέον να προσαρμοστούν στις δυνατότητες προσομοίωσης και ανάλυσης δικτύων μέσω του εξειδικευμένου περιβάλλοντος NETWORK, οι κυριότερες δυνατότητες του οποίου περιγράφονται παρακάτω.

1. *Δυνατότητες ευρέσεως βέλτιστων διαδρομών.* Ο προσδιορισμός δηλαδή, διαδρομών ελάχιστου «κόστους μετακίνησης», που συνδέουν διάφορες τοποθεσίες του δικτύου. Η έννοια «κόστος μετακίνησης» έχει πολύ γενικό χαρακτήρα και μπορεί να εννοείται χρόνος, απόσταση ή τέλος μια μονάδα σχετική με τη αντίσταση στην μετακίνηση. Η σειρά επισκέψεως των θέσεων προορισμού μπορεί να είναι προκαθορισμένη ή να υπολογίζεται αυτόματα ώστε να είναι βέλτιστη η διαδοχή τους.

2. *Δυνατότητα βέλτιστου καταμερισμού:* Ο καθορισμός δηλαδή, ζωνών εξυπηρέτησης από μια εγκατάσταση του δικτύου βάσει προκαθορισμένων κριτηρίων. Γενικά ο καταμερισμός τμημάτων του δικτύου πραγματοποιείται «γύρω» από ένα συγκεκριμένο σημείο που ονομάζεται «κέντρο» και διαθέτει καθορισμένη ποσότητα διάθεσης του «αγαθού», που διανέμεται μέσω των συνδέσμων του δικτύου. Ταυτόχρονα η ποσότητα της ζήτησης είναι διασκορπισμένη στα διάφορα γραμμικά και σημειακά χαρακτηριστικά, που απαρτίζουν το δίκτυο. Ο καταμερισμός συνίσταται στην ανάθεση βέλτιστων διαδρομών στο «κέντρο», με περιοριστικό παράγοντα κάποιο μέγιστο κόστος καταμερισμού και μέχρι να εξισωθεί η διαθέσιμη παροχή με την μέγιστη ζήτηση.

3. *Δυνατότητα καθορισμού των τμημάτων του δικτύου, που συνδέονται και επικοινωνούν μεταξύ τους,* με βάση κριτήρια συνθηκών φοράς και προσανατολισμού.

4. *Δυνατότητα προσδιορισμού της προσιτότητας μιας εγκατάστασης μέσα στο δίκτυο και των αλληλεπιδράσεων που πραγματοποιούνται μεταξύ διαφόρων τοποθεσιών μέσω του αριθμού των παραγομένων και ελκυομένων μετακινήσεων.* Χρησιμοποιείται το «μοντέλο βαρύτητας», το οποίο εφαρμόζεται ευρύτατα σε εφαρμογές οικονομικών και κοινωνικών επιστημών.

5.1.2 Το μοντέλο NETWORK του συστήματος ARC/INFO.

Το περιβάλλον NETWORK του λογισμικού του συστήματος αποτελεί αφαιρετική προσομοίωση, μέσω ειδικευμένων εννοιών, των γενικών συστατικών που χαρακτηρίζουν ένα δίκτυο γραμμικών χαρακτηριστικών. Η κατασκευή όμως ρεαλιστικού μοντέλου προσομοίωσης βασίζεται στην κατανόηση του ρόλου των πραγματικών στοιχείων που το απαρτίζουν και την κατάλληλη αναπαράστασή τους με τα συστατικά που διαθέτει το μοντέλο του συστήματος. Οι εξειδικευμένοι αυτοί χαρακτήρες που διαθέτει το μοντέλο NETWORK, για τη προσομοίωση δικτύων αναλύονται περιληπτικά στη συνέχεια.

1. Σύνδεσμοι δικτύου: Αποτελούν το βασικό πλαίσιο του μοντέλου που αναπαριστά τις γραμμικές οντότητες, μέσω των οποίων εξασφαλίζεται η λειτουργικότητα του δικτύου, είτε στη μεταφορά αγαθών ή προσώπων είτε στην εξυπηρέτηση σκοπών επικοινωνίας. Ως σύνδεσμοι προσομοιώνονται για παράδειγμα οι οδικές αρτηρίες ενός δικτύου μεταφορών, οι γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, οι τηλεφωνικές γραμμές ή τέλος στην συγκεκριμένη εφαρμογή οι ιδεατοί και υπαρκτοί διαθέσιμοι αγωγοί.

Οι σύνδεσμοι προσομοιώνονται με τα τόξα ενός γραμμικού θεματικού επιπέδου, το οποίο εμπεριέχει το βασικό πλαίσιο του δικτύου. Έτσι ας σημειωθεί ότι στην ανάλυση που ακολουθεί, οι έννοιες σύνδεσμος, αγωγός και τόξο έχουν την ίδια σημασία. Κάθε σύνδεσμος πρέπει να ορίζεται από το σύστημα μονοσήμαντα και επομένως κάθε τόξο του επιπέδου πρέπει να έχει διαφορετικό κωδικό χρήστη (user-id). Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη γραμμικής τοπολογίας και πίνακα χαρακτηριστικών ιδιοτήτων .AAT, στον οποίο φυλάσσονται για κάθε σύνδεσμο, οι απαραίτητες για την ανάλυση κάθε φορά πληροφορίες.

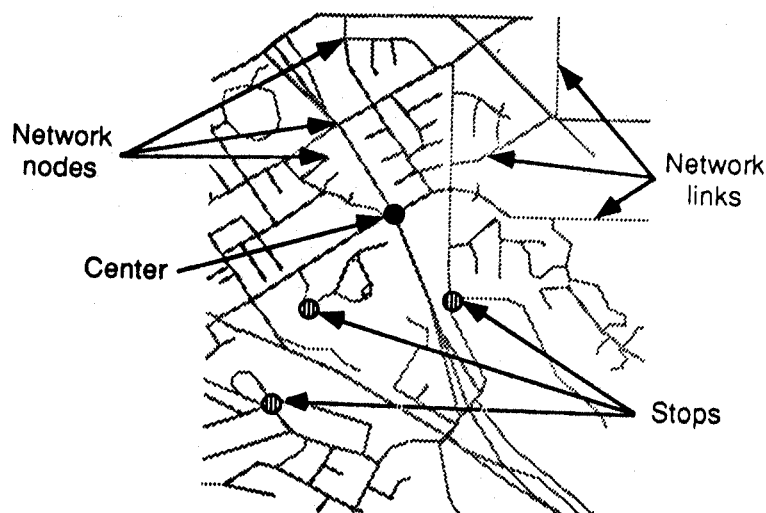
Μια από τις σημαντικότερες πληροφορίες που πρέπει να δίνονται για κάθε σύνδεσμο είναι το «κόστος», η αντίσταση δηλαδή που παρουσιάζεται κατά την μετακίνηση, που συνεπάγεται η διέλευσή του (*link impedance*). Η αντίσταση αυτή μπορεί να έχει οποιεσδήποτε μονάδες χρόνου, απόστασης ή τέλος κατάλληλης έκφρασης που να σχετίζεται με το κόστος μετακίνησης. Κάθε σύνδεσμος παρουσιάζει δύο διαφορετικές αντιστάσεις μετακίνησης, ανάλογα με τη φορά που διασχίζεται. Όταν το τόξο διασχίζεται ξεκινώντας από τον κόμβο αρχής (FNODE#) στον πίνακα χαρακτηριστικών ιδιοτήτων, προς τον κόμβο τέλους (TNODE#), τότε χρησιμοποιείται η «από-προς αντίσταση» (*from-to-impedance*). Με αντίθετη φορά διαγραφής χρησιμοποιείται η «προς-από αντίσταση» (*to-from-impedance*). Και οι δύο αυτές τιμές φυλάσσονται για κάθε σύνδεσμο σε δύο ξεχωριστά πεδία του πίνακα .AAT του θεματικού επιπέδου. Ας σημειωθεί, ότι αρνητική τιμή αντίστασης ενέχει απαγορευτικό χαρακτήρα για τη διέλευση προς την αντίστοιχη φορά.

2. Κόμβοι δικτύου: Κόμβος θεωρείται κάθε σημείο, στο οποίο συντρέχουν δύο ή περισσότεροι σύνδεσμοι του δικτύου. Μπορεί να αναπαριστούν διασταυρώσεις σε ένα κυκλοφοριακό δίκτυο, διακόπτες σε ένα πλέγμα ηλεκτροδότησης ή τηλεπικοινωνιών ή τέλος τα σημεία συμβολής και τα φρεάτια σύνδεσης στο συγκεκριμένο δίκτυο των ιδεατών και υπαρκτών αγωγών. Απαραίτητη προϋπόθε-

ση για την προσομοίωση κόμβων είναι η ύπαρξη τοπολογίας κόμβων (node topology), στο θεματικό επίπεδο και ο αντίστοιχος πίνακας χαρακτηριστικών επικόμβιων ιδιοτήτων (.NAT).

Παράλληλα οι κόμβοι χρησιμεύουν για την αναπαράσταση τριών άλλων συστατικών του δικτύου: α) σημεία υποχρεωτικής διέλευσης (*stops*) για τον προσδιορισμό βέλτιστων διαδρομών, β) «κέντρα» (*centers*) στα οποία υπάρχει κάποια πηγή ενδιαφέροντος και στα οποία κατανέμονται τμήματα του δικτύου με κριτήριο τις διαδρομές ελάχιστου κόστους και γ) στροφές (*turns*), σημεία δηλαδή αλλαγής κατεύθυνσης μεταξύ συνδέσμων. Η διαφοροποίηση σε σχέση με τους κόμβους είναι ότι υπάρχει κάποιο κόστος- αντίσταση, για την αλλαγή κατεύθυνσης από τον ένα σύνδεσμο στον άλλο, στο σημείο στροφής. Η αντίσταση αυτή μπορεί να έχει ακόμη και απαγορευτικό χαρακτήρα για την αλλαγή της κατεύθυνσης.

Σχήμα 5.1: Το μοντέλο προσομοίωσης δικτύων απο-
τελείται από συνδέσμους (*network links*) και κόμβους
(*network nodes*). Οι σύνδεσμοι προσομοιώνονται με
τόξα ενώ οι κόμβοι του δικτύου με κόμβους τόξων.
Ειδικά τα σημεία υποχρεωτικής διέλευσης (*stops*), τα
κέντρα καταμερισμού (*centers*) αλλά και τα σημεία
αλλαγής κατεύθυνσης (*turns*) υποχρεωτικά βρίσκο-
νται πάνω σε κόμβους.



Με βάση τις παραπάνω προδιαγραφές έγιναν κάποιες κινήσεις προσαρμογής των διαθέσιμων δεδομένων στο μοντέλο NETWORK: Έτσι κάθε σύνδεσμος (*link*) του δικτύου πρέπει να ορίζεται μονοσήμαντα και επομένως σε κάθε τόξο του επιπέδου αποδόθηκε διαφορετικός κωδικός χρήστη (*user-id*). Αποκαταστάθηκε η τελική γραμμική και κομβική τοπολογία μεταξύ των γεωγραφικών χαρακτηριστικών που απαρτίζουν το δίκτυο και στους αντίστοιχους πίνακες χαρακτηριστικών ιδιοτήτων (.AAT, .NAT) εισήχθησαν η αντίσταση στην κίνηση (*link impedance*) κάθε συνδέσμου και η αντίσταση που παρουσιάζεται σε κάθε στροφή (*turn impedance*). Το είδος της αντίστασης και ο υπολογισμός της τιμής σε κάθε περίπτωση προσαρμόστηκε στις ιδιαίτερες απαιτήσεις του υδρολογικού και υδραυλικού χαρακτήρα της τρέχουσας εφαρμογής.

5.II ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ NETWORK.

5.II.1 Ο μονοσήμαντος ορισμός κάθε συνδέσμου του δικτύου.

Κατά το τελευταίο στάδιο της ανάλυσης με επιφανειακά στοιχεία έγινε συγχώνευση των λεκανών επιρροής αγωγών με έκταση μικρότερη από το όριο των 800 m² στις αμέσως γειτονικές τους ώστε τα αποτελέσματα του καταμερισμού με ανάλυση επιφανειακών στοιχείων (συνάρτηση eucallocation) να είναι περισσότερο ευδιάκριτα. Έτσι αίρεται η μονοσήμαντη αντιστοιχία που είχε προκύψει μεταξύ αγωγού, όσο μικρός κι αν είναι αυτός, και της λεκάνης άμεσης επιρροής του από τα γειτονικά οικοδομικά τετράγωνα. Αποτέλεσμα αυτής της συγχώνευσης είναι να προκύψουν αγωγοί, που περικλείονται από μία γενικότερη λεκάνη επιρροής.

Η διόρθωση του κωδικού χρήστη περιλαμβάνει την ανάθεση τιμών μεγαλύτερη από το 1000 σε αυτούς τους αγωγούς. Παράλληλα ανατίθεται και νέα τιμή σε κάθε πολυγωνική επιφάνεια του θεματικού επιπέδου ώστε να είναι ίδια με αυτή του αγωγού που αντιστοιχείται. Η όλη διαδικασία διόρθωσης των κωδικών έγινε με το form-editor menu του περιβάλλοντος Arcedit.

5.II.2 Απόδοση της αντίστασης κίνησης στους συνδέσμους του δικτύου.

Στην ενότητα αυτή προσδιορίστηκαν οι αντιστάσεις κατά την μετακίνηση στους αγωγούς του συνολικού δικτύου των ιδεατών και υπαρκτών αγωγών, οι τιμές των οποίων φυλάσσονται στα πεδία FROM-TO-IMP και TO-FROM-IMP που εισήχθησαν (additem- περιβάλλον Arc) στον πίνακα .AAT του θεματικού επιπέδου. Ο χαρακτήρας της αντίστασης στη μετακίνηση παρουσιάζεται διαφοροποιημένος για το τμήμα του δικτύου των ιδεατών αγωγών, ως προς το τμήμα του υπαρκτού δικτύου αγωγών.

Έτσι στο δίκτυο των ιδεατών αγωγών, που προσομοιώνει τοπολογικά την επιφανειακή ροή στην επιφάνεια των οδών, η αντίσταση που συνεπάγεται η μετακίνηση μέσω των αγωγών, βασίζεται στην υψομετρική διαφορά μεταξύ κόμβου αρχής και προορισμού. Όσο εντονότερη δηλαδή, είναι η μεταβολή του υψομέτρου ανά μονάδα μήκους, τόσο ευκολότερα κινείται το νερό. Επομένως ο ποσοτικός προσδιορισμός της αντίστασης καθορίστηκε με βάση τις κλίσεις του αναγλύφου στον άξονα των οδών. Από τη διαδικασία συσχέτισης που αναφέρθηκε στο προηγούμενο στάδιο (Σχήμα 4.5) υπολογίστηκαν αποκλειστικά για τους ιδεατούς αγωγούς, με την εντολή calculate, οι τιμές ενός νέου πεδίου (κλίση) ως υψομετρική διαφορά κόμβου αρχής με κόμβο τέλους προς το μήκος του αντιστοιχού συνδέσμου, το ημίτονο δηλαδή της γωνίας κλίσης:

```
Arc: calculate mesolines.aat info klisi = ( Fnode-rel//elevation - ~
Tnode-rel//elevation ) / length
```

Υπολογίστηκε στη συνέχεια η τιμή του πεδίου FROM-TO-IMP σαν το αντίστροφο της κλίσης:

```
Arc: calculate mesolines.aat info from-to-imp = 1 / klisi
```

Ας σημειωθεί, ότι οι τιμές αντίστασης που υπολογίσθηκαν είναι αδιάστατα αριθμητικά μεγέθη, που ορίζουν μια κλίμακα δυσκολίας στη μετακίνηση κατά μήκους μιας διαδρομής ιδεατών αγωγών. Ειδική αντιμετώπιση χρειάστηκε σε ένα πολύ ομαλό τμήμα της περιοχής με πρακτικά μηδενική υψομετρική διαφορά μεταξύ κόμβων αρχής και τέλους, όπου δόθηκε αυθαίρετα η μέγιστη τιμή αντίστασης. Παράλληλα δόθηκε η αρνητική τιμή -1 σε όλες τις καταχωρήσεις του πεδίου TO-FROM-IMP στον πίνακα .AAT καθιστώντας έτσι απαγορευτική τη διέλευση συνδέσμου με φορά προς τον κόμβο αρχής:

```
Arc: calculate mesolines.aat info to- from -imp = -1
```

Αντίστοιχα στο δίκτυο αγωγών ομβρίων δίνονται τιμές παραμέτρων αντίστασης *from-to-impedance* ίσες με μηδέν. Έτσι εξασφαλίστηκε ότι από τη στιγμή που το νερό θα εισέλθει στο δίκτυο, θα κινηθεί αναγκαστικά σε αυτό χωρίς να έχει τη δυνατότητα διαφυγής σε σημείο διασταύρωσης με ιδεατούς αγωγούς. Παράλληλα καθορίστηκε η τιμή της *to-from-impedance* ίση με -1 απαγορεύοντας τη κίνηση προς κόμβους αρχής αγωγών αποχέτευσης.

5.II.3 Απόδοση της αντίστασης κίνησης στα σημεία διασταυρώσεων (turns).

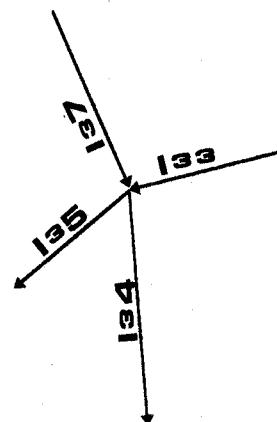
Βασική απαίτηση για τον ορθό προσδιορισμό της λεκάνης απορροής σε κάθε φρεάτιο του δικτύου είναι κάθε οδός, κάθε ιδεατός αγωγός δηλαδή, να αποχετεύεται σε ένα και μοναδικό φρεάτιο υδροσυλλογής. Η βασική αυτή προϋπόθεση εξασφαλίζεται, αν σε κάθε διασταύρωση η ανάντη απορροή οδηγείται προς τον άξονα της οδού με τη μέγιστη κλίση, μέχρι να καταλήξει τελικά στο πλησιέστερο φρεάτιο. Επομένως παρουσιάζεται η ανάγκη εισαγωγής ενός νέου μεγέθους αντίστασης σε κάθε διασταύρωση, στο οποίο φυλάσσονται απαγορευτικές μόνο τιμές αντίστασης προς όλες τις πιθανές διευθύνσεις εξόδου, εκτός από αυτή της μέγιστης κλίσης, της ελάχιστης δηλαδή τιμής *from-to-impedance*. Οι τιμές αυτές αντίστασης στροφών φυλάσσονται στο πεδίο TURN-IMP του εξειδικευμένου πίνακα του θεματικού επιπέδου με τους αγωγούς του δικτύου, με κωδική ονομασία .TRN που εισάγεται με την εντολή `turntable`:

```
Arc: turntable mesolines # # NOUTURNS
```

Στον πίνακα .TRN αποδίδονται αυτόματα από το σύστημα κάποια πεδία, τα βασικότερα από τα οποία είναι ο εσωτερικός κωδικός αρίθμησης του κόμβου διασταύρωσης (NODE#), οι κωδικοί αριθμοί χρήστη των τόξων αρχής (ARC1-ID) και προορισμού (ARC2-ID) για αλλαγή κατεύθυνσης στον κόμβο. Παράλληλα εισάγονται τα πεδία της αζιμούθιας γωνίας (AZIMUTH) και της γωνίας μεταξύ των τόξων αρχής και προορισμού (ANGLE) σε κάθε διασταύρωση. Μετά τη δημιουργία του πίνακα .TRN προστίθεται (additem) από τον χρήστη το αριθμητικό πεδίο TURN-IMP. Κάθε record προσομοιώνει

μία πιθανή αλλαγή κατεύθυνσης από σύνδεσμο σε σύνδεσμο ανεξάρτητα από τη φορά των τόξων, που συναντώνται στη διασταύρωση. Έτσι για παράδειγμα σε μία συμβολή τεσσάρων τόξων οι δυνατές περιπτώσεις αλλαγής κατεύθυνσης αλλά και οι αρχικές τιμές του πεδίου αντιστάσεων αμέσως μετά την δημιουργία του πίνακα, παρουσιάζονται στο σχήμα 5.2:

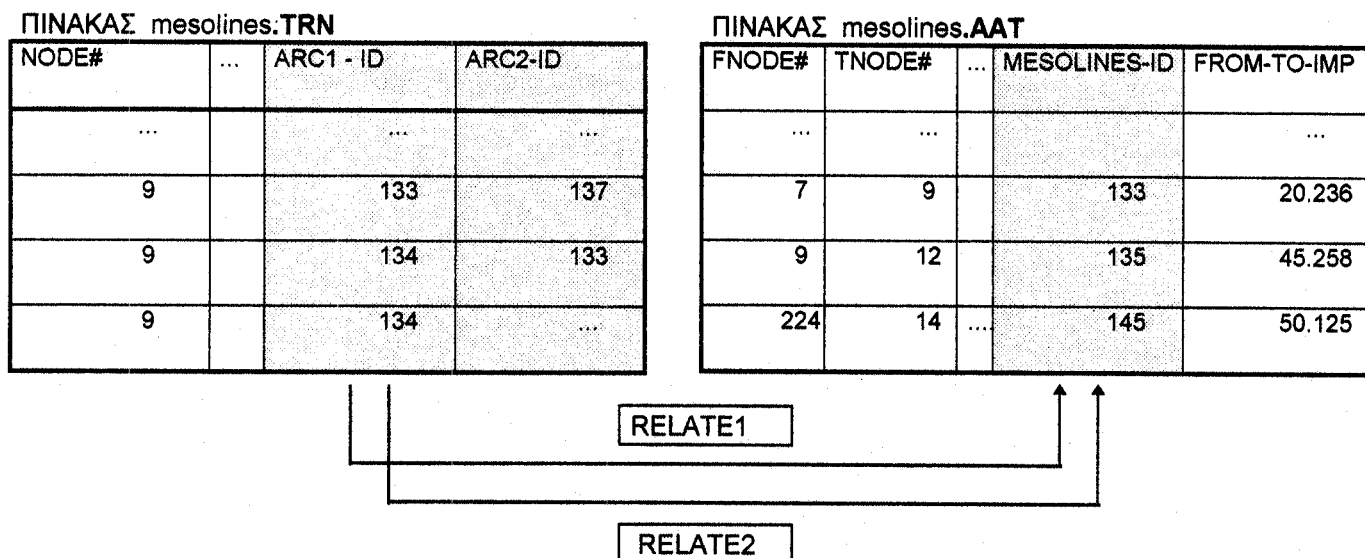
NODE#	...	ARC1 - ID	ARC2-ID	TURN-IMP
7	...	...	...	0
9		133	134	0
9		133	135	0
9		133	137	0
9		134	137	0
9		134	133	0
9		134	135	0
9		135	133	0
9		135	134	0
9		135	137	0
9		137	133	0
9		137	134	0
9		137	135	0
11	...	...	...	0



Σχήμα 5.2 : Οι τιμές του πεδίου αντίστασης στη στροφή TURN-IMP, αμέσως μετά την εισαγωγή του στον πίνακα στροφών, που κατασκευάστηκε μέσω της εντολής *turntable* του περιβάλλοντος Arc. Για κάθε καταχώρησή του πίνακα .TRN υπάρχει η μηδενική τιμή αντίστασης στη στροφή η οποία θα διατηρηθεί, εκτός και αν οριστεί σαφώς κάποια νέα αριθμητική έκφραση.

Η ανάθεση τιμών αντίστασης στη στροφή σε κάθε κόμβο του δικτύου σύμφωνα με τις απαιτήσεις που αναφέρθηκαν προηγούμενα, προϋποθέτει την αξιολόγηση της αντίστασης κίνησης, *from-to-impedance*, για κάθε αγωγό εξόδου από τον κόμβο. Είναι προφανής επομένως η ανάγκη εγκατάστασης διαδικασιών συσχέτισης *relate* (Σχήμα 5.3) ώστε για κάθε καταχώρηση του πίνακα .TRN να είναι διαθέσιμη η τιμή του πεδίου FROM-TO-IMP στον πίνακα .AAT για τα τόξα αρχής και προορισμού στη στροφή. Παράλληλα δίνεται πρόσβαση στα πεδία *from-node* (FNODE#) και *to-node* (TNODE#) του πί-

νακα .AAT ώστε να είναι δυνατόν για τον κόμβο στον οποίο πραγματοποιείται η αλλαγή κατεύθυνσης, να γνωρίζουμε αν είναι κόμβος αρχής ή πέρατος για τα τόξα που συμβάλλουν στη διασταύρωση. Το κριτήριο αυτό χρησιμοποιείται για την «συμπύκνωση» του πίνακα στροφών, όπως αναφέρεται στη συνέχεια.



Σχήμα 5.3: Χρησιμοποιώντας *Relate* μεταξύ των πεδίων ARC1-ID (RELATE1) και ARC2-ID (RELATE2) του πίνακα .TRN και του πεδίου του χρήστη αγωγού MESOLINES-ID του πίνακα .AAT, τα τόξα του πίνακα .TRN αποκτούν πρόσβαση στην αντίσταση κίνησης (FROM-TO-IMP.) που είναι καταχωρημένη στον AAT. Ταυτόχρονα δίνεται η δυνατότητα να γνωρίζουμε, αν ο κόμβος του πίνακα .TRN που εξετάζεται είναι κόμβος αρχής ή προορισμού για τα τόξα που συντρέχουν στον κόμβο.

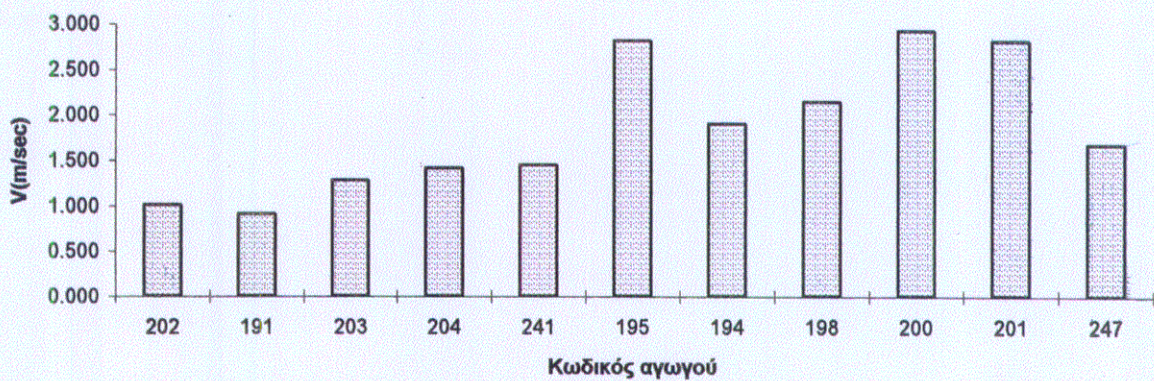
Η όλη διαδικασία υπολογισμού αντίστασης στροφής αυτοματοποιήθηκε με την εισαγωγή δύο ρουτινών σε γλώσσα aml. Η λειτουργία τους βασίζεται στην σάρωση όλου του πίνακα .TRN, με *cursor processing*, αξιολογώντας κάθε φορά ένα record. Σε πρώτη φάση γίνεται η συμπύκνωση του πίνακα (ρουτίνα *trn.aml*) αναθέτοντας την απαγορευτική τιμή -10 στη παράμετρο *turn-impedance*, σε όλες τις καταχωρήσεις που ο σύνδεσμος προορισμού συναντάται με την αντίσταση *to-from-impedance*.

Στο αμέσως επόμενο στάδιο, με τη βοήθεια της διαδικασίας συσχέτισης του σχήματος 5.3 είναι δεδομένη η τιμή της αντίστασης FROM-TO-IMP των συνδέσμων, που συντρέχουν στον κόμβο που ελέγχεται. Έτσι με αξιολόγηση κάποιων λογικών συνθηκών, που γίνεται μέσα από τη ρουτίνα *trn-assign.aml*, ανατίθεται η απαγορευτική τιμή -1 στο πεδίο TURN-IMP προς όλες τις κατευθύνσεις εξόδου από τον κόμβο, εκτός από αυτή της μέγιστης κλίσης που διατηρεί την μηδενική αντίσταση στροφής. Ο κόμβος διασταύρωσης του προηγούμενου παραδείγματος μετά το τέλος της επεξεργασίας του, περιέχει τις εξής τιμές αντίστασης στροφής αν υποθέσουμε ότι ο αγωγός με κωδικό χρήστη 134 έχει τη μέγιστη κλίση, την ελάχιστη δηλαδή τιμή στο πεδίο *from-to-imp*:

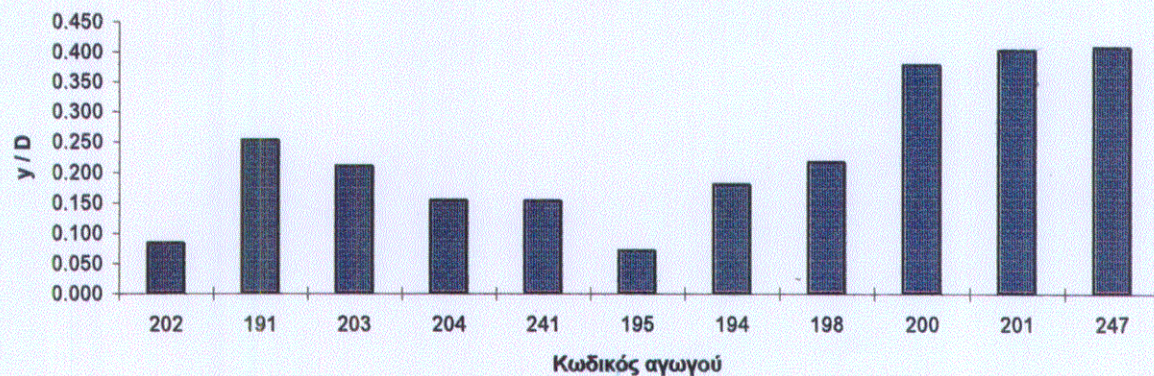
Μεταβολή παροχής (διαδρομή 45 - 115)



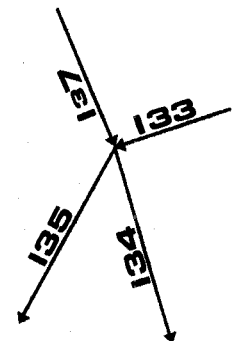
Μεταβολή ταχύτητας (διαδρομή 45 - 115)



Μεταβολή λόγου πλήρωσης (διαδρομή 45 - 115)



NODE#	...	ARC1 - ID	ARC2-ID	TURN-IMP
7		...	...	...
9		133	134	0
9		133	135	-1
9		133	137	-10
9		134	137	-10
9		134	133	-10
9		134	135	-10
9		135	133	-10
9		135	134	-10
9		135	137	-10
9		137	133	-10
9		137	134	0
9		137	135	-1
11	...	...	...	...



Σχήμα 5.4 : Οι τιμές του πεδίου αντίστασης στη στροφή, *TURN-IMP*, μετά το πέρας της επεξεργασίας του πίνακα *TRN* με τις κατάλληλες ρουτίνες. Σε κάθε διασταύρωση έχει αποκλειστεί η έξοδος με τις απαγορευτικές τιμές -1 και -10 εκτός από την κατεύθυνση της μέγιστης κλίσης όπου διατηρείται η μηδενική αντίσταση στη στροφή.

5.III ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΚΡΙΤΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.

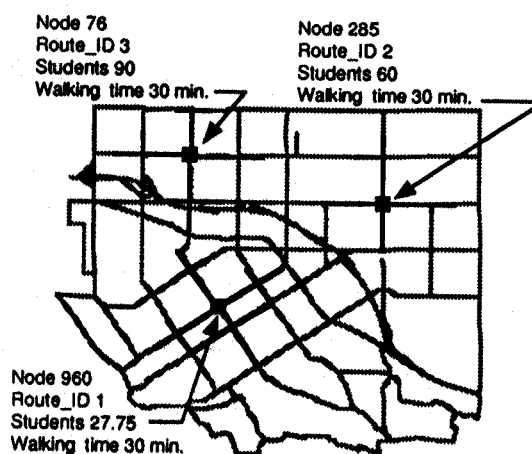
5.III.1 Το μοντέλο καταμερισμού *allocate*.

Πρωταρχικής σημασίας έννοιες στο μοντέλο του καταμερισμού του περιβάλλοντος *NETWORK* είναι η ζήτηση και η προμήθεια. Η προμήθεια, τα αποθέματα δηλαδή σε αγαθά ή η δυνατότητα παροχής κάποιων υπηρεσιών, θεωρείται συγκεντρωμένη σε κάθε «κέντρο» εξυπηρέτησης. Τη ζήτηση δημιουργεί η δυνατότητα ανάλωσης των διαθέσιμων αποθεμάτων ενώ η διαδικασία του καταμερισμού συνίσταται στη χωρική εξίσωση των αναγκών σε αγαθά ή παροχές υπηρεσιών με μετακίνηση μέσω του δικτύου της διαθέσιμης προμήθειας. Έτσι για παράδειγμα η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται μέσω του δικτύου ηλεκτροδότησης από τον σταθμό παραγωγής προς τους καταναλωτές, που δημιουργούν τη ζήτηση. Το

αντίθετο συμβαίνει όταν μεταφέρεται η ζήτηση στη προσφορά, όπως στη περίπτωση του προσδιορισμού της ζώνης επιρροής ενός συνοικιακού σχολείου. Το σχολείο έχει περιορισμένο αριθμό διαθέσιμων θέσεων ενώ οι μαθητές, που ζουν κατά μήκους των οδών στη περιοχή, δημιουργούν τη ζήτηση. Σε κάθε περίπτωση ένας περιοριστικός παράγοντας στην εξίσωση της προσφοράς με τη ζήτηση, είναι ένα όριο μέγιστης αντίστασης στη μετακίνηση κατά μήκους των στοιχείων που απαρτίζουν το δίκτυο και είναι καθοριστικής σημασίας για το εύρος των ζωνών εξυπηρέτησης.

Η ρουτίνα *allocate* του περιβάλλοντος NETWORK κατανέμει συνδέσμους του δικτύου κατά μήκους διαδρομών ελάχιστης συνολικής αντίστασης στο κέντρο, με βάση τη διαθέσιμη προσφορά και τη ζήτηση που σχετίζεται με τους συνδέσμους. Όταν ένας σύνδεσμος αποδίδεται στο κέντρο τότε η προσφορά σε αυτό ελαττώνεται κατά τη ζήτηση του συγκεκριμένου συνδέσμου. Η διαδικασία του καταμερισμού σταματά, όταν έχει εξαντληθεί η διαθέσιμη προσφορά και καταλήγει στη δημιουργία ζωνών εξυπηρέτησης από κάθε κέντρο, που αποτελούνται από σύνολα αλληλοσυνδεόμενων γραμμικών τμημάτων και φυλάσσονται σε διαδρομές κατά το μοντέλο *routes-sections*. Η έκταση του καταμερισμού, το συνολικό μήκος δηλαδή των συνδέσμων που αποδίδονται στο κέντρο, καθορίζεται από ένα όριο μέγιστης αντίστασης που αντιπαρά τίθεται με το εκάστοτε άθροισμα της αντίστασης των αγωγών και στρωφών, που συμπεριλαμβάνονται στη διαδρομή. Έτσι στο παράδειγμα της ανάθεσης μαθητών στο σχολείο, μπορεί να τεθεί περιοριστικός παράγοντας ο μέγιστος χρόνος βαδίσματος για κάθε παιδί τα 30 λεπτά. Τότε η διαδικασία του καταμερισμού θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ζωνών εξυπηρέτησης, που αποτελούνται από τμήματα οδών του δικτύου, όπου η πιο απομακρυσμένη τοποθεσία βρίσκεται σε απόσταση 30 λεπτών βαδίσματος. Ο περιορισμός αυτός μπορεί να τερματίσει την ανάθεση οδών που εξυπηρετούνται από το σχολείο, ακόμα και αν απομένουν κενές θέσεις για μαθητές.

Σχήμα 5.5: Τα αποτελέσματα του καταμερισμού με την εντολή *allocate* για το παράδειγμα των μαθητών στο σχολείο. Παρατηρείται ότι υπάρχει η δυνατότητα ανάθεσης τμημάτων τόξων σε κάποιο κέντρο όταν το επιβάλλουν οι συνθήκες του αθροίσματος της αντίστασης και του ισοζυγίου μεταξύ ζήτησης και προσφοράς.



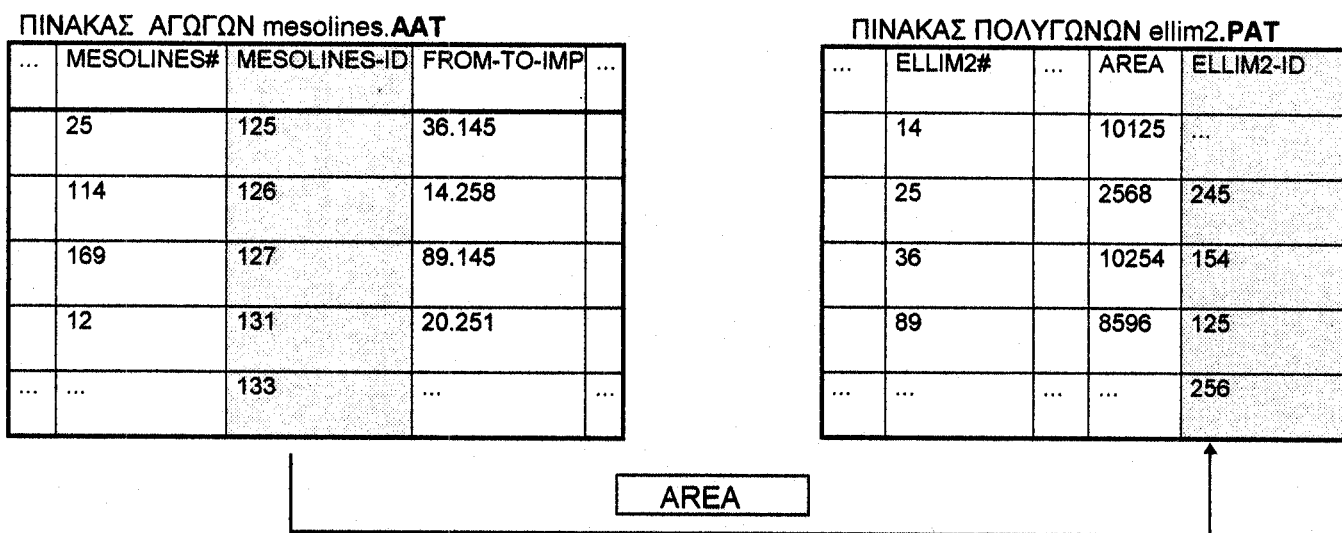
Στη συγκεκριμένη εφαρμογή ο προσδιορισμός του υδροκρίτη κάθε φρεατίου ισοδυναμεί με τον καταμερισμό ιδεατών και πραγματικών αγωγών, κατά μήκους διαδρομών μέγιστων κλίσεων (ελάχιστης αντίστασης) που απορρέουν σε κάθε φρεάτιο. Ο υδροκρίτης περιλαμβάνει τη μέγιστη δυνατή περιοχή που μπορεί να απορρέει σε κάθε φρεάτιο του δικτύου. Προσαρμόζοντας αυτή την απαίτηση στο μοντέλο καταμερισμού έγιναν οι παρακάτω παραδοχές: Η επιφάνεια που απορρέει άμεσα από τα οικοδομικά τετράγωνα στους ιδεατούς ή υπαρκτούς ανωνούς δημιουργεί τη «ζήτηση» κάθε συνδέσμου

στο μοντέλο. Τα φρεάτια και οι διασταυρώσεις των ιδεατών αγωγών θεωρούνται κέντρα με «άπειρη» δυνατότητα προσφοράς, εξαιρετικά μεγάλη δηλαδή χωρητικότητα εμβαδού και άπειρου ορίου αντίστασης στη μετακίνηση ώστε να κατανέμεται κάθε φορά η μέγιστη ανάντη απορροή. Ας σημειωθεί ότι όρος χωρητικότητα του φρεατίου δεν έχει υδραυλική σημασία αλλά η υιοθέτηση ενός αρκούντως μεγάλου ορίου είναι απαραίτητη για το μοντέλο του καταμερισμού.

Οι διαδικασίες προσαρμογής διακρίνονται στην συσχέτιση ενός εμβαδού σε κάθε αγωγό του δικτύου και στη συνέχεια προσαρμογή των παραμέτρων της *allocate* στις απαιτήσεις της εφαρμογής.

5.III.2 Αποκατάσταση της «ζήτησης» σε κάθε αγωγό του δικτύου.

Η σύνδεση των αγωγών του δικτύου με το εμβαδόν επιρροής τους επιτυγχάνεται με συσχέτιση *relate* του πίνακα χαρακτηριστικών γραμμικών ιδιοτήτων, .AAT, του δικτύου και του πίνακα πολυγωνικών ιδιοτήτων, .PAT, του επιπέδου των επιφανειών επιρροής κάθε αγωγού (Σχήμα 5.6). Η σύνδεση βασίζεται στην ανάθεση κοινού κωδικού χρήστη σε κάθε πολύγωνο που περιβάλλει τον αντίστοιχο αγωγό ο οποίος αποτελεί την πλησιέστερη διέξοδο από τα γειτονικά οικοδομικά τετράγωνα.



Σχήμα 5.6: Με χρήση *relate* με την ονομασία *AREA* μεταξύ των πεδίων του κωδικού χρήστη αγωγών *mesolines-id* του πίνακα .AAT και του κωδικού χρήστη πολυγώνων *ellim2-id* του .PAT επιτυγχάνεται η μεταφορά της τιμής του πεδίου εμβαδού (*AREA*) κάθε πολυγώνου στο αντίστοιχο γραμμικό στοιχείο του δικτύου.

5.III.3 Προετοιμασία του περιβάλλοντος NETWORK για την εντολή *allocate*.

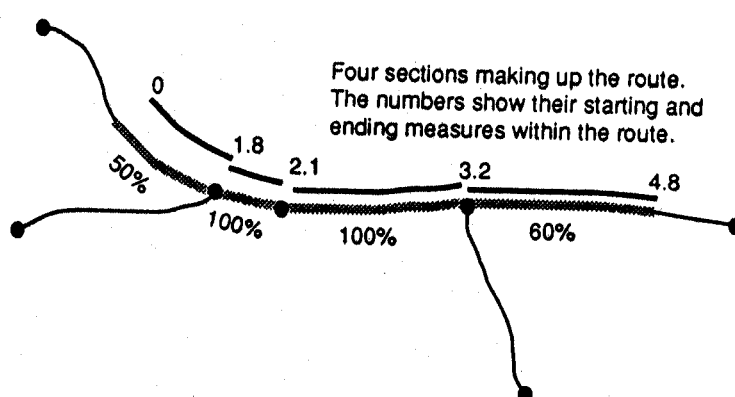
Τα αποτελέσματα από το μοντέλο καταμερισμού στο δίκτυο καταχωρούνται σε *route-system*, μέσα στο γραμμικό θεματικό επίπεδο του δικτύου, στο οποίο φυλάσσεται η διαδρομή (*route*) των αλληλοσυνδεόμενων αγωγών που απορρέει σε κάθε κέντρο. Η διάταξη των αγωγών, μέσα στη διαδρομή αυτή, εί-

ναι από τον πιο ανάντη στον πιο κατόντη. Η έννοια της *route-system* ανήκει στο εξειδικευμένο περιβάλλον της δυναμικής τμηματοποίησης (*dynamic segmentation*) γραμμικών χαρακτηριστικών του συστήματος ARC/INFO. Οι δυνατότητες του περιβάλλοντος αυτού αναλύονται περιληπτικά σε επόμενες παραγράφους.

Με τον όρο δυναμική τμηματοποίηση περιγράφεται η ικανότητα του συστήματος να αποδώσει διαφορετικές περιγραφικές πληροφορίες σε οποιοδήποτε τμήμα κάποιου γραμμικού χαρακτηριστικού, χωρίς να απαιτείται αλλοίωση της γεωγραφικής του τοπολογίας. Παρέχεται δηλαδή, η δυνατότητα της σύνδεσης περιγραφικών πληροφοριών, εφαρμόζοντας ένα μονοδιάστατο σύστημα μέτρησης κατά μήκος της διαδρομής που δημιουργεί το σύστημα. Έτσι είναι δυνατή η επεξεργασία και απεικόνιση των πληροφοριών αυτών χωρίς να απαιτείται η τμηματοποίηση ή διχοτόμηση των γραμμικών στοιχείων με ψευδο-κόμβους. Δύο πρωταρχικής σημασίας έννοιες υποστηρίζουν τις δυνατότητες του μοντέλου της δυναμικής τμηματοποίησης και επιτρέπουν έτσι τη συνύπαρξη πολλών συστημάτων διαδρομών (*route-system*) με διαφορετική χρηστικότητα το κάθε ένα στο ίδιο θεματικό επίπεδο γραμμικών χαρακτηριστικών. Οι έννοιες αυτές είναι τα τμήματα τόξων (*sections*), οι διαδρομές (*routes*) και οι αντίστοιχοι πίνακες .SEC και .RAT αντίστοιχα που συνεπάγεται η εισαγωγή των *sections* και *routes* στο γραμμικό θεματικό επίπεδο.

Το μοντέλο των διαδρομών αποτελείται από ένα σύνολο διατεταγμένων τμημάτων τόξων, που ανήκουν σε ένα κοινό σύστημα. Τα τμήματα μπορεί να καταλαμβάνουν ολόκληρο το μήκος των τόξων ή κάποιο ποσοστό αυτών. Σε κάθε τμήμα υπάρχει στην αρχή και το πέρας του μια τιμή (*measure*) που καθορίζει τη θέση του μέσα στη διαδρομή που ανήκει, ενώ στον πίνακα .SEC μπορούν να καταχωρηθούν πρόσθετες ιδιότητες που ο χρήστης επιθυμεί.

Σχήμα 5.7: Γραφική απεικόνιση διαδρομής (*route*) που αποτελείται από τέσσερα τμήματα τόξων (*sections*). Το πρώτο και το τελευταίο είναι τμήματα τόξων ενώ τα υπόλοιπα δύο είναι ολόκληρα τόξα. Οι τιμές των ποσοστών υποδεικνύουν τί τμήμα κάθε τόξου συμμετέχει στη διαδρομή. Παράλληλα φαίνεται και το σύστημα στις μονοδιάστατες αρίθμησης από την αρχή της διαδρομής και για κάθε τμήμα των τμημάτων που την αποτελούν



Εκτός από τη χρησιμοποίηση του μοντέλου *route-system*, που προσφέρει οπτική εμποπτεία των αποτελεσμάτων, η έκταση που απορρέει σε κάθε φρεάτιο του δικτύου ή σε κάθε κόμβο των ιδεατών αγωγών καταχωρείται σε έναν πίνακα, που κατασκευάστηκε για την φύλαξη των κέντρων του καταμερισμού. Ο πίνακας αυτός ονομάζεται πίνακας κέντρων (*centers file*), δημιουργήθηκε με τις εντολές *pullitems*, *additem* του περιβάλλοντος Arc και περιέχει υποχρεωτικά ένα πεδίο με τους κωδικούς

αρίθμησης χρήστη των κόμβων του δικτύου που εκλαμβάνονται ως κέντρα. Επιπλέον αποδόθηκαν σε αυτόν τον πίνακα το πεδίο του κωδικού αρίθμησης της διαδρομής (*route-id*), που απορρέει σε κάθε κέντρο με τιμή ίδια με τον κωδικό χρήστη του κόμβου που καταλήγει (*node-id*). Παράλληλα στον πίνακα εισήχθησαν τα πεδία της πλασματική χωρητικότητας, μέγιστης επιτρεπόμενης αντίστασης στη συνολική μετακίνηση, και τέλος τα πεδία της κατανεμημένης ποσότητας ζήτησης και συνολικής αντίστασης καταμερισμού κάθε κέντρου.

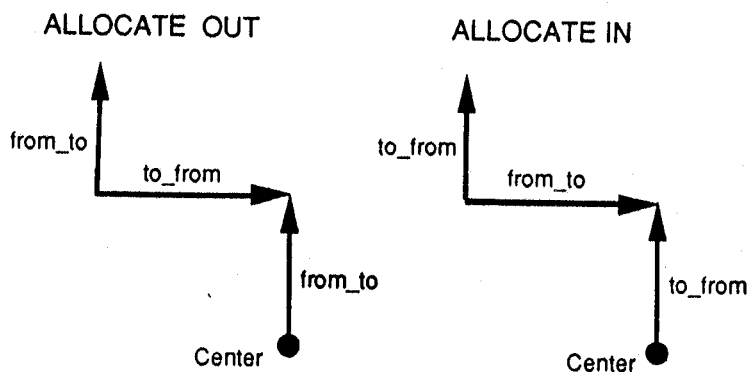
5.III.4 Βαθμονόμηση της *allocate* στις απαιτήσεις της εφαρμογής.

Πριν την εφαρμογή των ρουτινών του καταμερισμού ορίστηκε με την εντολή *netcover* του περιβάλλοντος Arcplot το θεματικό επίπεδο που περιέχει τα τόξα που απαρτίζουν το δίκτυο αλλά και ότι τα αποτελέσματα του καταμερισμού θα φυλάσσονται σε ένα *route-system* με την ονομασία *ALLOCATE*, που αποτελεί νέο χαρακτηριστικό στο θεματικό επίπεδο.

Παράλληλα καθορίζεται με την εντολή *impedance*, επίσης του περιβάλλοντος Arcplot, ότι θα χρησιμοποιηθούν ως αντίσταση στη μετακίνηση κατά μήκους των συνδέσμων του δικτύου οι τιμές των πεδίων *FROM-TO-IMP* και *TO-FROM-IMP* που φυλάσσονται στον πίνακα *.AAT* του θεματικού επιπέδου. Καθορίζεται επίσης ότι θα χρησιμοποιηθεί το πεδίο *TURN-IMP* του πίνακα *.TRN* του ίδιου θεματικού επιπέδου, με τις απαγορευτικές τιμές σε κάθε διασταύρωση συνδέσμων, ώστε η απορροή να οδηγείται προς την έξοδο με τη μέγιστη κλίση. Πριν την εφαρμογή των ρουτινών καταμερισμού ορίζεται μέσω της εντολής *demand* και το είδος της ζήτησης που σχετίζεται με κάθε σύνδεσμο του δικτύου, ενεργοποιώντας την διαδικασία συσχέτισης (*relate*) που αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα. Σε τελικό στάδιο με την εντολή *centers* ορίστηκε ότι τα κέντρα που θα συμμετάσχουν στο μοντέλο καταμερισμού βρίσκονται καταχωρημένα σε πίνακα της βάσης *info* με την ονομασία *ALLOCATE.CEN* στον οποίο θα καταγραφούν και τα αποτελέσματα από την συνολική διαδικασία.

Καθοριστική στην συνολική διαδικασία ήταν η παράμετρος *IN* (Σχήμα 5.8) της βασικής εντολής *allocate* που επιτυγχάνει τον υπολογισμό διαδρομών μέγιστων κλίσεων, χρησιμοποιώντας μόνο την ανάντη του φρεατίου συμβολή αγωγών. Αυτό που καθορίζει η παράμετρος αυτή, είναι ο τρόπος που ερμηνεύεται η αντίσταση που χαρακτηρίζει κάθε τόξο του δικτύου ανάλογα με τη φορά που διασχίζεται. Έτσι ορίστηκε ότι η αντίσταση των συνδέσμων που χρησιμοποιείται κατά τη παραγωγή διαδρομών ελάχιστης αντίστασης, είναι αντίθετη με τη φορά που διασχίζεται ο σύνδεσμος, όταν κάποιος παρατηρητής κινείται απομακρυνόμενος από το κέντρο. Με αυτόν τον τρόπο αποσαφηνίσθηκε ότι για τα τόξα που είναι προσανατολισμένα προς το κέντρο συναντάται η πραγματική αντίσταση *FROM-TO-IMP*, ενώ για τα τόξα που απομακρύνονται από το κέντρο η απαγορευτική *TO-FROM-IMP*, δίνοντας έτσι μόνο την ανάντη του εξεταζόμενου σημείου συμβολή αγωγών.

Σχήμα 5.8: Οι επιλογές OUT και IN της εντολής ALLOCATE καθορίζουν την αντίστασηση μετακίνηση που ενεργοποιείται κατά τον υπολογισμό διαδρομών ελάχιστης αντίστασης. Φαίνεται σε κάθε περίπτωση η κατεύθυνση των τόξων και οι αντιστάσεις στη μετακίνηση που χρησιμοποιούνται για τις δύο επιλογές.



Η διαδικασία του καταμερισμού που συμπεριλαμβάνει και τις εντολές προετοιμασίας, που αναφέρθηκαν στην αρχή της ενότητας αυτής, αυτοματοποιήθηκε πλήρως με της εισαγωγή της ρουτίνας `allocate.aml`. Από τα βασικότερα σημεία στη ρουτίνα αυτή, για τον υπολογισμό της μέγιστης ανάντη συνεισφοράς που απορρέει σε κάθε κέντρο, είναι κάθε φορά που ενεργοποιείται η εντολή καταμερισμού `allocate` να είναι ενεργό αποκλειστικά το συγκεκριμένο κέντρο, αγνοώντας την ύπαρξη των υπολοίπων. Αυτό επιτυγχάνεται με την σειριακή σάρωση, του πίνακα κέντρων `ALLOCATE.CEN`, ενεργοποιώντας κάθε φορά μόνο ένα. Η απαίτηση αυτή εξασφαλίζεται μέσα από τις δυνατότητες `cursor processing` του συστήματος που συμπεριλαμβάνονται στη ρουτίνα υπολογισμών που συντάχθηκε.

Ας σημειωθεί ότι κατά τη διαδικασία του καταμερισμού με περισσότερα από ένα κέντρα ενεργά στο δίκτυο τα τμήματα που εξυπηρετούνται από ένα κέντρο δεν είναι δυνατόν να εξυπηρετούνται ταυτόχρονα και από κάποιο άλλο μέσα στο δίκτυο. Εκ ταυτότητας δηλαδή το σύστημα δημιουργεί μονοσήμαντη αντιστοιχία για τα τόξα που καταμερίζονται σε κάθε κέντρο του δικτύου. Παρ' όλο τον περιορισμό αυτό όμως, δίνεται η δυνατότητα μέσω της παραμέτρου `UNCONSTRAINED` της εντολής `allocate` τα τόξα του δικτύου που ανήκουν στη ζώνη επιρροής ενός κέντρου να «περνούν» από τα τόξα που καταμερίζονται σε κάποιο άλλο. Η επιλογή αυτή όμως δεν έδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα, της μέγιστης ανάντη συνεισφοράς, όταν ήταν ενεργά ταυτόχρονα όλα τα κέντρα του θεματικού επιπέδου.

5.IV ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

5.IV.1 Γενικές αρχές.

Παρ' όλο που το σύστημα `ARC/INFO` διαθέτει δυνατότητες επικοινωνίας με εξωτερικά προγράμματα γραμμένα σε διάφορες γλώσσες (`C++`, `fortran`, κ.ά.), για τον έλεγχο της υδραυλικής επάρκειας δεν χρησιμοποιήθηκε κάποιο τέτοιο. Προτιμήθηκε η λύση της κατασκευής ενός προγράμματος υδραυλικών υπολογισμών στη γλώσσα `aml` του λογισμικού του συστήματος, που διαθέτει και μαθηματικές υπολογι-

στικές ιδιότητες. Ένας σημαντικός λόγος που δικαιολογεί την επιλογή αυτή, είναι και η ταυτόχρονη οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων, που προκύπτουν από τους υπολογισμούς. Παράλληλα η εφαρμογή εξωτερικού υπολογιστικού προγράμματος απαιτεί συνήθως την μετατροπή των δεδομένων που βρίσκονται στη βάση INFO σε μορφή αρχείων ASCII ώστε να είναι επεξεργάσιμα από το πρόγραμμα. Στη συνέχεια απαιτείται μετατροπή εκ νέου των αρχείων ASCII σε μορφή INFO ώστε να εισαχθούν στη βάση. Εκτελώντας τους υπολογισμούς στη γλώσσα του συστήματος, παρακάμπτεται η προαναφερθείσα διαδικασία μετατροπών. Έτσι επιλέχθηκε η κατασκευή ενός προγράμματος που δεν θα αυτοματοποιεί πλήρως το σύνολο των υδραυλικών υπολογισμών για όλο το δίκτυο ταυτόχρονα αλλά ενός συστήματος, που ο χρήστης με αλληλεπιδραστική (interactive) διαδικασία θα επιλέγει κάθε φορά τη θέση ελέγχου.

5.IV.2 Οι τύποι εφαρμογής.

Η παροχή για την οποία γίνεται ο έλεγχος του κάθε αγωγού είναι η παροχή σχεδιασμού που προκύπτει από την ορθολογική μέθοδο. Η μέθοδος αυτή μετασχηματίζει την βροχόπτωση σε απορροή σύμφωνα με τον τύπο:

$$Q = C i A$$

όπου Q η παροχή αιχμής της πλημμύρας, C ο αδιάστατος συντελεστής απορροής, i η μέση ένταση βροχής και A η έκταση της λεκάνης απορροής ή της επιφάνειας που αποχετεύεται (Κουτσογιάννης, 1993). Προκειμένου να εφαρμοστεί η μέθοδος για την εκτίμηση παροχών σχεδιασμού έγιναν οι εξής παραδοχές:

- Το διάστημα επαναφοράς της παροχής είναι ίσο με το διάστημα επαναφοράς της βροχής.
- Η διάρκεια της κρίσιμης βροχής θεωρείται ίση με τον χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης απορροής σε κάθε θέση ελέγχου.

Αναλυτικότερα για τις παραπάνω παραμέτρους, η έκταση της λεκάνης απορροής σε κάθε ανάντη φρεάτιο προέκυψε από το μοντέλο καταμερισμού ενώ ο συντελεστής απορροής θεωρήθηκε σταθερός με τιμή 0.70 για όλη την περιοχή (Μέση τιμή για αστικές περιοχές σύμφωνα με τις Αμερικάνικες ενώσεις WPCF & ASCE, Κουτσογιάννης, 1993). Η ένταση της βροχόπτωσης θεωρήθηκε σταθερή για όλη την έκταση της περιοχής μελέτης και δίνεται από την όμβρια καμπύλη της περιοχής Αθηνών (Mimikou & Koutsoyannis, 1995):

$$i = [-2.66 - \ln(-\ln(1 - 1/T))] / 0.119 (d_{bp} + 0.08)^{0.74}$$

Στην έκφραση αυτή της όμβριας καμπύλης η τιμή της περιόδου επαναφοράς T , καθορίζεται στα 2 έτη, μιας και γίνεται έλεγχος επάρκειας διατομών. Δίνεται όμως η δυνατότητα στον χρήστη του

προγράμματος, να ελέγξει την επάρκεια διατομών του δικτύου για μεγαλύτερη περίοδο επαναφοράς την οποία αυτός επιλέγει.

Η διάρκεια της βροχόπτωσης, d_{br} , στην έκφραση της όμβριας καμπύλης έχει καθοριστικό ρόλο στον προσδιορισμό της παροχής σχεδιασμού αφού ο μέγιστος ρυθμός απορροής, για δεδομένο διάστημα επαναφοράς πραγματοποιείται, όταν η διάρκεια της βροχής είναι ίση με τον χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης. Στα δίκτυα ομβρίων ο χρόνος συγκέντρωσης μπορεί να αναλυθεί σε δύο συνιστώσες, το χρόνο εισόδου, t_{σ} , το χρόνο δηλαδή που χρειάζεται η απορροή μέχρι να οδηγηθεί στο πιο ανάντη φρεάτιο υδροσυλλογής του δικτύου και το χρόνο ροής, t_e , κατά μήκος των ανάντη αγωγών μιας υπό έλεγχο θέσης. Για το χρόνο εισόδου υιοθετήθηκε τιμή 10 λεπτών για κάθε φρεάτιο υδροσυλλογής, στο οποίο καταλήγει το δίκτυο των ιδεατών αγωγών, που προσομοιώνει τις τροχιές της επιφανειακής ροής. Σε αντίθεση με τον χρόνο εισόδου που η εκτίμησή του είναι αβέβαιη, ο χρόνος ροής για μία συγκεκριμένη θέση μπορεί να εκτιμηθεί με σχετική ακρίβεια, κατά τον υδραυλικό υπολογισμό της ανάντη της θέσης διαδρομής με βάση τη σχέση

$$t_p = \sum_i L_i / V_i$$

όπου L_i είναι τα μήκη των διαδοχικών τμημάτων κατά μήκος της υπό εξέταση διαδρομής του δικτύου ομβρίων, μέχρι και την υπό έλεγχο θέση, και V_i οι αντίστοιχες ταχύτητες στα τμήματα αυτά. Ειδικά στη περίπτωση, όπου για μία συγκεκριμένη θέση ελέγχου υπάρχει ένα πλήθος K εναλλακτικών ανάντη διαδρομών που καταλήγουν στην υπό εξέταση θέση, ο χρόνος συγκέντρωσης προκύπτει από τη διαδρομή που δίνει τη μέγιστη τιμή με βάση τη σχέση:

$$t_{\sigma} = \max_{1 \leq j \leq K} \{ t_e + t_p \}.$$

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί γίνονται με τη παραδοχή μόνιμης και ομοιόμορφης ροής με ελεύθερη επιφάνεια, βάσει των τύπων του Manning για αγωγούς κυκλικής διατομής (Κουτσογιάννης, 1993). Σημειώνεται, ότι στη παρούσα έκδοση του προγράμματος που αναπτύξαμε, υποστηρίζεται υδραυλική επίλυση μόνο κυκλικών διατομών. Η συμπλήρωση του προγράμματος και με άλλους τύπους διατομών είναι δυνατή αλλά ξεφεύγει από τα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η οποία κυρίως εστιάζεται στη γεωγραφική αναπαράσταση των δικτύων ομβρίων και όχι στον υδραυλικό υπολογισμό τους. Έτσι σε πρώτη φάση οι αγωγοί του δικτύου με ωειδή διατομή, προσεγγίστηκαν με κυκλικούς αγωγούς ισοδύναμου εμβαδού διατομής. Η προσεγγιστική αυτή διαδικασία αυτοματοποιήθηκε για το σύνολο του δικτύου μέσω της ρουτίνας `diameter.aml`. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι υδραυλικοί υπολογισμοί, που αποσκοπούν στο προσδιορισμό του ομοιόμορφου βάθους ροής στους αγωγούς και τον έλεγχο των ορίων ταχύτητας, μέγιστης και ελάχιστης, σύμφωνα με τη κωδικοποίηση των μεγεθών αυτών στις Ελληνικές προδιαγραφές (Κουτσογιάννης, 1993).

Έτσι πιο συγκεκριμένα και για κάθε αγωγό που ελέγχεται υπολογίζεται με βάση την ορθολογική μέθοδο η μέγιστη παροχή σχεδιασμού Q . Στη συνέχεια υπολογίζεται η παροχή Q_0 για ολική πλήρωση από τη σχέση

$$Q_0 = \pi / 4^{5/3} 1/n_0 D^{8/3} J^{1/2}$$

και ο λόγος Q/Q_0 . Από τον λόγο αυτό και υιοθετώντας μεταβλητό συντελεστή τραχύτητας με το βάθος ροής, υπολογίζεται με επαναληπτική διαδικασία η τιμή της γωνίας θ , η οποία αντιστοιχεί στο τόξο κύκλου, που ορίζεται από την ελεύθερη επιφάνεια της ροής. Οι τύποι της γενικής επαναληπτικής διαδικασίας για το μεταβλητό συντελεστή πλήρωσης συναρτήσει της γωνίας θ αλλά και για τον υπολογισμό της τελευταίας είναι (Κουστογιάννης, 1993, σελ. 75 - 80)

$$n/n_0 = 1 + 2.31 (\theta/2\pi)^{1.2} (1 - \theta/2\pi)^2 \quad \text{και} \quad \theta = \{\theta + \sin\theta + (2\pi (Q/Q_0)(n/n_0))^{0.60} \theta^{0.40}\} / 2.$$

Με δεδομένη πλέον τη τιμή της γωνίας θ υπολογίζονται τα υδραυλικά μεγέθη του λόγου πληρώσεως της διατομής, η ταχύτητα ροής αλλά και η ελάχιστη τιμή της, που αντιστοιχεί στο 10% της παροχευτικής διατομής από τους τύπους (Κουστογιάννης, 1993, σελ. 75 - 80)

$$y/D = [1 - \cos(\theta/2)] / 2$$

$$V = 1/n (1 - \sin\theta/\theta)^{2/3} (0.25 D)^{2/3} J^{1/2}$$

$$V_0 = 1/n_0 (0.25 D)^{2/3} J^{1/2} \quad \text{και} \quad \min V = 0.54 V_0.$$

5.IV.3 Γενική μεθοδολογία υπολογισμών.

Πριν την αναλυτική περιγραφή των διαδικασιών του υδραυλικού υπολογισμού κρίνεται σκόπιμο να περιγραφεί ο τρόπος με τον οποίο οργανώθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα. Έτσι στον πίνακα χαρακτηριστικών ιδιοτήτων .AAT του γραμμικού θεματικού επιπέδου (NEWSEWERS coverage) που περιέχει αποκλειστικά τους αγωγούς του δικτύου ομβρίων, φυλάσσονται σε ξεχωριστά πεδία οι πληροφορίες σχετικά με τη γεωμετρία των διατομών (διάμετρος D), την κλίση J , το μήκος L , αλλά και την έκταση A , που απορρέει σε κάθε ανάντη φρεάτιο του αγωγού. Ταυτόχρονα στον πίνακα επικόμβιων ιδιοτήτων .NAT του ίδιου θεματικού επιπέδου καταγράφεται (πεδίο TIME) ο χρόνος συρροής σε κάθε φρεάτιο του δικτύου.

Πιο συγκεκριμένα πριν την έναρξη των υπολογισμών κάποιας διαδρομής ελέγχου, οι χρόνοι συρροής είναι για όλα τα φρεάτια μηδενικοί, εκτός από τα πιο ανάντη στα οποία καταλήγουν ιδεατοί αγωγοί που διατηρούν καθόλη τη διαδικασία των υπολογισμών την αρχική τους τιμή των 10 λεπτών. Παράλληλα και τα μεγέθη των αγωγών ομβρίων που καθορίζονται από τους υδραυλικούς υπολογισμούς (όπως

η παροχή Q , οι ταχύτητες, V και V_{min} , και ο λόγος πληρώσεως y / D), πριν τον υπολογισμό οποιασδήποτε διαδρομής έχουν μηδενική τιμή.

Καίριο σημείο στην όλη διαδικασία των υπολογισμών είναι η αξιοποίηση των δυνατοτήτων του μοντέλου της «δυναμικής τμηματοποίησης» γραμμικών στοιχείων (*dynamic-segmentation*). Ορίζεται ένα σύστημα διαδρομών *route-system* με την ονομασία PATH1, καθώς και οι αντίστοιχοι πίνακες .SECPATH1 και .RATPATH1, μέσα στο θεματικό επίπεδο που εμπεριέχει αποκλειστικά τους αγωγούς ομβρίων, ώστε να περιλαμβάνει όλες τις διαδρομές ελέγχου κατά μήκους των αγωγών, που ο χρήστης επιλέγει.

Η διαδρομή ελέγχου καθορίζεται αλληλεπιδραστικά με επιλογή από την οθόνη του φρεατίου αρχής και πέρατος και καταγράφεται ως σύνολο τμημάτων τόξων (*sections*) που ανήκουν στην ίδια διαδρομή (*route*), με τον κωδικό που επιλέγει ο χρήστης. Μετά τον καθορισμό της διαδρομής που θα ελεγχθεί, η ρουτίνα *calculate.aml* διατάσει αυτόματα τους αγωγούς της διαδρομής, στο πεδίο *path1#* του πίνακα .SECPATH1, ως πλήρη τμήματα τόξων (*sections*) από τον πιο ανάντη προς τον πιο κατόντη. Σε αμέσως επόμενο στάδιο το πρόγραμμα εξασφαλίζει αυτόματα και σειριακά, τη σάρωση (*cursor processing*) της διαδρομής ελέγχου στον πίνακα .SECPATH1 και αρχίζει τη διαδικασία των υδρολογικών και υδραυλικών υπολογισμών από τον πιο ανάντη αγωγό προς τον πιο κατόντη. Τα απαραίτητα δεδομένα που αναφέρθηκαν στην αρχική παράγραφο «διαβάζονται» με την βοήθεια των επάλληλων συσχετίσεων (*stacked relates*), που φαίνονται παραστατικά στο σχήμα 5.9. Έτσι με βάση τους τύπους της ενότητας 5.III.2 για τον πρώτο αγωγό υπολογίζονται τα υδρολογικά μεγέθη του χρόνου συρροής, της έντασης βροχής και της παροχής σχεδιασμού ενώ με βάση αυτά τα μεγέθη και τους τύπους του Manning, υπολογίζεται το ομοιόμορφο βάθος ροής και τα μεγέθη ταχύτητας. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται και για τους υπόλοιπους αγωγούς της διαδρομής ελέγχου, χρησιμοποιώντας κάθε φορά τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον αμέσως ανάντη αγωγό. Μετά από κάθε επανάληψη υπολογισμών η ίδια ρουτίνα *calculate.aml* καταχωρεί τα αποτελέσματα που προέκυψαν, στους αντίστοιχους πίνακες. Πιο συγκεκριμένα στον πίνακα .AAT του θεματικού επιπέδου των αγωγών ομβρίων, φυλάσσεται η παροχή σχεδιασμού, Q , που προέκυψε για κάθε ανάντη φρεάτιο, ο λόγος του ομοιόμορφου βάθους ροής σε σχέση με τις διαστάσεις της διατομής, y/D , η μέγιστη, V , και ελάχιστη, V_{min} , ταχύτητα. Παράλληλα στον πίνακα .NAT του ίδιου θεματικού επιπέδου, φυλάσσεται για κάθε θέση που ελέγχεται ο μέγιστος χρόνος συρροής που προέκυψε από τους υπολογισμούς όλων των ανάντη διαδρομών που ο χρήστης επέλεξε.

Η καταγραφή των αποτελεσμάτων στους αντίστοιχους πίνακες χαρακτηριστικών ιδιοτήτων, ανάλογα με τη περίοδο επαναφοράς που εξετάζεται, παρέχει τη δυνατότητα χαρτογραφικής παρουσίασης των ελέγχων επάρκειας των διατομών καταδεικνύοντας έτσι γρήγορα τις περιοχές εκείνες που έχουν υψηλή πιθανότητα αστοχίας μέσα στο δίκτυο.

RELO

NEWSEWERS.SECPATH

ROUTELINK#	..	ARC LINK #	PATH1#
...		...	1
2		125	...
2		47	4
2		114	5
...		...	...

NEWSEWERS.AAT

FNODE#	TNODE#	NESEWERS#	D	...	V
...	...	...			
14	214	114			
25	78	125			
18	436	25			
...	...	...			

NEWSEWERS.NAT

...	NEWSEWERS#	TIME
...	...	...
	114	11.458
	254	12.458
	145	13.145
	14	21.584
..	...	...

REL1

REL2

ΣΧΗΜΑ 5.9: Με τη διαδικασία διαδοχικών συσχετίσεων (stacked relates,) μεταξύ του πεδίου PATH1#, του πίνακα τμημάτων τόξων .SECPATH1, που περιέχει την σειρά των αγωγών από τον πιο ανάντη ως τον πιο κατάντη, και του πεδίου NEWSEWERS#, του πίνακα .AAT, δίνεται πρόσβαση σε κάθε αγωγό στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της διατομής του: τη κλίση και την έκταση έκταση που απορρέει σε κάθε ανάντη φρέατο, πληροφορίες που βρίσκονται στον πίνακα .AAT. Με επόμενο relate με κοινά πεδία τα FNODE# , TNODE# του πίνακα .AAT και NEWSEWERS# του .NAT δίνεται πρόσβαση σε κάθε ανάντη φρέατο στον χρόνο συρροής στο πεδίο TIME.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο:

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΥΠΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

6.1 Σχετικά με τα αποτελέσματα.

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτονται κάποια τυπικά αποτελέσματα από τη συνολική διαδικασία της μελέτης, τα οποία μπορούν να διακριθούν σε δύο βασικές θεματικές ενότητες: α) προσδιορισμός του υδροκρίτη σε κάποιες χαρακτηριστικές θέσεις μέσα στη περιοχή μελέτης και εκτίμηση της έκτασης της λεκάνης απορροής, και β) υπολογισμός υδραυλικών μεγεθών κατά μήκος συγκεκριμένων διαδρομών αγωγών ομβρίων, που επιλέγονται αλληλεπιδραστικά από τον χρήστη.

Ας σημειωθεί, ότι εξ αιτίας του διερευνητικού χαρακτήρα της εργασίας αυτής, ως προς τον ρόλο ενός Σ.Γ.Π. στην αξιολόγηση δικτύων ομβρίων, δεν εξετάστηκε το σύνολο της ανάντη συμβολής της έκτασης που απορρέει στο υπό έλεγχο δίκτυο, αλλά τμήμα μόνο αυτής. Τα αποτελέσματα που παραθέτονται επομένως δεν έχουν απόλυτη φυσική σημασία και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων ως προς την επάρκεια του συγκεκριμένου δικτύου.

Βασικό πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών, είναι η γραφική παρουσίαση των αποτελεσμάτων υπό τη μορφή χαρτογραφικών απεικονήσεων. Παράλληλα, οι περιγραφικές αριθμητικές πληροφορίες, που ερμηνεύουν τις χαρτογραφικές απεικονήσεις φυλλάσσονται σε κατάλληλους πίνακες της βάσης info του συστήματος ή σε άλλες περιπτώσεις σε εξωτερικές βάσεις δεδομένων.

6.2 Αυτοματοποίηση - Διαμόρφωση περιβάλλοντος χρήστη.

Για τη διαμόρφωση προσωπικού περιβάλλοντος εργασίας, που συμβάλλει στην αυτοματοποίηση της συνολικής μελέτης και στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων, κατασκευάστηκαν δύο *form menu interfaces* με τη βοήθεια της γλώσσας *aml* του συστήματος. Η αρχιτεκτονική των *menu* αυτών είναι ανοικτή ως προς την τελική μορφή που θα έχουν, ανάλογα με τη λειτουργία που υποστηρίζουν. Οι σημαντικότερες δυνατότητες, που τα διαφοροποιούν από τις άλλες μορφές *menu* (όπως για παράδειγμα *pulldown menu*) που επίσης υποστηρίζονται από το λογισμικό του συστήματος, είναι η εισαγωγή «πλήκτρων» και διάφορων άλλων εξειδικευμένων πεδίων, στις θέσεις που ο χρήστης επιθυμεί μέσα στο *menu*. Η ενεργοποίηση των πλήκτρων και των πεδίων αυτών, εκτελεί κάποια ρουτίνα ή εντολή του συστήματος. Βασικό στοιχείο της φιλοσοφία κατασκευής των *form menus*, είναι η επικοινωνία με παραμέτρους και μεταβλητές (καθολικής επιρροής- *global variables*) που χρησιμοποιούνται σε προγράμματα της γλώσσας *aml* που ενεργοποιούνται από το *menu*.

Έτσι ο προσδιορισμός του υδροκρίτη, αλλά και της έκτασης που απορρέει σε κάθε κόμβο του δικτύου, γίνεται μέσω του βασικού menu συνοπτικών εργασιών, που ενεργοποιείται από το περιβάλλον Arcplot. Ας σημειωθεί ότι οι εντολές που ενεργοποιούνται από αυτό ανατρέχουν στον πίνακα ALLOCATE.CEN, της βάσης δεδομένων του συστήματος info, στον οποίο φυλάσσονται τα αριθμητικά αποτελέσματα από το μοντέλο καταμερισμού, διαβάζουν την ζητούμενη καταχώρηση και την εμφανίζουν σε κατάλληλο πεδίο μέσα στο menu. Κατά τη διαδικασία αυτή, δηλαδή δεν πραγματοποιούνται αριθμητικοί υπολογισμοί αλλά ενεργοποιούνται διαδικασίες ανάκλησης δεδομένων που βρίσκονται καταχωρημένα στους αντίστοιχους πίνακες. Οι βασικές λειτουργίες που επιτυγχάνονται μέσω αυτού του menu, είναι η παρουσίαση των θεματικών επιπέδων με τη χαρτογραφική συμβολολογία που ο χρήστης επιλέγει, αλλά και η εκτίμηση του υδροκρίτη, αριθμητικά και γεωγραφικά, σε κάθε κόμβο του συνολικού δικτύου ιδεατών και αγωγών ομβρίων. Με την επιλογή ενός κόμβου από την οθόνη, εμφανίζεται η ανάντη συμβολή αξόνων δρόμων ως διαδρομή (*route*), που απορρέει στην υπό έλεγχο θέση. Η χαρτογραφική απεικόνιση, γίνεται με σύμβολα που προεπιλέγει ο χρήστης από το ίδιο menu και παράλληλα παρέχεται η δυνατότητα της παρουσίασης του συνόλου της ανάντη περιοχής, που απορρέει στο σημείο αυτό, ως τμήματα από τα οικοδομικά τετράγωνα που συμπεριλαμβάνει.

Ένα δεύτερο menu που ενεργοποιείται από το βασικό, ελέγχει τις διαδικασίες υδραυλικών υπολογισμών. Ο χρήστης έχει οπτική εποπτεία του δικτύου αγωγών ομβρίων και στη συνέχεια επιλέγει από την οθόνη το φρεάτιο αρχής και τέλους της διαδρομής που θέλει να μελετήσει. Έτσι για κάθε πιθανή διαδρομή ελέγχου, διατάσσονται οι αγωγοί με σειρά από τους πιο ανάντη προς τους πιο κατάντη και εκτελούνται οι υδρολογικοί και υδραυλικοί υπολογισμοί με τις διαδικασίες που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Σε αυτή την περίπτωση πραγματοποιούνται οι απαραίτητοι υπολογισμοί και τα αποτελέσματα καταγράφονται σε συγκεκριμένους πίνακες.

Πιο συγκεκριμένα, για κάθε αγωγό που υπολογίζεται, καταγράφεται στον πίνακα NEWSEWERS.AAT η παροχή σχεδιασμού Q , το ποσοστό πληρώσεως y/D , η ταχύτητα ροής V , και η ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 10% της πατοχετευτικότητας, V_{min} . Ταυτόχρονα, στον πίνακα NEWSEWERS.NAT καταγράφεται η μέγιστη τιμή του χρόνου συρροής κάθε φρεατίου, στο οποίο συμβάλουν περισσότεροι του ενός κλάδοι του δικτύου. Ας σημειωθεί ότι για όλους τους αγωγούς του δικτύου πριν τη μελέτη κάποιας πιθανής διαδρομής όλα τα μεγέθη υπολογισμών έχουν μηδενική τιμή.

Σε στάδιο γραφικής παρουσίασης των ελέγχων επάρκειας των διατομών που ελέγχονται, απεικονίζονται με διαφορετικό χρώμα οι αγωγοί εκείνοι για τους οποίους προκύπτουν μεγέθη μεγαλύτερα από αυτά που ορίζουν οι Ελληνικές Προδιαγραφές (Κουτσογιάννης, 1993).

6.3 Παράδειγμα εφαρμογής.

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται ένα παράδειγμα εφαρμογής του συνόλου των υπολογιστικών ρουτινών για τέσσερις διαδρομές κατά μήκος του δικτύου ομβρίων. Οι διαδρομές αυτές επιλέχθηκαν, ώστε να είναι όσο το δυνατόν πιο διαφανείς ο τρόπος με τον οποίο γίνονται οι υπολογισμοί και καταχωρούνται τα σχετικά αποτελέσματα. Έτσι κρίθηκε σκόπιμο να επιλεγθούν οι διαδρομές αυτές με κριτήρια α) το μέγιστο δυνατό πλήθος αγωγών που συμπεριλαμβάνουν, β) να έχουν κοινό σημείο κατάληξης, ώστε να καταδειχτεί ο τρόπος αποθήκευσης της μέγιστης τιμής χρόνου συρροής και γ) να είναι προφανής η έκταση της λεκάνης που απορρέει σε χαρακτηριστικές θέσεις.

Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται α) οι υδροκρίτες σε χαρακτηριστικές θέσεις του συνόλου των διαδρομών, β) τα αποτελέσματα από υδρολογικούς και υδραυλικούς υπολογισμούς. Η παρουσίαση αναλυτικά των αποτελεσμάτων γίνεται σε πίνακες που ανταποκρίνονται σε κάποιες χαρτογραφικές απεικονίσεις.

Πριν αναφερθούμε λεπτομερέστερα στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων, διευκρινίζεται, ότι για το μοντέλο καταμερισμού χρησιμοποιήθηκε το θεματικό επίπεδο με την ονομασία MESOLINES, στο οποίο περιέχεται το σύνολο των ιδεατών και υπαρκτών αγωγών, ενώ η εκτέλεση των υδραυλικών υπολογισμών, βασίστηκε στο θεματικό επίπεδο με την ονομασία NEWSEWERS, που περιέχει αποκλειστικά με τους αγωγούς ομβρίων. Παρ' όλο που ο κωδικός χρήστη για τους αγωγούς είναι κοινός και για τα δύο θεματικά επίπεδα δεν ισχύει το ίδιο και για τους κωδικούς χρήστη των κόμβων. Αυτή η διευκρίνηση γίνεται ώστε να μην αντιπαρατεθούν τα αποτελέσματα από το μοντέλο καταμερισμού στον πίνακα 6.1 με τους χάρτες 6.1, 6.2 και 6.3, αλλά με τον χάρτη 6.12 που όπως διευκρινίζεται στη συνέχεια συντάχθηκε για την ερμηνεία του πίνακα 6.1.

Σχετικά με τα αποτελέσματα:

α) **Υδροκρίτες:** Στο χάρτη 6.1 φαίνεται η έκταση από τη συνολική περιοχή μελέτης, η οποία απορρέει στα πίο ανάντη φρεάτια της διαδρομής, που θα μελετηθεί υδραυλικά στη συνέχεια. Τα φρεάτια αυτά είναι τα 45, 55, 56 και 73, αλλά κρίθηκε σκόπιμο να παρουσιαστεί και η έκταση που απορρέει και στο φρεάτιο 30, ώστε να είναι εμφανής ο διαχωρισμός μεταξύ γειτονικών εκτάσεων απορροής. Στους χάρτες 6.2 και 6.3 παρουσιάζεται η μεταβολή στην έκταση που απορρέει σε κάθε φρεάτιο, όσο κινούμαστε κατάντη στη διαδρομή μελέτης. Ας σημειωθεί, ότι οι κωδικοί αρίθμησης των κόμβων στους χάρτες αυτούς, είναι οι κωδικοί των φρεατίων στο θεματικό επίπεδο των αγωγών ομβρίων (NEWSEWERS.NAT). Έτσι ο αναγνώστης δεν μπορεί να αναφερθεί ταυτόχρονα, στον πίνακα 6.1 στον οποίο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από το

μοντέλο καταμερισμού για το σύνολο της περιοχής μελέτης. Στον πίνακα αυτό ο αριθμός χρήστη κάθε κόμβου βρίσκεται στο πεδίο MESOLINES-ID ενώ στο πεδίο ALLOC-AREA φυλάσσεται το εμβαδόν, σε m^2 της έκτασης που απορρέει σε κάθε κόμβο. Για να υπάρχει οπτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων του πίνακα συντάχθηκε ξεχωριστός χάρτης, 6.12, στον οποίο αναγράφεται η κωδική ονομασία του κάθε κόμβου όπως αυτός καταχωρείται στον πίνακα 6.1.

β) Υδραυλικά μεγέθη: Στον χάρτη 6.4 παρουσιάζονται οι τέσσερις διαδρομές για τις οποίες θα γίνουν υδραυλικοί υπολογισμοί, ενώ στον πίνακα 6.2 αναγράφονται οι αρχικές τιμές των υδραυλικών μεγεθών της παροχής Q , ταχυτήτων V και V_{min} , και λόγου πληρώσεως y / D πριν τους υπολογισμούς. Πριν την έναρξη οποιασδήποτε υπολογιστικής διαδικασίας η τιμή των μεγεθών αυτή θεωρείται μηδενική.

Στους χάρτες 6.5, 6.6 και 6.7 παρουσιάζονται κάθε φορά και από μια διαδρομή αγωγών που μελετήθηκε. Ταυτόχρονα αναγράφονται και οι κωδικοί αρίθμησης των αγωγών αυτών ώστε να είναι δυνατή η αντιστοιχία με τα υδραυλικά μεγέθη που παρουσιάζονται στους πίνακες 6.3, 6.4, 6.5 και 6.6. Στους πίνακες αυτούς καταγράφονται τα υδραυλικά μεγέθη για κάθε νέα διαδρομή αγωγών που υπολογίζεται υδραυλικά. Έτσι χαρακτηριστικά, για τους αγωγούς με κωδική ονομασία 241 και 247 που συμμετέχουν και στις τέσσερις διαδρομές μελέτης, καταχωρούνται κάθε φορά τα νέα αποτελέσματα. Τέλος για τη διαδρομή μελέτης 45 - 115 κατασκευάστηκαν τα στατιστικά ιστογράμματα της μεταβολής της παροχής, ταχύτητας και λόγου πληρώσεως κατά μήκους της διαδρομής.

Παράλληλα στο χάρτη 6.9, παρουσιάζονται οι χρόνοι συρροής του συνόλου των φρεατίων του δικτύου πριν την έναρξη οποιουδήποτε υπολογισμού. Οι χρόνοι συρροής θεωρούνται παντού μηδενικοί, εκτός από τα πιο ανάντη φρεάτια στα οποία και διατηρείται η τιμή των 10' και μετά το πέρας των υπολογισμών. Στον χάρτη 6.10 παρουσιάζονται οι χρόνοι συρροής μετά τον υπολογισμό των διαδρομών 45 - 115 και 55 - 115, ενώ στον χάρτη 6.11, παρουσιάζονται οι χρόνοι συρροής μετά και τον υπολογισμό της διαδρομής 56 - 115. Από τους δύο αυτούς χάρτες, παρατηρείται η μεταβολή στους χρόνους συρροής στα φρεάτια που συμβάλουν διαφορετικές διαδρομές. Πιο συγκεκριμένα στους κόμβους με κωδικό 100 και 115 φαίνεται ότι το σύστημα αποθηκεύει στον πίνακα NEWSEWERS.NAT τη μέγιστη τιμή του χρόνου συρροής σε κάθε θέση που ελέγχεται.

Πίνακας 6.1 Τα αποτελέσματα της ρουτίνας καταμερισμού allocate.aml

MESOLINES-ID	ROUTE-ID	MAX-IMP	CAPACITY	ALLOC-AREA	ALLOC-IMP
1	1	9500	12500000	60142	270.27
2	2	9500	12500000	0	0.00
3	3	9500	12500000	4980	40.00
4	4	9500	12500000	0	0.00
5	5	9500	12500000	58842	270.27
6	6	9500	12500000	16560	36.89
7	7	9500	12500000	8986	24.15
8	8	9500	12500000	9054	14.56
9	9	9500	12500000	12926	909.09
10	10	9500	12500000	6496	40.00
11	11	9500	12500000	0	0.00
12	12	9500	12500000	50046	270.27
13	13	9500	12500000	56542	270.27
14	14	9500	12500000	50046	270.27
15	15	9500	12500000	56542	270.27
16	16	9500	12500000	42994	270.27
17	17	9500	12500000	16580	49.74
18	18	9500	12500000	11942	49.74
19	19	9500	12500000	11942	27.86
20	20	9500	12500000	0	0.00
21	21	9500	12500000	0	0.00
22	22	9500	12500000	20342	30.84
23	23	9500	12500000	25062	918.90
24	24	9500	12500000	0	0.00
25	25	9500	12500000	2736	0.00
26	26	9500	12500000	69546	176.53
27	27	9500	12500000	70866	176.53
28	28	9500	12500000	70866	176.53
29	29	9500	12500000	2732	18.32
30	30	9500	12500000	72918	176.53
31	31	9500	12500000	72918	176.53
32	32	9500	12500000	11544	169.49
33	33	9500	12500000	9094	161.29
34	34	9500	12500000	77182	176.53
35	35	9500	12500000	81090	176.53
36	36	9500	12500000	0	40.16
37	37	9500	12500000	24042	51.72
38	38	9500	12500000	8194	23.92
39	39	9500	12500000	24042	67.03
40	40	9500	12500000	69546	176.53
41	41	9500	12500000	38012	934.70
42	42	9500	12500000	0	0.00
43	43	9500	12500000	67564	176.53
44	44	9500	12500000	5562	0.00
45	45	9500	12500000	64592	176.53
46	46	9500	12500000	61990	176.53
47	47	9500	12500000	60432	176.53
48	48	9500	12500000	47086	166.56
49	49	9500	12500000	0	22.42
50	50	9500	12500000	44818	166.56
51	51	9500	12500000	42076	166.56
52	52	9500	12500000	16270	144.14

MESOLINES-ID	ROUTE-ID	MAX-IMP	CAPACITY	ALLOC-AREA	ALLOC-IMP
53	53	9500	12500000	15364	67.86
54	54	9500	12500000	5386	46.41
55	55	9500	12500000	16270	94.39
56	56	9500	12500000	47200	954.99
57	57	9500	12500000	3574	27.10
58	58	9500	12500000	4040	19.19
59	59	9500	12500000	0	0.00
60	60	9500	12500000	8914	0.00
61	61	9500	12500000	89750	176.53
62	62	9500	12500000	48754	207.16
63	63	9500	12500000	59530	207.16
64	64	9500	12500000	7720	64.94
65	65	9500	12500000	12834	0.00
66	66	9500	12500000	42228	207.16
67	67	9500	12500000	92208	176.53
68	68	9500	12500000	99464	176.53
69	69	9500	12500000	13618	0.00
70	70	9500	12500000	66252	207.16
71	71	9500	12500000	20386	101.79
72	72	9500	12500000	6174	31.65
73	73	9500	12500000	34268	155.55
74	74	9500	12500000	13618	0.00
75	75	9500	12500000	39144	207.16
76	76	9500	12500000	39144	185.19
77	77	9500	12500000	8740	62.32
78	78	9500	12500000	8428	86.96
79	79	9500	12500000	94366	1001.70
80	80	9500	12500000	83466	979.86
81	81	9500	12500000	4268	34.13
82	82	9500	12500000	23448	67.02
83	83	9500	12500000	0	27.10
84	84	9500	12500000	10736	54.35
85	85	9500	12500000	0	0.00
86	86	9500	12500000	16128	0.00
87	87	9500	12500000	101400	1336.96
88	88	9500	12500000	3520	48.79
89	89	9500	12500000	3520	79.94
90	90	9500	12500000	19316	0.00
91	91	9500	12500000	24008	86.96
92	92	9500	12500000	0	44.05
93	93	9500	12500000	7924	79.94
94	94	9500	12500000	211944	1336.96
95	95	9500	12500000	10618	192.31
96	96	9500	12500000	20288	0.00
97	97	9500	12500000	12818	79.94
98	98	9500	12500000	236954	1336.96
99	99	9500	12500000	163758	1054.19
100	100	9500	12500000	163758	1054.19
101	101	9500	12500000	155468	1054.19
102	102	9500	12500000	0	0.00
103	103	9500	12500000	145668	1054.19
104	104	9500	12500000	175832	1054.19
105	105	9500	12500000	145668	1028.87
106	106	9500	12500000	236954	1336.96

MESOLINES-ID	ROUTE-ID	MAX-IMP	CAPACITY	ALLOC-AREA	ALLOC-IMP
107	107	9500	12500000	39562	56.63
108	108	9500	12500000	17590	79.94
109	109	9500	12500000	26378	42.76
110	110	9500	12500000	0	0.00
111	111	9500	12500000	13236	24.94
112	112	9500	12500000	0	0.00
113	113	9500	12500000	176990	1054.19
114	114	9500	12500000	19468	79.94
115	115	9500	12500000	19468	79.94
116	116	9500	12500000	10652	56.50
117	117	9500	12500000	952	0.00
118	118	9500	12500000	241372	1336.96
119	119	9500	12500000	20836	79.94
120	120	9500	12500000	10652	56.50
121	121	9500	12500000	183386	1054.19
122	122	9500	12500000	952	0.00
123	123	9500	12500000	23610	79.94
124	124	9500	12500000	188540	1054.19
125	125	9500	12500000	15774	454.55
126	126	9500	12500000	11094	64.10
127	127	9500	12500000	26754	79.94
128	128	9500	12500000	32378	188.68
129	129	9500	12500000	18268	454.55
130	130	9500	12500000	3160	0.00
131	131	9500	12500000	192468	1054.19
132	132	9500	12500000	198534	1054.19
133	133	9500	12500000	33544	188.68
134	134	9500	12500000	7238	32.79
135	135	9500	12500000	200010	1054.19
136	136	9500	12500000	23976	454.55
137	137	9500	12500000	50630	188.68
138	138	9500	12500000	5718	0.00
139	139	9500	12500000	204300	1054.19
140	140	9500	12500000	44554	75.86
141	141	9500	12500000	30466	58.79
142	142	9500	12500000	29756	454.55
143	143	9500	12500000	16364	44.44
144	144	9500	12500000	50328	366.10
145	145	9500	12500000	0	0.00
146	146	9500	12500000	205620	1054.19
147	147	9500	12500000	50328	344.83
148	148	9500	12500000	5718	0.00
149	149	9500	12500000	31846	454.55
150	150	9500	12500000	38026	454.55
151	151	9500	12500000	207568	1054.19
152	152	9500	12500000	12490	0.00
153	153	9500	12500000	848	260.36
154	154	9500	12500000	39100	454.55
155	155	9500	12500000	59738	381.80
156	156	9500	12500000	0	111.11
157	157	9500	12500000	211682	1054.19
158	158	9500	12500000	13420	0.00
159	159	9500	12500000	43326	454.55
160	160	9500	12500000	214552	1054.19

MESOLINES-ID	ROUTE-ID	MAX-IMP	CAPACITY	ALLOC-AREA	ALLOC-IMP
161	161	9500	12500000	215666	1054.19
162	162	9500	12500000	0	0.00
163	163	9500	12500000	14964	0.00
164	164	9500	12500000	270844	1054.19
165	165	9500	12500000	51948	454.55
166	166	9500	12500000	51948	454.55
167	167	9500	12500000	79310	397.48
168	168	9500	12500000	21716	0.00
169	169	9500	12500000	2834	19.72
170	170	9500	12500000	9808	22.08
171	171	9500	12500000	54976	454.55
172	172	9500	12500000	12404	56.82
173	173	9500	12500000	21716	0.00
174	174	9500	12500000	9488	161.81
175	175	9500	12500000	61838	454.55
176	176	9500	12500000	6450	85.47
177	177	9500	12500000	25326	0.00
178	178	9500	12500000	33840	379.40
179	179	9500	12500000	92902	421.40
180	180	9500	12500000	0	0.00
181	181	9500	12500000	99098	447.11
182	182	9500	12500000	17172	312.50
183	183	9500	12500000	66642	454.55
184	184	9500	12500000	26250	0.00
185	185	9500	12500000	66642	454.55
186	186	9500	12500000	99098	447.11
187	187	9500	12500000	7172	285.71
188	188	9500	12500000	66642	454.55
189	189	9500	12500000	7172	306.42
190	190	9500	12500000	343746	1054.19
191	191	9500	12500000	0	0.00
192	192	9500	12500000	102988	447.11
193	193	9500	12500000	350033	1054.19
194	194	9500	12500000	9306	306.42
195	195	9500	12500000	105976	447.11
196	196	9500	12500000	23896	330.17
197	197	9500	12500000	0	0.00
198	198	9500	12500000	29378	0.00
199	199	9500	12500000	23896	1239.26
200	200	9500	12500000	12620	306.42
201	201	9500	12500000	115064	447.11
202	202	9500	12500000	0	0.00
203	203	9500	12500000	117245	447.11
204	204	9500	12500000	22690	306.42
205	205	9500	12500000	0	0.00
206	206	9500	12500000	29550	1239.26
207	207	9500	12500000	49452	397.00
208	208	9500	12500000	30434	1239.26
209	209	9500	12500000	38034	103.09
210	210	9500	12500000	38034	103.09
211	211	9500	12500000	354503	1054.19
212	212	9500	12500000	119737	447.11
213	213	9500	12500000	3228	8.79
214	214	9500	12500000	2886	0.00

Πίνακας 6.2: Ο πίνακας newsewers.AAT πριν την έναρξη των υπολογισμών.

NEWSEWERS-ID	LENGTH	SLOPE	DIAMETER	AREA	V	Y/D	Vmin	Q
100	26.29	0.0113	1.10	58842	0	0	0	0
101	39.58	0.0103	1.10	56542	0	0	0	0
102	32.96	0.0270	0.80	4980	0	0	0	0
104	118.37	0.0426	0.80	42994	0	0	0	0
105	50.24	0.0217	0.30	0	0	0	0	0
106	71.88	0.0137	0.80	0	0	0	0	0
109	28.18	0.0300	0.70	69546	0	0	0	0
110	21.14	0.0600	0.70	70866	0	0	0	0
111	19.48	0.0210	0.70	72918	0	0	0	0
112	57.43	0.0117	0.40	5562	0	0	0	0
114	66.85	0.0143	0.40	8914	0	0	0	0
115	127.30	0.0124	1.00	77182	0	0	0	0
116	58.82	0.0129	0.40	2736	0	0	0	0
117	48.30	0.0270	0.70	67564	0	0	0	0
118	47.26	0.0240	0.70	64592	0	0	0	0
119	33.56	0.0380	0.60	61990	0	0	0	0
121	37.96	0.0390	0.60	60432	0	0	0	0
122	56.58	0.0450	0.60	47086	0	0	0	0
123	35.35	0.0450	0.60	44818	0	0	0	0
125	87.76	0.0524	0.80	16580	0	0	0	0
126	84.45	0.0462	0.80	11942	0	0	0	0
149	71.60	0.0430	0.60	42076	0	0	0	0
166	52.95	0.0118	1.00	89750	0	0	0	0
167	50.27	0.0132	0.40	12834	0	0	0	0
169	52.60	0.0127	0.40	13618	0	0	0	0
170	87.86	0.0400	0.80	66252	0	0	0	0
172	65.19	0.0130	0.40	16128	0	0	0	0
174	109.76	0.0400	0.80	101400	0	0	0	0
175	180.52	0.0074	1.00	92208	0	0	0	0
178	62.18	0.0230	0.80	0	0	0	0	0
179	49.80	0.0140	0.40	19316	0	0	0	0
180	49.75	0.0333	0.30	0	0	0	0	0
182	79.44	0.0230	0.80	42228	0	0	0	0
183	82.44	0.0380	0.80	48754	0	0	0	0
184	55.40	0.0210	0.80	39144	0	0	0	0
186	73.29	0.0384	0.90	236954	0	0	0	0
191	40.34	0.0420	0.50	23610	0	0	0	0
192	52.88	0.0269	0.30	952	0	0	0	0
194	51.29	0.0420	0.50	26754	0	0	0	0
195	52.05	0.0750	0.50	33544	0	0	0	0
196	106.32	0.0221	0.80	10652	0	0	0	0
197	50.70	0.0319	0.40	3160	0	0	0	0
198	57.77	0.0410	0.40	3520	0	0	0	0
200	44.18	0.0440	0.40	7924	0	0	0	0
201	43.62	0.0390	0.40	12818	0	0	0	0
202	48.66	0.0450	0.40	17590	0	0	0	0
203	30.80	0.0330	0.40	19468	0	0	0	0
204	29.26	0.0520	0.50	20836	0	0	0	0
224	45.97	0.0350	0.60	145668	0	0	0	0
225	65.19	0.0370	0.70	176990	0	0	0	0
226	44.44	0.0486	0.70	183386	0	0	0	0
227	50.55	0.0350	0.70	163758	0	0	0	0

NEWSEWERS-ID	LENGTH	SLOPE	DIAMETER	AREA	V	Y/D	Vmin	Q
230	58.28	0.0439	0.70	188540	0	0	0	0
231	47.15	0.0418	0.70	192468	0	0	0	0
232	42.33	0.0415	0.70	200010	0	0	0	0
233	52.38	0.0422	0.70	23976	0	0	0	0
234	40.21	0.0473	0.70	29756	0	0	0	0
235	55.93	0.0319	0.40	5718	0	0	0	0
237	20.29	0.0321	0.40	12490	0	0	0	0
238	34.23	0.0360	0.70	211682	0	0	0	0
239	17.84	0.0522	0.70	214552	0	0	0	0
240	36.09	0.0319	0.40	13420	0	0	0	0
241	117.40	0.0345	0.80	50630	0	0	0	0
242	54.31	0.0319	0.50	14964	0	0	0	0
244	30.89	0.0321	0.60	21716	0	0	0	0
246	22.46	0.0705	0.80	25326	0	0	0	0
247	126.21	0.0334	0.80	270844	0	0	0	0
248	59.35	0.0311	0.90	26250	0	0	0	0
250	53.96	0.0401	0.70	18268	0	0	0	0
251	38.08	0.0388	0.70	204300	0	0	0	0
254	45.49	0.0299	0.70	205620	0	0	0	0
256	37.79	0.0382	0.70	207568	0	0	0	0
257	44.40	0.0358	0.70	39100	0	0	0	0
258	45.31	0.0248	0.70	43326	0	0	0	0
261	56.92	0.0395	0.70	51948	0	0	0	0
262	59.63	0.0446	0.70	54976	0	0	0	0
264	58.01	0.0415	0.70	61838	0	0	0	0
282	50.30	0.0377	0.70	15774	0	0	0	0
284	37.23	0.0304	0.70	99098	0	0	0	0
285	36.45	0.0450	0.70	102988	0	0	0	0
286	33.37	0.0420	0.70	105976	0	0	0	0
287	58.56	0.0180	0.60	23896	0	0	0	0
289	53.41	0.0178	0.90	29378	0	0	0	0
295	58.42	0.0163	0.90	38034	0	0	0	0
296	59.76	0.0150	0.80	119737.2	0	0	0	0
297	60.49	0.0036	0.90	40948	0	0	0	0
299	57.37	0.0150	0.80	126201.2	0	0	0	0
300	77.78	0.0290	0.90	252922.8	0	0	0	0
301	25.35	0.0090	0.90	257498.8	0	0	0	0
302	126.45	0.0152	1.30	354502.8	0	0	0	0
304	112.77	0.0330	0.80	116377.6	0	0	0	0
307	31.54	0.0027	1.80	620027.6	0	0	0	0
308	45.67	0.0184	0.90	42514	0	0	0	0
310	38.71	0.0240	0.60	30434	0	0	0	0
313	119.58	0.0150	0.80	96353.6	0	0	0	0
321	31.95	0.0210	1.40	5976.4	0	0	0	0
323	33.39	0.0630	0.70	26450	0	0	0	0
326	33.61	0.0208	1.30	7172	0	0	0	0
327	52.71	0.0690	1.30	9306	0	0	0	0
330	166.39	0.0540	1.30	12620	0	0	0	0
331	132.81	0.0490	1.30	2274.4	0	0	0	0
332	42.98	0.0560	0.60	15352	0	0	0	0
334	46.87	0.0500	0.60	11294	0	0	0	0
335	54.01	0.0470	0.70	23642	0	0	0	0
336	49.60	0.0380	0.70	18250	0	0	0	0
338	51.54	0.0260	0.40	0	0	0	0	0

NEWSEWERS-ID	LENGTH	SLOPE	DIAMETER	AREA	V	Y/D	Vmin	Q
339	44.85	0.0300	0.40	2886	0	0	0	0
340	45.42	0.0330	0.40	4658	0	0	0	0
341	36.91	0.0460	0.60	8990	0	0	0	0
342	26.75	0.0440	0.60	6034	0	0	0	0
344	24.40	0.0420	0.60	7972	0	0	0	0
1001	25.07	0.0327	1.10	56542	0	0	0	0
1002	21.80	0.0329	0.90	6496	0	0	0	0
1003	5.87	0.1350	1.10	50046	0	0	0	0
1004	13.19	0.0390	0.80	50046	0	0	0	0
1005	18.17	0.0280	0.70	72918	0	0	0	0
1006	8.68	0.0600	0.70	70866	0	0	0	0
1007	51.07	0.0270	0.70	69546	0	0	0	0
1025	32.08	0.0400	0.80	211944	0	0	0	0
1027	26.17	0.0400	0.80	236954	0	0	0	0
1032	1.21	0.0350	0.70	163758	0	0	0	0
1038	13.98	0.0500	0.70	215666	0	0	0	0
1042	14.32	0.0540	0.70	66642	0	0	0	0
1043	11.42	0.0410	0.70	66642	0	0	0	0
1044	15.88	0.0320	0.70	66642	0	0	0	0
1045	98.13	0.0272	0.80	343746	0	0	0	0
1046	38.18	0.0241	0.70	31846	0	0	0	0
1050	17.93	0.0190	1.30	0	0	0	0	0
1052	21.53	0.0427	0.70	99098	0	0	0	0
1053	50.80	0.0390	0.70	115064	0	0	0	0
1056	9.82	0.0660	0.80	122933.6	0	0	0	0
1057	4.54	0.0180	1.00	258468.8	0	0	0	0
1062	41.88	0.0430	0.70	26450	0	0	0	0
1066	22.08	0.0700	0.50	0	0	0	0	0

Πίνακας 6.3 : Πίνακας newsewers.AAT μετά τον υπολογισμό της διαδρομής 55 -115

NEWSEWERS-ID	LENGTH	SLOPE	DIAMETER	AREA	V	Y/D	Vmin	Q
196	106.32	0.028	0.7	72918	1.894	0.244	1.885	137.80
241	117.40	0.023	0.8	42228	1.482	0.159	1.867	76.51
247	126.21	0.009	0.9	257498.8	1.715	0.425	1.263	441.27
178	62.18	0.027	0.8	4980	0.887	0.056	2.023	9.96

Πίνακας 6.4: Πίνακας newsewers.AAT μετά τον υπολογισμό της διαδρομής 45 -115

NEWSEWERS-ID	LENGTH	SLOPE	DIAMETER	AREA	V	Y/D	Vmin	Q
178	62.178	0.027	0.8	4980	0.887	0.056	2.023	9.96
191	40.336	0.0132	0.4	12834	0.914	0.253	0.891	22.85
194	51.289	0.0395	0.7	51948	1.902	0.18	2.239	89.7
195	52.046	0.135	1.1	50046	2.814	0.072	5.594	84.85
196	106.324	0.028	0.7	72918	1.894	0.244	1.885	137.8
198	57.765	0.041	0.7	66642	2.152	0.218	2.281	133.23
200	44.181	0.0415	0.7	200010	2.928	0.379	2.295	391.14
201	43.618	0.036	0.7	211682	2.819	0.403	2.137	408.98
202	48.655	0.0221	0.8	10652	1.009	0.084	1.83	20.33
203	30.797	0.0319	0.4	13420	1.283	0.211	1.385	24.69
204	29.259	0.0321	0.6	21716	1.418	0.154	1.821	39.25
241	117.396	0.023	0.8	42228	1.45	0.153	1.867	70.73
247	126.213	0.009	0.9	257498.8	1.678	0.408	1.263	409.7

Πίνακας 6.5 : Πίνακας newsewers.AAT μετά τον υπολογισμό της διαδρομής 56 -115

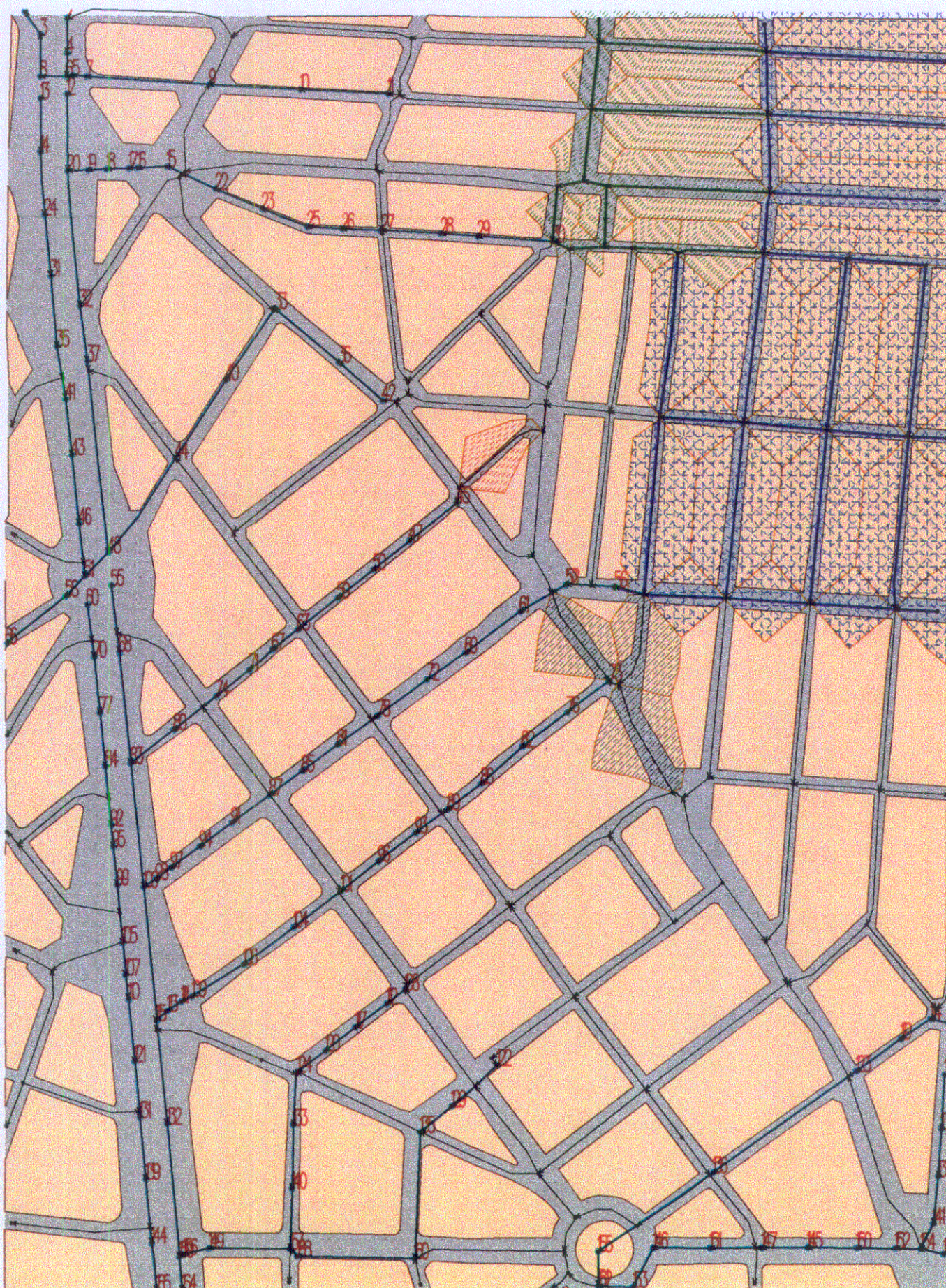
NEWSEWERS-ID	LENGTH	SLOPE	DIAMETER	AREA	V	Y/D	Vmin	Q
178	62.18	0.027	0.8	4980	0.887	0.056	2.023	9.96
191	40.34	0.0132	0.4	12834	0.914	0.253	0.891	22.85
194	51.29	0.0395	0.7	51948	1.902	0.180	2.239	89.70
195	52.05	0.135	1.1	50046	2.814	0.072	5.594	84.85
196	106.32	0.028	0.7	72918	1.894	0.244	1.885	137.80
198	57.77	0.041	0.7	66642	2.152	0.218	2.281	133.23
200	44.18	0.0415	0.7	200010	2.928	0.379	2.295	391.14
201	43.62	0.036	0.7	211682	2.819	0.403	2.137	408.98
202	48.66	0.0221	0.8	10652	1.009	0.084	1.830	20.33
203	30.80	0.0319	0.4	13420	1.283	0.211	1.385	24.69
204	29.26	0.0321	0.6	21716	1.418	0.154	1.821	39.25
224	45.97	0.0327	1.1	56542	1.830	0.116	2.753	113.04
225	65.19	0.043	0.6	42076	1.915	0.203	2.108	78.93
226	44.44	0.0118	1	89750	1.416	0.205	1.552	164.10
227	50.55	0.0127	0.4	13618	0.941	0.277	0.874	26.65
230	58.26	0.039	0.8	50046	1.872	0.151	2.431	89.44
231	47.15	0.015	0.8	119737.2	1.683	0.296	1.508	209.34
238	34.23	0.0074	1	92208	1.167	0.220	1.229	149.77
239	17.84	0.06	0.7	70866	2.358	0.182	2.759	113.03
241	117.40	0.023	0.8	42228	1.450	0.153	1.867	70.73
247	126.21	0.009	0.9	257498.8	1.677	0.408	1.263	408.80
251	38.08	0.0299	0.7	205620	2.528	0.391	1.948	352.65
254	45.49	0.05	0.6	11294	1.362	0.097	2.273	19.17
256	37.79	0.044	0.6	6034	1.085	0.073	2.132	10.02
1032	1.21	0.0462	0.8	11942	1.368	0.075	2.646	23.39

Πίνακας 6.6 : Πίνακας newsewers.AAT μετά τον υπολογισμό της διαδρομής 73 -115

NEWSEWERS-ID	LENGTH	SLOPE	DIAMETER	AREA	V	Y/D	Vmin	Q
178	62.18	0.027	0.8	4980	0.887	0.056	2.023	9.96
191	40.34	0.013	0.4	12834	0.914	0.253	0.891	22.85
194	51.29	0.040	0.7	51948	1.902	0.180	2.239	89.70
195	52.05	0.135	1.1	50046	2.814	0.072	5.594	84.85
196	106.32	0.028	0.7	72918	1.894	0.244	1.885	137.80
198	57.77	0.041	0.7	66642	2.152	0.218	2.281	133.23
200	44.18	0.042	0.7	200010	2.928	0.379	2.295	391.14
201	43.62	0.036	0.7	211682	2.819	0.403	2.137	408.98
202	48.66	0.022	0.8	10652	1.009	0.084	1.830	20.33
203	30.80	0.032	0.4	13420	1.283	0.211	1.385	24.69
204	29.26	0.032	0.6	21716	1.418	0.154	1.821	39.25
224	45.97	0.033	1.1	56542	1.830	0.116	2.753	113.04
225	65.19	0.043	0.6	42076	1.915	0.203	2.108	78.93
226	44.44	0.012	1.0	89750	1.416	0.205	1.552	164.10
227	50.55	0.013	0.4	13618	0.941	0.277	0.874	26.65
230	58.26	0.039	0.8	50046	1.872	0.151	2.431	89.44
231	47.15	0.015	0.8	119737	1.683	0.296	1.508	209.34
233	52.38	0.018	0.6	23896	1.204	0.193	1.364	46.08
234	40.21	0.029	0.9	252923	2.654	0.323	2.268	471.58
238	34.23	0.007	1.0	92208	1.167	0.220	1.229	149.77
239	17.84	0.060	0.7	70866	2.358	0.182	2.759	113.03
241	117.40	0.023	0.8	42228	1.450	0.153	1.867	70.73
247	126.21	0.009	0.9	257499	1.677	0.408	1.263	408.80
250	53.96	0.039	0.7	204300	2.877	0.390	2.219	399.98
251	38.08	0.030	0.7	205620	2.528	0.391	1.948	352.65
254	45.49	0.050	0.6	11294	1.362	0.097	2.273	19.17
256	37.79	0.044	0.6	6034	1.085	0.073	2.132	10.02
257	44.40	0.033	0.8	270844	2.852	0.374	2.250	489.45
258	45.31	0.040	0.7	18268	1.443	0.109	2.255	32.64
261	56.92	0.052	0.5	20836	1.676	0.168	2.052	36.42
262	59.63	0.037	0.7	176990	2.611	0.341	2.167	302.25
264	58.01	0.044	0.7	188540	2.814	0.334	2.360	317.10
282	50.30	0.071	0.8	25326	1.978	0.099	3.269	50.63
1032	1.21	0.046	0.8	11942	1.368	0.075	2.646	23.39
1042	14.32	0.050	0.7	215666	3.043	0.342	2.519	354.55
1043	11.42	0.043	0.7	26450	1.607	0.124	2.336	43.89
1044	15.88	0.018	1.0	258469	2.155	0.300	1.917	426.93
1046	38.18	0.024	0.7	31846	1.414	0.165	1.749	58.71

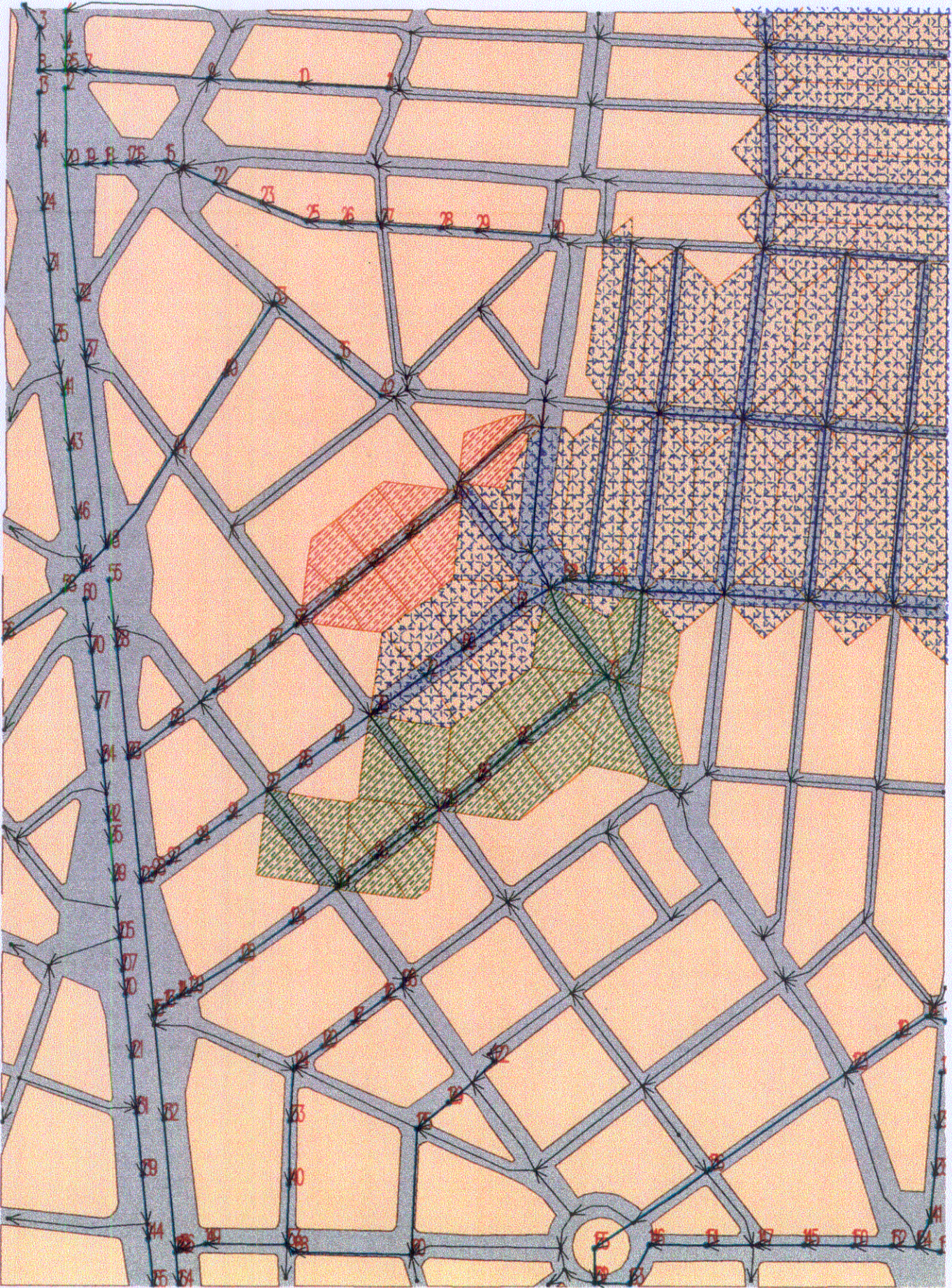
Χάρτης 6.1

Υδροκρίτες φρεατίων: 45,56,73,30



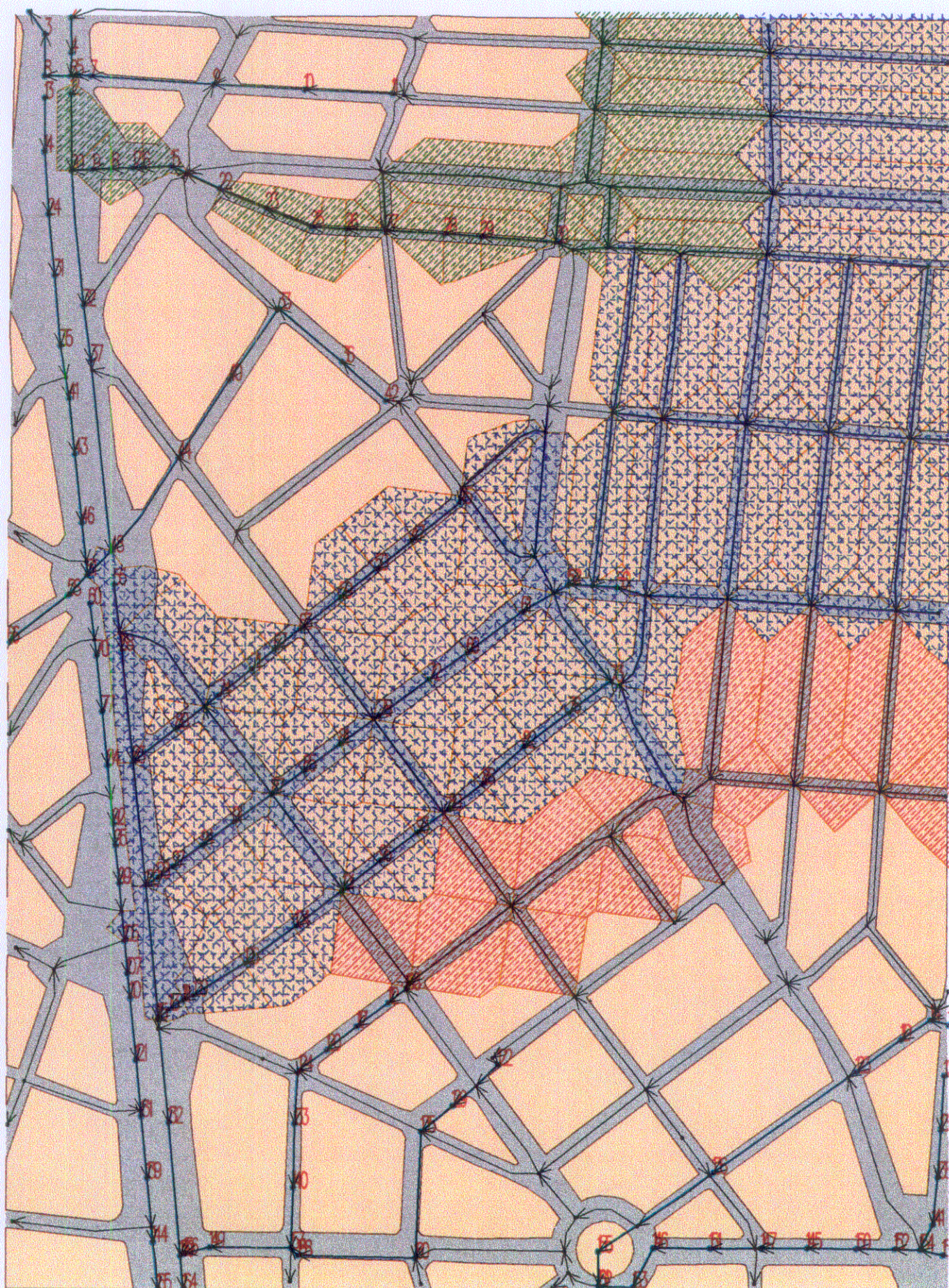
Χάρτης 6.2

Υδροκρίτες στα φρεάτια: 63,78,101



Χάρτης 6.3

Υδροκρίτες στα φρεάτια: 115,20,108



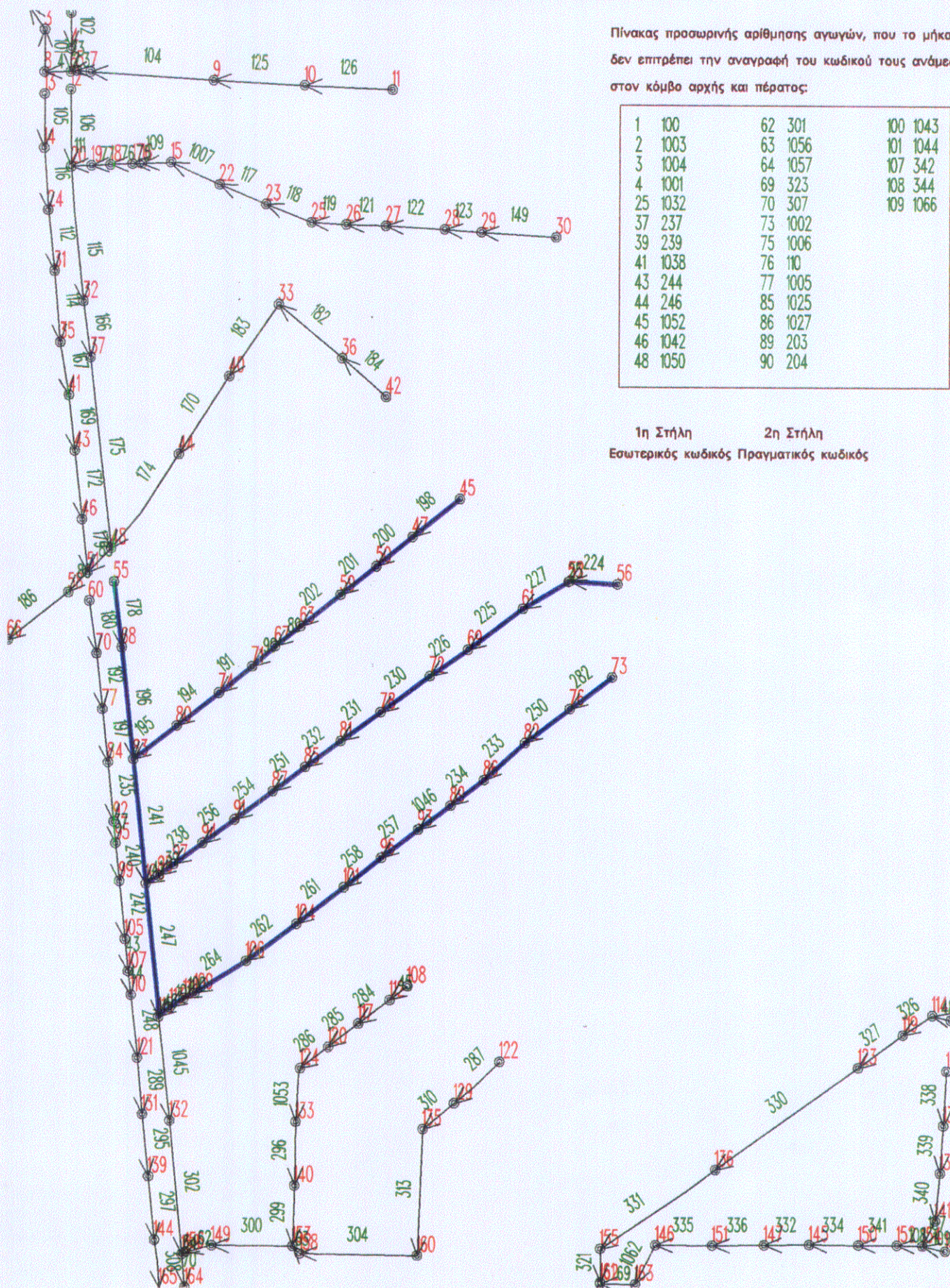
Χάρτης 6.4

Το τμήμα του δικτύου που θα μελετηθεί: Διαδρομές 45,55,56,73 - 115

Πίνακας προσωρινής αρίθμησης αγωγών, που το μήκος τους δεν επιτρέπει την αναγραφή του κωδικού τους ανάμεσα στον κόμβο αρχής και πέραςτος:

1	100	62	301	100	1043
2	1003	63	1056	101	1044
3	1004	64	1057	107	342
4	1001	69	323	108	344
25	1032	70	307	109	1066
37	237	73	1002		
39	239	75	1006		
41	1038	76	110		
43	244	77	1005		
44	246	85	1025		
45	1052	86	1027		
46	1042	89	203		
48	1050	90	204		

1η Στήλη 2η Στήλη
Εσωτερικός κωδικός Πραγματικός κωδικός



Χάρτης 6.5

Διαδρομή μελέτης: 55 - 115

Πίνακας προσωρινής αρίθμησης αγωγών, που το μήκος τους δεν επιτρέπει την αναγραφή του κωδικού τους ανάμεσα στον κόμβο αρχής και πέρας:

25 1032	44 246	100 1043
37 237	45 1052	101 1044
39 239	46 1042	
41 1038	86 1027	

1η Στήλη 2η Στήλη
Εσωτερικός κωδικός Πραγματικός κωδικός



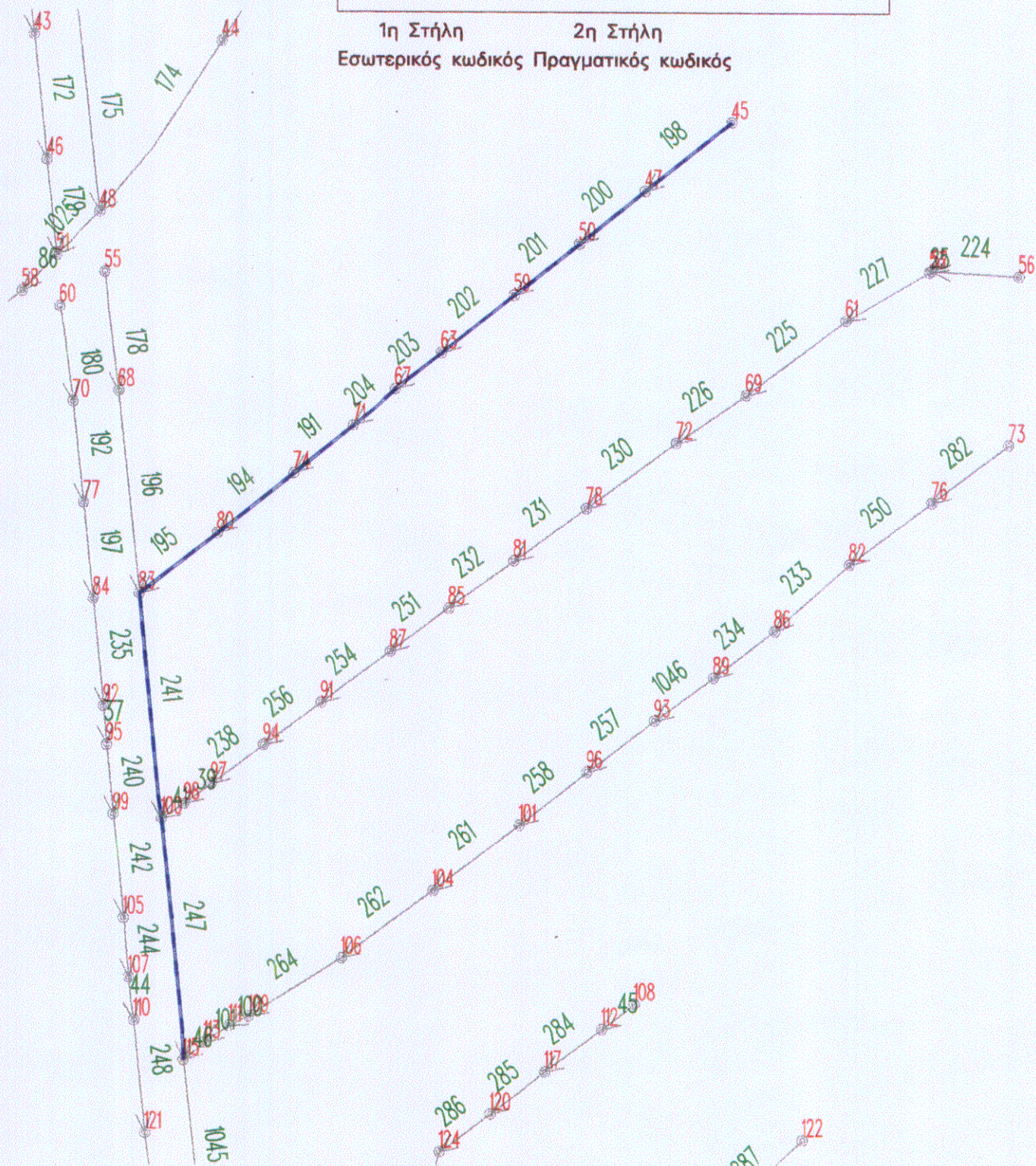
Χάρτης 6.6

Διαδρομή μελέτης: 45 - 115

Πίνακας προσωρινής αρίθμησης αγωγών, που το μήκος τους δεν επιτρέπει την αναγραφή του κωδικού τους ανάμεσα στον κόμβο αρχής και πέρας:

25 1032	44 246	100 1043
37 237	45 1052	101 1044
39 239	46 1042	
41 1038	86 1027	

1η Στήλη 2η Στήλη
Εσωτερικός κωδικός Πραγματικός κωδικός



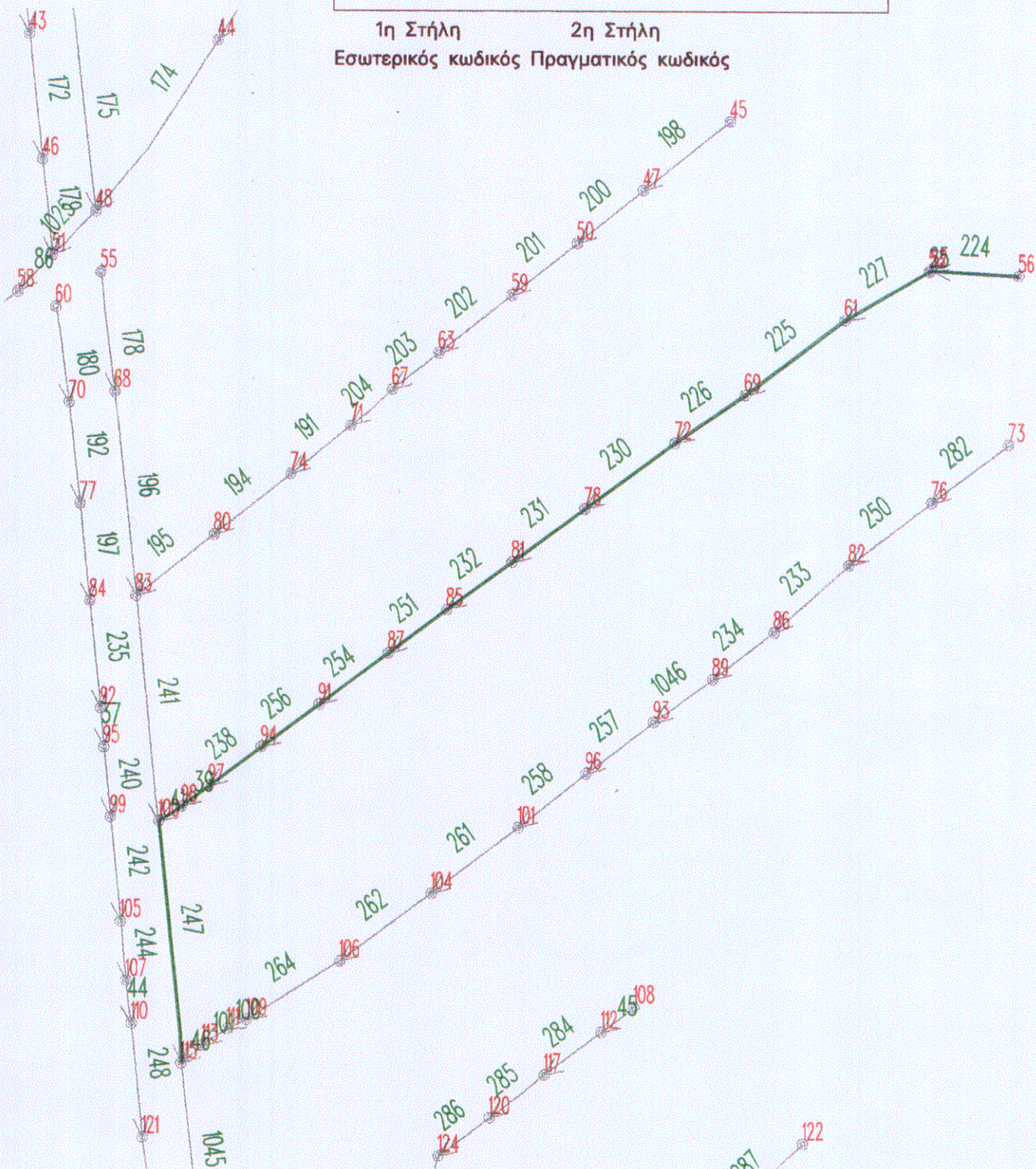
Χάρτης 6.7

Διαδρομή μελέτης: 56 - 115

Πίνακας προσωρινής αρίθμησης αγωγών, που το μήκος τους δεν επιτρέπει την αναγραφή του κωδικού τους ανάμεσα στον κόμβο αρχής και πέρας:

25 1032	44 246	100 1043
37 237	45 1052	101 1044
39 239	46 1042	
41 1038	86 1027	

1η Στήλη 2η Στήλη
Εσωτερικός κωδικός Πραγματικός κωδικός

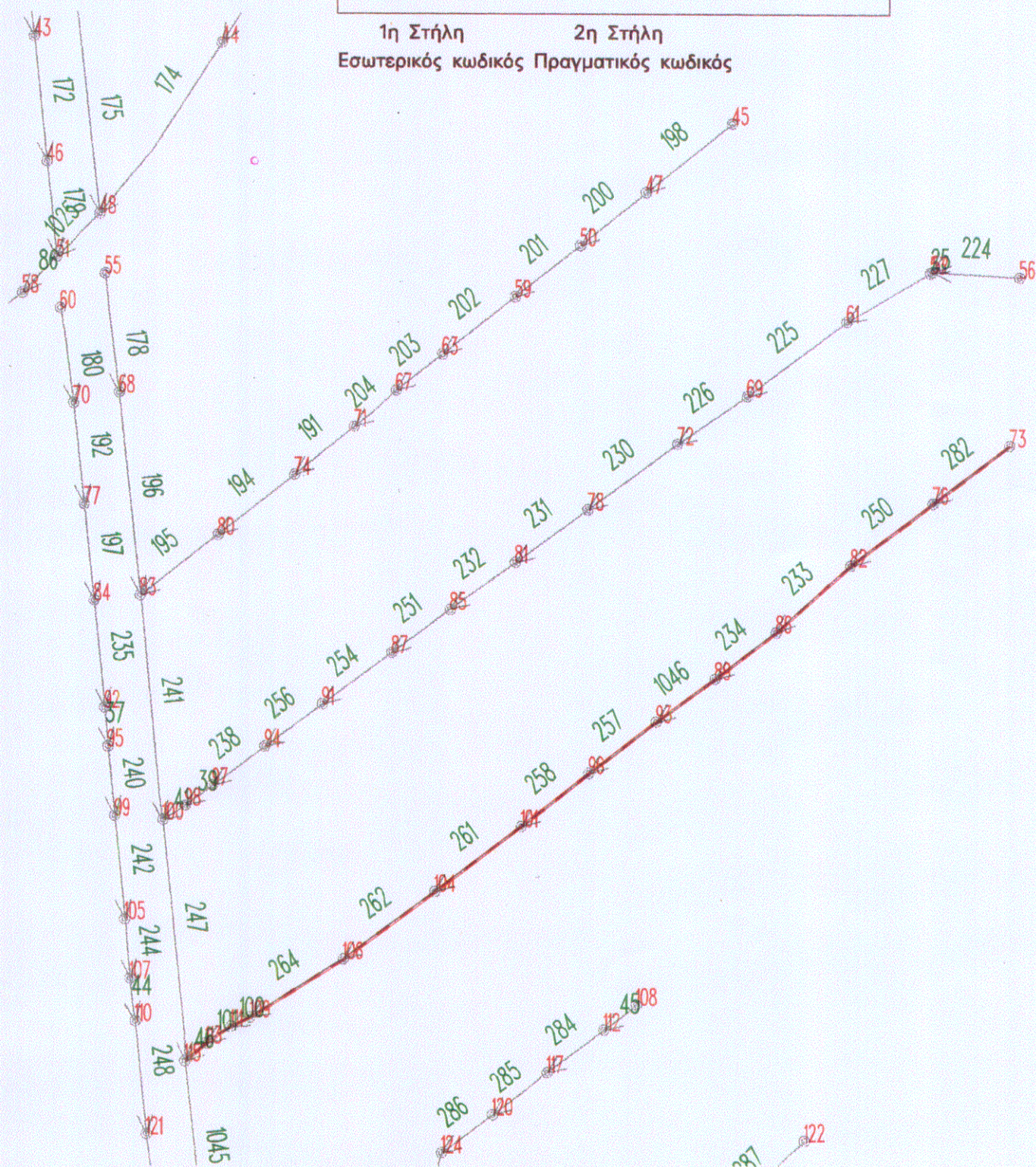


Διαδρομή μελέτης: 73 - 115

25 1032	44 246	100 1043
37 237	45 1052	101 1044
39 239	46 1042	
41 1038	86 1027	

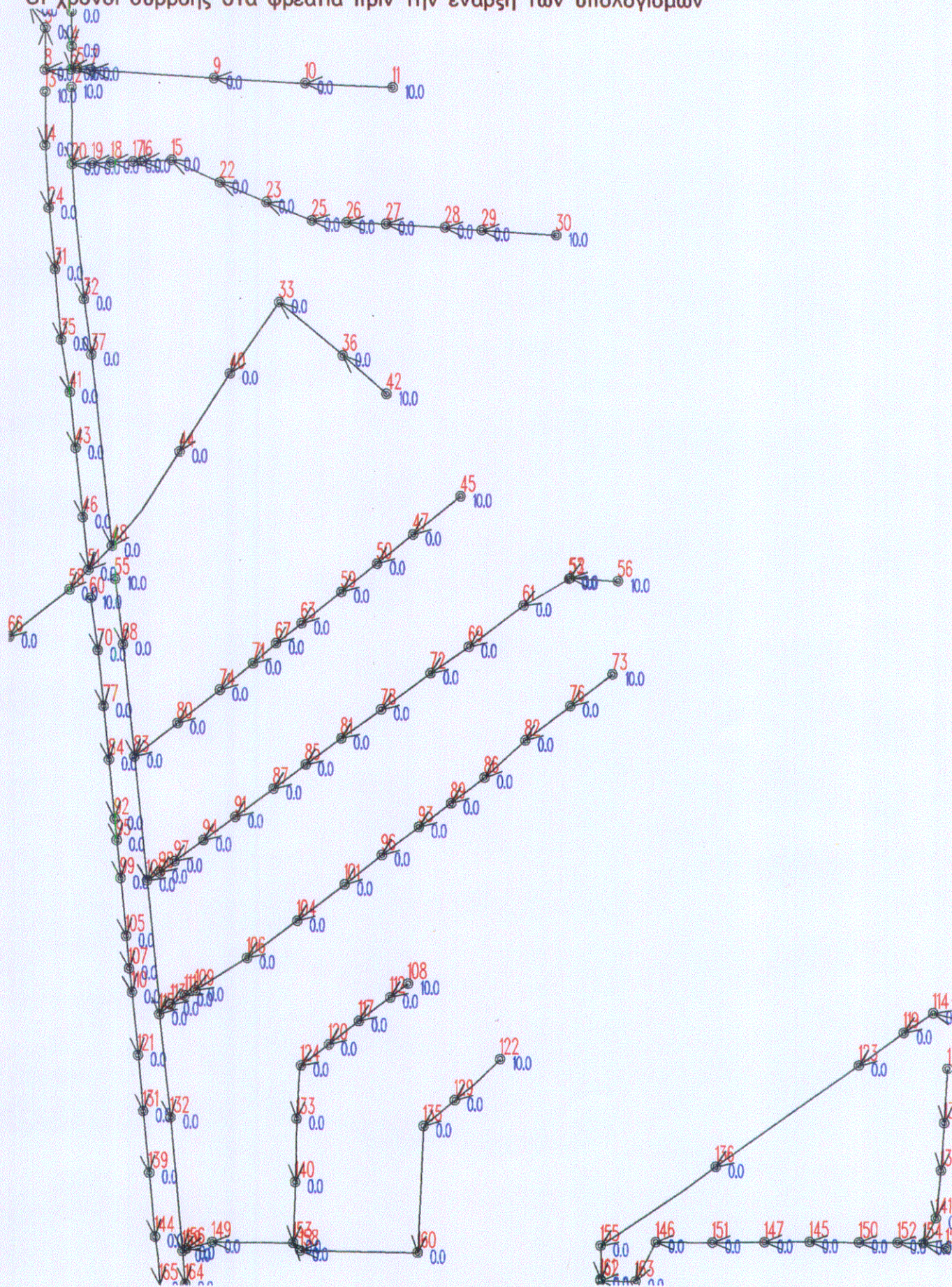
2η Στήλη

Εσωτερικός κωδικός Πραγματικός κωδικός



Χάρτης 6.9

Οι χρόνοι συρροής στα φρεάτια πριν την έναρξη των υπολογισμών



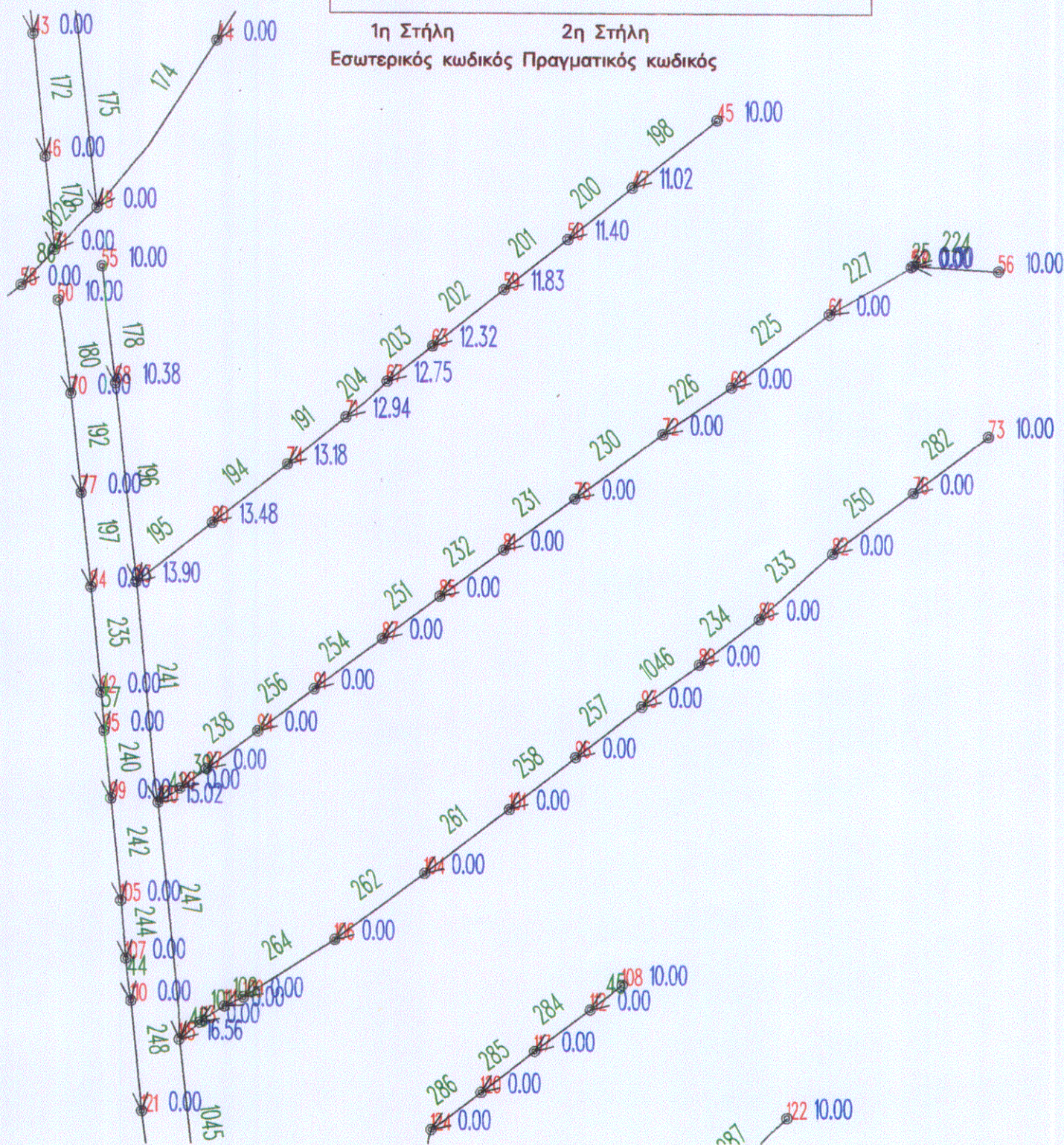
Χάρτης 6.10

Η αλλαγή στους χρόνους συρροής φρεατίων. Διαδρομές: 45,55 - 115

Πίνακας προσωρινής αρίθμησης αγωγών, που το μήκος τους δεν επιτρέπει την αναγραφή του κωδικού τους ανάμεσα στον κόμβο αρχής και πέραςτος:

25 1032	44 246	100 1043
37 237	45 1052	101 1044
39 239	46 1042	
41 1038	86 1027	

1η Στήλη 2η Στήλη
Εσωτερικός κωδικός Πραγματικός κωδικός



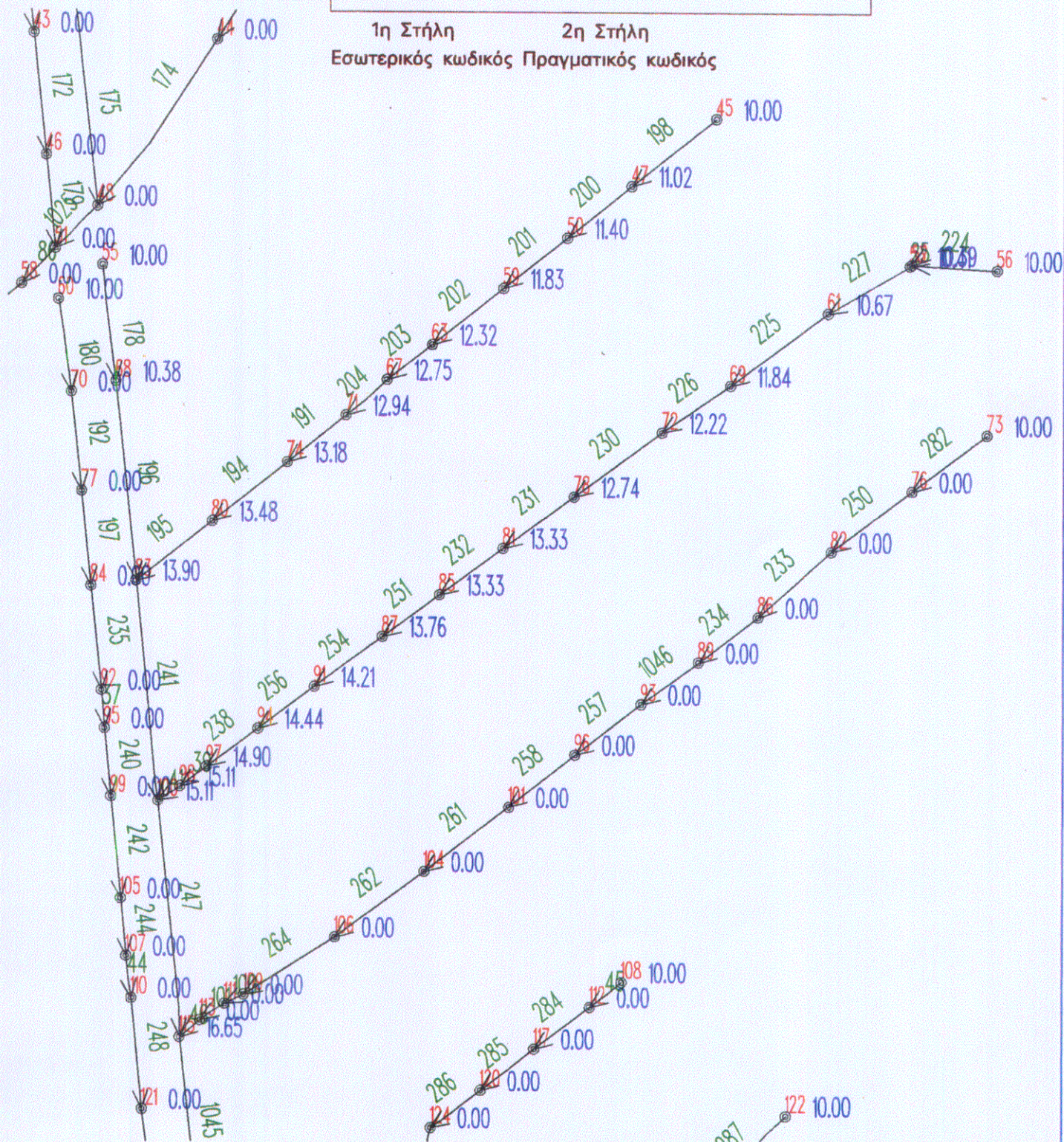
Χάρτης 6.11

Η αλλαγή στους χρόνους συρροής φρεατίων. Διαδρομές: 45,55,56 - 115

Πίνακας προσωρινής αρίθμησης αγωγών, που το μήκος τους δεν επιτρέπει την αναγραφή του κωδικού τους ανάμεσα στον κόμβο αρχής και πέρας:

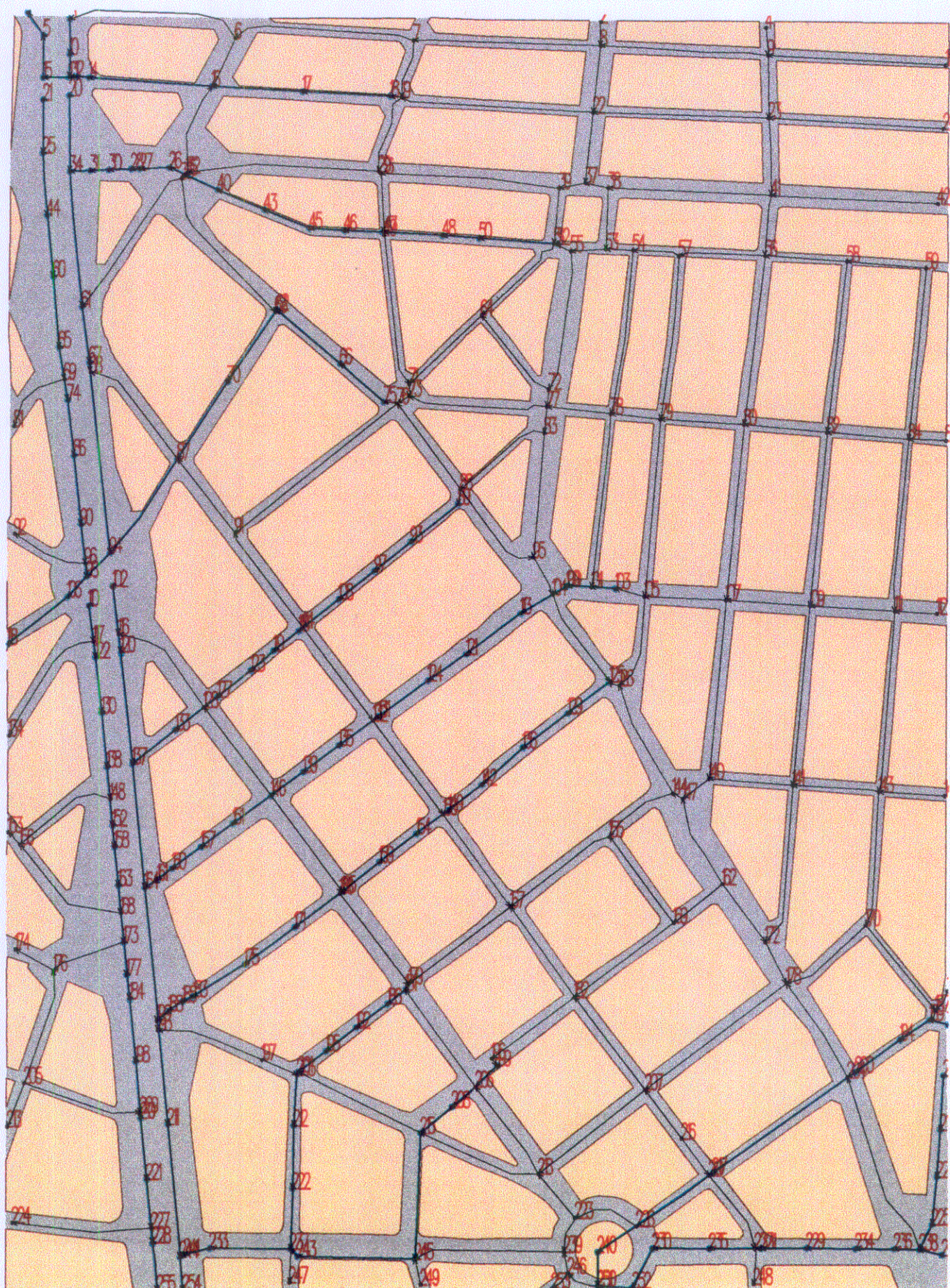
25 1032	44 246	100 1043
37 237	45 1052	101 1044
39 239	46 1042	
41 1038	86 1027	

1η Στήλη 2η Στήλη
Εσωτερικός κωδικός Πραγματικός κωδικός



Χάρτης 6.12

Αρίθμηση κόμβων στο θεματικό επίπεδο του μοντέλου καταμερισμού



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο:

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ

Γενικά Συμπεράσματα.

Ο σκοπός της μελέτης αυτής είναι η διερεύνηση των δυνατοτήτων του συγκεκριμένου Συστήματος Γεωγραφικής Πληροφορίας και όχι η κατασκευή κάποιου αυτόνομου υπολογιστικού πακέτου για τον έλεγχο οποιουδήποτε αστικού δικτύου αποχέτευσης. Παρ' όλα αυτά τα βασικά βήματα της συνολικής μεθόδου που αναπτύχθηκε μπορούν να αποτελέσουν το αντικείμενο εξέλιξης σε μια πιο επταγγελητική κατεύθυνση, η οποία όμως απαιτεί σημαντική εμπειρία του συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας και γνώσεις υδραυλικού πολιτικού μηχανικού. Προτείνεται μάλιστα η διερεύνηση, στα πλαίσια μελλοντικής διπλωματικής εργασίας, των δυνατοτήτων σύνδεσης του συστήματος με εξωτερικό πρόγραμμα προσομοίωσης δικτύου ομβρίων, που να δίνει την χωροχρονική εξέλιξη των χαρακτηριστικών της ροής σε κάθε θέση του δικτύου.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συνάγονται τα εξής συμπεράσματα με σειρά σπουδαιότητας:

1. Η συνολική μέθοδος που αναπτύχθηκε για τη μοντελοποίηση του προβλήματος, παρ' όλο που δεν έχει εντελώς αυτόνομο χαρακτήρα, δεν προσαρμόστηκε στις ιδιομορφίες της περιοχής μελέτης. Έτσι με κατάλληλη προσαρμογή ορισμένων παραμέτρων και βαθμονόμησης κάποιων διαδικασιών η ίδια μεθοδολογία μπορεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα προσεγγιστικού ελέγχου και σε άλλες αστικές περιοχές με παρόμοια γενική φυσιογνωμία.
2. Με την εισαγωγή της έννοιας του «ιδεατού» δικτύου αγωγών το οποίο διατρέχει τους άξονες των οδών που δεν διαθέτουν δίκτυο ομβρίων, προσομοιώθηκε τοπολογικά η επιφανειακή ροή κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας και λίγο ύστερα από αυτή. Σε συνδυασμό με το μοντέλο καταμερισμού επιφανειών υπολογίζεται με ακρίβεια η έκταση, που απορρέει σε κάθε διασταύρωση οδών αλλά παράλληλα, δίνεται και η δυνατότητα γραφικής απεικόνισης της ανάντη περιοχής που συμβάλει σε κάθε θέση. Αυτό διευκολύνει ουσιαστικά τη μελέτη εναλλακτικών τοπολογιών του δικτύου ομβρίων αγωγών, όπως για παράδειγμα την επέκτασή του.
3. Η μέθοδος που αναπτύχθηκε, από την ανάλυση επιφανειακών στοιχείων, για τον καθορισμό της περιοχής που απορρέει άμεσα από τα οικοδομικά τετράγωνα σε κάθε άξονα οδού ή αγωγό του δικτύου, προσεγγίζει με ικανοποιητική ακρίβεια τον διαχωρισμό των οικοδομικών τετραγώνων στην οριζοντιογραφία σύμφωνα με τον κανόνα των διχοτόμων.
4. Το περιβάλλον relate συνδέει αποτελεσματικά πεδία πινάκων της βάσης δεδομένων info ή κάποιας εξωτερικής, καθιστώντας το σύστημα μια ολοκληρωμένη σχεσιακή βάση δεδομένων. Το περιβάλλον αυτό παρέχει τη δυνατότητα της καταχώρησης ενός μεγάλου όγκου περιγραφικών πληροφοριών για συγκεκριμένη κλάση γεωγραφικών χαρακτηριστικών, σε διαφορετικούς πίνακες,

που ανά πάσα στιγμή μπορούν να διαβαστούν, ώστε κάθε καταχώρηση του πίνακα των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων (*feature attribute table*) να έχει πρόσβαση στις επιθυμητές περιγραφικές ιδιότητες. Σε συνδυασμό με τις έννοιες του *cursor processing* είναι δυνατές απεικονίσεις ενός γεωγραφικού χαρακτηριστικού προς διαφορετικές τιμές του ίδιου πεδίου περιγραφικής πληροφορίας (*one-to-many relationship*). Με αυτόν τον τρόπο ελαττώνεται το πλήθος των περιπτώσεων καταχωρήσεων στη βάση δεδομένων, προς όφελος του χρόνου ανταπόκρισης.

5. Το περιβάλλον NETWORK διαθέτει μια πλήρη σειρά ειδικευμένων εντολών, που συνδυάζονται πλήρως με τα υπόλοιπα περιβάλλοντα του συστήματος αποτελώντας συνοπτική προσομοίωση δικτύων κοινής ωφελείας. Διαθέτει αρκετές ρουτίνες για την προσέγγιση κάποιων λειτουργιών και υπηρεσιών των δικτύων, που μπορούν ταυτόχρονα να βαθμονομούνται με τη χρήση μακροεντολών στις απαιτήσεις των εφαρμογών. Πιο συγκεκριμένα, η ρουτίνα καταμερισμού *allocate* προσαρμόζεται αποτελεσματικά στις ιδιαίτερες υδρολογικές απαιτήσεις προσομοίωσης δικτύων αποχέτευσης ομβρίων δίνοντας τελικά ένα ικανοποιητικής ακρίβειας, αυτοματοποιημένο και εύχρηστο μοντέλο ευρέσεως της περιοχής που απορρέει σε κάθε θέση.
6. Παρ' όλα αυτά ο σχετικά μεγάλος χρόνος που απαιτείται για τον υπολογισμό επαναληπτικών ρουτινών κάνει την γλώσσα προγραμματισμού *aml* δύσχρηστη για πολύπλοκους μαθηματικούς αλγόριθμους, όπως οι τύποι υδραυλικών υπολογισμών. Έτσι για την προσομοίωση γεγονότων με πιο σύνθετα μοντέλα, είναι προτιμότερη η αποκατάσταση σύνδεσης και επικοινωνίας των δεδομένων της βάσης με εξωτερικά προγράμματα. Αξίζει να σημειωθεί όμως ότι η βασική σκοπιμότητα υπάρξεως της γλώσσας *aml* στο λογισμικό του Arc/Info είναι η διαμόρφωση προσωπικού περιβάλλοντος επικοινωνίας (*user interface*) λογισμικού - χρήστη. Με αυτόν τον τρόπο αυτοματοποιούνται πλήρως συχνά επαναλαμβανόμενες εργασίες και δίνεται η δυνατότητα κατασκευής μακροεντολών και ρουτινών για εξειδικευμένες λειτουργίες. Παράλληλα δίνεται και η δυνατότητα κατασκευής «μενού» με τη μορφή και λειτουργικότητα που ο χρήστης επιθυμεί, που επικοινωνούν πλήρως με τους πίνακες της περιγραφικής βάσης δεδομένων αλλά και με τα υπόλοιπα περιβάλλοντα του συστήματος, ώστε να παρέχεται τελικά οπτική εικόνα των αποτελεσμάτων σε ικανοποιητικούς χρόνους ανταπόκρισης.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

A. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ / ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κουτσογιάννης Δ., Σχεδιασμός αστικών δικτύων αποχέτευσης, Αθήνα 1993.

Mimikou M. and Koutsoyiannis D., Extreme floods in Greece; The case of 1994, Proc. U.S.- Italy Research Workshop on the Hydrometeorology, Impacts and Management of Extreme Floods , Perugia, Italy, 1995.

B. ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ Γ.Π. ARC/INFO

ARC/INFO USER'S GUIDE VERSION 6.1 Managing Tabular Data, 1991.

ARC/INFO USER'S GUIDE Data Model Concepts, & Key Terms, 1991.

ARC/INFO USER'S GUIDE Editing Coverages & Tables with Arcedit, 1991.

ARCEDIT Command references, 1991.

ARC Command references, 1991.

ARC/INFO USER'S GUIDE Map Display and Query, 1991.

ARC PLOT Command references, 1991.

ARC/INFO USER'S GUIDE Cell-based modeling with GRID, 1991.

ARC/INFO USER'S GUIDE Surface Modeling with TIN, 1991

GRID Command references, 1991.

ARC/INFO USER'S GUIDE Dynamic Segmentation, 1991.

ARC/INFO USER'S GUIDE Network Analysis, 1991.

AML USER'S GUIDE, 1991.

AML User Interface Style Guide, 1991.

Γ. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

"Δρομολόγηση στόλου οχημάτων με τη χρήση Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας ",
Κορνηλία Τζάνου, Αθήνα 1995, ΕΜΠ.

Δ. ΑΡΘΡΑ - ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

- ARC/INFO: GIS Today and Tomorrow, ESRI WHITE PAPERS SERIES, MARCH 1992
- Jack Dangermont, ESRI President, " A review of digital data commonly available and some of the practical problems of entering them into a GIS", September/October, 1989.
- Jack Dangermont, ESRI President, "Where is GIS technology going?". ARC News, Spring 1991.
- Jack Dangermont, ESRI President, "Trends in Geographic information systems", September/October, 1989.
- Τεύχη / Papers, Marathon Data Systems.

Arc/Info: An Integrated Answer for transportation planning and management

Miner and Miner's AM/FM Technology Group. The ARC/INFO Specialists for Automated Mapping / Facilities Management.

Arc/ Info: An Integrated Answer for Automated Mapping and Facilities Management (AM/FM) .

Ε. ΠΡΟΣΩΠΙΚΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

κ. Άδωνις Κοντός. Πρόεδρος εταιρίας MARATHON DATA SYSTEMS, προσωπική επικοινωνία Ιούλιος 1995.

κ. Μαρία Μαραγκού. Τοπογράφος μηχανικός, υπάλληλος εταιρίας MARATHON DATA SYSTEMS, προσωπική επικοινωνία Ιούλιος 1995.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ1:

ΤΑ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΑ ΑΠΟ ΤΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ AML.

Πρόγραμμα DIAMETER.AML: Το πρόγραμμα αυτό εφαρμόζεται για την προσεγγιστική μετατροπή ωειδών διατομών, σε αντίστοιχες κυκλικές με ισοδύναμο εμβαδόν διατομής.

```
/* diameter.aml

clearselect
reselect newsewers.aat info diatomi = 'O'
&pause

cursor curdiam declare newsewers.aat info rw
cursor curdiam open
&do i = 1 &to 80
  &sv temp_diam1 = 10 * %:curdiam.DIAMETER%
  &sv temp_diam2 = [round %temp_diam1%]
  &sv :curdiam.diameter = %temp_diam2% / 10
  cursor curdiam next
&end
cursor curdiam remove
&return
```

Πρόγραμμα ALLOCATE.AML: Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της έκτασης που απορρέει σε κάθε κόμβο του συνολικού δικτύου ιδεατών και υπαρκτών αγωγών. Εφαρμόζεται η ρουτίνα allocate για κάθε κομμάτι του πίνακα κέντρων allocate.cen, που σαρώνεται σειριακά.

```
/* This routine calculates the allocated items to each center in a
/* centers file allocate.cen, separately

relate restore relate-linear
&term 9999
relate list
&pause

netcover mesolines allocate
impedance from_to_imp to_from_imp turn_imp
demand area1//area
centers allocate.cen ROUTE-ID MAX_IMP CAPACITY ALLOC_IMP ALLOC_AREA

cursor curcen declare allocate.cen info rw
cursor curcen open
  &do i = 1 &to 255
    cursor curcen %i%
    allocate centers in
  &end
cursor curcen remove

&return
```

Πρόγραμμα TRN.AML: Εφαρμόζεται για τη «συμπυκνώσει» του πίνακα MESOLINES.TRN ώστε να επιταχυνθεί η διαδικασία ανάθεσης τιμών αντίστασης στη στροφή (TURN-IMP), που γίνεται με τη ρουτίνα trn-assign.aml σε επόμενο στάδιο επεξεργασίας.

```
/* This program is designed to compress the MESOLINES.TRN file before  
/*the assignment of turn_impedance values to its records
```

```
relate restore relate-trn  
cursor curtrn declare mesolines.trn info rw  
cursor curtrn open  
&do i = 1 &to 1160  
  cursor curtrn %i%  
  &sv node = %:curtrn.node#%  
  &sv nodet = %:curtrn.relate2//tnode#%  
  &sv nodef = %:curtrn.relate1//fnode#%  
  &if %node% = %nodef% or %node% = %nodet% &then &sv :curtrn.turn_imp = -  
10  
  
&end  
cursor curtrn remove  
&return
```


Πρόγραμμα TRN-ASSIGN.AML: Εφαρμόζεται στην ανάθεση τιμών στον «συμπικνωμένο» πίνακα .TRN που προκύπτει από την εφαρμογή της ρουτίνας trn.aml στον αρχικό πίνακα MESOLINES.TRN.

```
/* This subroutine assigns values to turn_impedances on the
/*concentrated .trn file compairing the from_to_impedances of arc2-
/*ids arcs.

clearselect
reselect mesolines.trn info turn_imp >= 0
infofile mesolines.trn info limited.trn

relate restore relate-trn
cursor curtrn declare limited.trn info rw /*only if it doesn't exist
cursor curtrn open

&do i = 1 &to 408
  cursor curtrn %i%
  &sv temp_arc1 = %:curtrn.arc1-id%
  &sv temp_node = %:curtrn.node#%
  &sv temp_fimp = %:curtrn.relate2//from_to_imp%

  &sv k = %i% + 1
  &do j = %k% &to 408
    cursor curtrn %j%
    &if %:curtrn.node#% = %temp_node% and %temp_arc1% =
%:curtrn.arc1-id% &then
      &if %temp_fimp% < %:curtrn.relate2//from_to_imp% &then
        &sv :curtrn.turn_imp = -1
      &else
        &do
          cursor curtrn %i%
          &sv :curtrn.turn_imp = -1
        &end
      &else &sv k = %k% + 1
      &sv k = %k% + 1
    &end
  &end
cursor curtrn close
cursor curtrn remove
&return
```

Η σύνταξη του βασικού «μενού» FORM1.MENU: Χρησιμοποιείται για την περιγραφική και γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων του μοντέλου καταμερισμού.

Παρατήρηση: Κάθε form menu που συντάσσεται με τον editor του συστήματος, διαχωρίζεται σε δύο εμφανής ενότητες. Στην πρώτη ενότητα περιγράφονται τα πεδία που θα συμπεριλάβει το «μενού» και τον ρόλο τους σε αυτό. Κυρίως όμως, καθορίζεται η μορφή που θα έχει το «μενού» κατά την παρουσίασή του στην οθόνη. Στη δεύτερη ενότητα, καθορίζεται αναλυτικά η λειτουργία κάθε πεδίου που εισάγεται, μέσω των απαραίτητων παραμέτρων και παράλληλα επικαλούνται ρουτίνες, εντολές της γλώσσας apl και άλλα προγράμματα, που συνεργάζονται με το «μενού».

7 /*form1.menu

Make a selection... Coverage Status...

%c1 ΙΔΕΑΤΟ ΔΙΚΤΥΟ -> %d1

%c2 ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ -> %d2

%c3 ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ -> %d3

%c4 ΙΣΟΥΨΕΙΣ -> %d4

Clear the Screen: %clear

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ :

Επιλέξτε με το mouse έναν κομβό -> %b1

Επιλέξτε το σύμβολο σχεδιασμού -> %symbol

Node identifier : %d5

Route identifier: %d6

ΕΜΒΑΔΟΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ : %d7 τ.μ.

ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ... %b2

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ %b3

Return to ARCPLOT: %quit

/* field definitions

%c1 checkbox .cond1 initial .FALSE. help 'ΕΜΦΑΝΙΖΕΙ Η ΑΠΟΚΡΥΠΤΕΙ ΤΟΥΣ
ΙΔΕΑΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ' KEEP return '&r draw.aml'

%c2 checkbox .cond2 initial .FALSE. help 'ΕΜΦΑΝΙΖΕΙ Η ΑΠΟΚΡΥΠΤΕΙ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ
ΟΜΒΡΙΩΝ' KEEP return '&r draw.aml'

%c3 checkbox .cond3 initial .FALSE. help 'ΕΜΦΑΝΙΖΕΙ Η ΑΠΟΚΡΥΠΤΕΙ ΤΑ
ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ' KEEP return '&r draw.aml'

%c4 checkbox .cond4 initial .FALSE. help 'ΕΜΦΑΝΙΖΕΙ Η ΑΠΟΚΡΥΠΤΕΙ ΤΙΣ
ΙΣΟΥΨΕΙΣ' KEEP return '&r draw.aml'

%d1 display .status1 10 value

%d2 display .status2 10 value

%d3 display .status3 10 value

%d4 display .status4 10 value

%d5 display .var2 10 value

%d6 display .var1 10 value

%d7 display .var3 10 value

%clear button cancel 'CLEAR' &r initalize.aml;&r draw.aml

%quit button cancel 'RETURN' &return

%b1 button help 'ΕΠΙΛΕΞΤΕ ΕΝΑ ΚΟΜΒΟ ΜΕ ΤΟ ΣΤΑΥΡΟΝΗΜΑ...' next %symbol ~
return Επιλέξτε... &r temp.aml

%symbol INPUT .symbol 12 required typein yes scroll yes rows 6 ~

HELP 'ΕΠΙΛΕΞΤΕ ΤΟ ΣΥΜΒΟΛΟ ΠΟΥ ΘΕΛΕΤΕ ΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΤΕΙ Η ROUTE:%.var1% '~

return '&r drawroute.aml' symbol -line -number 'Select a linesymbol'

%b2 button return AREA &r drawellim2.aml

%b3 button return CALCS &m calc.menu

%formopt setvariables immediate

%forminit &r draw.aml

Πρόγραμμα DRAW.AML: Συνεργασία με το βασικό «μενού» form1.menu, για την παρουσίαση στην γραφική οθόνη, των θεματικών επιπέδων που χρησιμοποιούνται για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων του καταμερισμού.

```
/* draw.aml
&sv .status1 = ENEPTO
&sv .status2 = ENEPTO
&sv .status3 = ENEPTO
&sv .status4 = ENEPTO
clear
&if %.cond1% &then &r mesolines.aml
&else &sv .status1 = MH ENEPTO
&if %.cond2% &then &r rainsewers.aml
&else &sv .status2 = MH ENEPTO
&if %.cond3% &then &r oikodom.aml
&else &sv .status3 = MH ENEPTO
&if %.cond4% &then &r copiso.aml
&else &sv .status4 = MH ENEPTO
```

Ρουτίνα MESOLINES.AML: Συνεργασία με το πρόγραμμα draw.aml, του βασικού «μενού» form1.menu. Η συγκεκριμένη ρουτίνα χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση του θεματικού επιπέδου των ιδεατών αγωγών.

```
/* mesolines.aml
&messages &popup
  &sv dev := [getchoice 'NODE IDS YES' 'NODE IDS NO' '~
    'MESOLINES:ΑΙΘΑΪΕΘ NODE-IDS ?']
  mapextent mesolines
  linecolor white
  arcs mesolines
  arrowsize 0,35
  arcarrows mesolines
  markerset color.mrk
  markercolor magenta
  markersize 0.07 0.07
  textset carto.txt
  textsymbol 207
  textcolor red
  &if %dev% = 'NODE IDS YES' &then nodes mesolines ids
  &else nodes mesolines
```

Ρουτίνα ΟΙΚΟΔΟΜ.AML: Συνεργασία με το πρόγραμμα draw.aml, του βασικού «μενού» form1.menu. Η συγκεκριμένη ρουτίνα χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση του θεματικού επιπέδου που περιέχει τα οικοδομικά τετράγωνα και τα όρια των οδών της περιοχής μελέτης.

```
/* oikodom.aml

shadeset colornames.shd
reselect cloikodom polys cloikodom-id = 696
polygonshades cloikodom 34
clearselect

&setvar number := [GETSYMBOL -shade -range 0,7-
>14,64,65,86,87,91~ -number 'ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ ΜΕ ΤΟ
ΣΥΜΒΟΛΟ:']
polygonshades dokoikodom %number%

linecolor brown
polys dokoikodom
```

Ρουτίνα RAINSEWERS.AML: Συνεργασία με το πρόγραμμα draw.aml, του βασικού «μενού» form1.menu. Η συγκεκριμένη ρουτίνα χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση του θεματικού επιπέδου των αγωγών ομβρίων.

```
/*raisewers.aml
  linecolor cyan
  linesize 0,50
  arcs rainsewers
  markerset municipal.mrk
  markersymbol 434
  markercolor cyan
  markersize 0.08 0.08
  nodes rainsewers
```

Ρουτίνα COPISO.AML: Συνεργασία με το πρόγραμμα draw.aml, του βασικού «μενού» form1.menu. Η συγκεκριμένη ρουτίνα χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση του θεματικού επιπέδου που περιέχει τις ισοϋψείς σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης.

```
/* copiso.aml

  linecolor brown
  linesize 0,035
  textsize 0,35
  textcolor red

  arctext copiso copiso-id line blank
```

Ρουτίνα TEMP.AML: Συνεργασία με το πρόγραμμα draw.aml, του βασικού «μενού» form1.menu. Η συγκεκριμένη ρουτίνα χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση της διαδρομής που περιέχει όλους τους αγωγούς που απορρέουν στην υπό έλεγχο θέση.

```
/*temp.aml

clearselect
reselect mesolines route.allocate allocate-id = %.var1%
routelines mesolines allocate %.symbol%
```


Παρατήρηση: Κάθε form menu που συντάσσεται με τον editor του συστήματος, διαχωρίζεται σε δύο εμφανής ενότητες. Στην πρώτη ενότητα περιγράφονται τα πεδία που θα συμπεριλάμβανε το «μενού» και τον ρόλο τους σε αυτό. Κυρίως όμως, καθορίζεται η μορφή που θα έχει το «μενού» κατά την παρουσίασή του στην οθόνη. Στη δεύτερη ενότητα, καθορίζεται αναλυτικά η λειτουργία κάθε πεδίου που εισάγεται, μέσω τω απαραίτητων παραμέτρων και παράλληλα επικαλούνται ρουτίνες, εντολές της γλώσσας am! και άλλα προγράμματα, που συνεργάζονται με το «μενού».

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

```
%start      -> %d1
```

2ον. Διαλέξε δυο φρεατια με το mouse

%routeid %zoom

T: %per
%calc

Clear Screen :%clear

/*field definitions

```
%start button help 'Initializes the netcover and relate  
rel_sewers' return SET NETWORK' &r network.aml  
%routeid input .routenum 5 required typein yes help 'Integer ~  
    for route-id' RETURN '&r path1.aml' integer  
%per input .t 3 required initial 2 keep typein yes next %calc INTEGER  
/* %path button next %calc return CHOOSE &r path1.aml  
%zoom button return 'ZOOM IN' &r zoom.aml  
%calc button help 'ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ' KEEP return  
CALCULATE &r calculate.aml  
%reset button return RESET &r reset.aml  
%d1 display .status_new 10 value  
%return button 'RETURN' &return  
%clear button cancel 'CLEAR' clear  
%forminit &sv .status_new = ΜΗ ΕΝΕΡΓΟ;clear
```

Πρόγραμμα RESET.AML: Συνεργασία με το «μενού» υδραυλικών υπολογισμών, calc.menu. Με το συγκεκριμένο πρόγραμμα, μηδενίζονται τα υδρολογικά και υδραυλικά μεγέθη, στους πίνακες NEWSEWERS.AAT και .NAT του θεματικού επίπεδο των αγωγών ομβρίων, πριν την έναρξη των υπολογισμών κάποιας διαδρομής. Το πρόγραμμα αυτό ενεργοποιείται αυτόματα με την εμφάνιση του «μενού» των υδραυλικών υπολογισμών στην οθόνη.

```
/*reset.aml
```

```
clearselect
```

```
reselect newsewers.nat info newsewers-id in {11,12,13,30,42, ~  
45,55,56,60,73,108,116,122,125,157}
```

```
nselect newsewers.nat info
```

```
calculate newsewers.nat info time = 0
```

```
clearselect
```

```
reselect newsewers.aat info $recno < 200
```

```
calculate newsewers.aat info v = 0
```

```
calculate newsewers.aat info yd = 0
```

```
calculate newsewers.aat info vmin = 0
```

```
calculate newsewers.aat info q = 0
```

```
clearselect
```


Πρόγραμμα NETWORK.AML: Συνεργασία με το «μενού» υδραυλικών υπολογισμών, calc.menu.

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα προετοιμάζει το θεματικό επίπεδο NEWSEWERS, για τις εντολές του περιβάλλοντος network και σχεδιάζει στη γραφική οθόνη τους αγωγούς και τους κόμβους, που αποτελούν το δίκτυο ομβρίων.

```
/* Network.aml
```

```
&if [exists newsewers.ratpath1 -info] or [exists newsewers.ratpath1  
-info] &then
```

```
&do
```

```
&sys arc dropfeatures newsewers route.path1
```

```
&sys arc dropfeatures newsewers section.path1
```

```
&end
```

```
netcover newsewers path1
```

```
&message &popup
```

```
&type ' '
```

```
&type
```

```
&type | NETWORK NOW INSTALED IN MEMORY...
```

```
&type | READY FOR CALCULATIONS!
```

```
&type |
```

```
&type ' '
```

```
&message &on
```

```
relate restore rel_sewers
```

```
&sv .status_new = ENEPTO
```

```
clearselect
```

```
make newsewers
```

```
linecolor white
```

```
textcolor green
```

```
textsize 0.35
```

```
arcs newsewers ids
```

```
arcarrows newsewers
```

```
markerset municipal.mrk
```

```
markersymbol 434
```

```
markersize 0.10 0.10
```

```
markercolor cyan
```

```
textcolor red
```

```
nodes newsewers
```

```
textoffset 0.2 0
```

```
nodetext newsewers newsewers-id
```

```
&return
```

Πρόγραμμα PATH1.AML: Συνεργασία με το «μενού» υδραυλικών υπολογισμών, calc.menu. Με το συγκεκριμένο πρόγραμμα, καθορίζεται αλληλεπιδραστικά η διαδρομή που θα μελετηθεί υδραυλικά. Η διαδρομή αυτή ορίζεται με την εντολή path και φυλάσσεται ως route. Παράλληλα καθορίζεται και το σύμβολο σχεδιασμού αυτής της διαδρομής.

```
/*path1.aml

clearselect
&messages &popup
&type SELECT ORIGIN AND DESTINATION
&messages &on
path * %.routenum%
reselect newsewers route.path1 path1-id = %.routenum%
&sv sym = [getsymbol -line -range 8->16,53->56 -number
'Select a Draw-Symbol']
routelines newsewers path1 %sym%

&return
```

Πρόγραμμα ZOOM.AML: Συνεργασία με το «μενού» υδραυλικών υπολογισμών, calc.menu. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα μεγεθύνει την περιοχή που ο χρήστης επιθυμεί.

```
/* zoom.aml

&messages &popup
&type
&type | GIVE OPOSITE CORNERS |
&type | |
&messages &on
mapextent *

clear
mape newsewers
linecolor white
textcolor green
textsize 0.35
arcs newsewers ids
arcarrows newsewers
markerset municipal.mrk
markersymbol 434
markersize 0.10 0.10
markercolor cyan
textcolor red
nodes newsewers
textoffset 0.2 0
nodetext newsewers newsewers-id
```

Πρόγραμμα CALCULATE.AML: Συνεργασία με το «μενού» υδραυλικών υπολογισμών, calc.menu. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα εκτελεί τους απαραίτητους υδρολογικούς και υδραυλικούς υπολογισμούς, κατά μήκος της διαδρομής που έχει οριστεί μέσω του προγράμματος path1.aml, και καταχωρεί τα αποτελέσματα στους κατάλληλους πίνακες του θεματικού επιπέδου NEWSEWERS.

```

/* This file is used for hydraulic calculations

clearselect
reselect newsewers route.path1 path1-id = %.routenum%
&sv sec = [show select newsewers route.path1 1 item path1#]
clearselect
reselect newsewers section.path1 routelink# = %sec%
infofile newsewers section.path1 path1.info routelink# arclink# path1#
clearselect
reselect path1.info info $recno < 150
&sv k = [extract 1 [show select path1.info info]           /*records in file
/*list path1.info info                                   /*checking
&type %k%
&pause

cursor cur0 declare path1.info info rw
cursor cur0 open

&do i = 1 &to %k%
  cursor cur0 %i%
  &sv ident = %:cur0.rel0//newsewers-id%
  &sv d = %:cur0.rel0//DIAMETER%
  &sv l = %:cur0.rel0//LENGTH%
  &sv j = %:cur0.rel0//CLISI%
  &sv t_fnode = %:cur0.rel0//rel1//time%                  /*minutes
  &sv A = %:cur0.rel0//temp_area%
  /*&sv i = [calc 58.256 * ( %t_fnode% / 60 ) ** ( 2 / 3 )] /* mm/hr
  &sv tramp = [calc ( -1 ) * ln ( 1 - 1 / %t% )]
  &sv i = [calc ( 2.66 - [calc ln %tramp%] ) / ( 0.119 * ( %t_fnode% / 60
+ 0.08 ) ** 0.74 )]                                     /* mm/hr
  &sv Q = [calc 0.000278 * 0.70 * %A% * %i%]              /*lt/sec
  &sv Qo = [calc 20.77903118 * %d% ** ( 8 / 3 ) * [sqrt %j%]] /*m3/sec
  &sv Vo = [calc 66.666667 * ( 0.25 * %d% ) ** 0.666667 * [sqrt %j%]] /*m /sec
  &sv .QQo = [calc %Q% / ( %Qo% * 1000 )]

  &if %.qqo% > 1.000 &then
    &do
      &term 9999
      &message &popup
      &type
      &type | WARNING: Q>Qo OCURED
      &type |
      &type | *** ΑΣΤΟΧΙΑ ΑΓΩΓΟΥ %ident% ΣΤΗ ΣΥΚΕΚΡΙΜΕΝΗ ΒΡΟΧΗ ! ***
      &type |
      &message &on
      &sv del = [delete path1.info -info]
      &if %del% = 0 &then
        &type INFOFILE PATH1.INFO DELETED
      &else
        &type INFOFILE PATH1.INFO STILL EXISTS

```



```

        cursor cur0 remove
        &return
    &end

    &call angle

&if %.qqo% <> 0 &then
    &do
        &sv n = [calc 0.015 * %.nno%]
        &sv v = [calc ( ( 1 - [sin %.f%] / %.f% ) * 0.25 * %d% ) ** 0.66667 *
[sqrt %j%] / %n%]
        &sv vmin = [calc 0.54 * %Vo%]
        &sv yd = [calc 0.50 * ( 1 - [cos [calc 0.50 * %.f%]] )]
        &sv t_tnode = %t_fnode% + %l% / ( 60 * %v% ) /* minutes

        &if %:cur0.rel0//rel2//time% = 0 &then
            &sv :cur0.rel0//rel2//time = %t_tnode%
        &else
            &if %:cur0.rel0//rel2//time% < %t_tnode% &then
                &sv :cur0.rel0//rel2//time = %t_tnode%

                &sv :cur0.rel0//v = %v%
                &sv :cur0.rel0//yd = %yd%
                &sv :cur0.rel0//vmin = %vmin%
                &sv :cur0.rel0//Q = %q%
    &end

&else /* in case qqo = 0
    &do
        &sv v = 0
        &sv vmin = 0
        &sv yd = 0
        &sv t_tnode = %t_fnode%
        &if %:cur0.rel0//rel2//time% = 0 &then
            &sv :cur0.rel0//rel2//time = %t_tnode%
        &else
            &if %:cur0.rel0//rel2//time% < %t_tnode% &then
                &sv :cur0.rel0//rel2//time = %t_tnode%
    &end

&type 1ov: Αγωγος id = %:cur0.rel0//newsewers-id% /*checking the arc-id

&type ''
&type 2ov: Διαμετρος D = %d% (μ.)
&type 3ov: Κλιση j = %j%
&type 4ov: τ,συρροης ts = %t_fnode% (Λεπτα) T= %.t% (ετη)
&type 5ov: Εμβαδον A=%A% (τ.μ.)
&type 6ov: Παροχη q= %q% (lt/sec)
&type Qo= %qo% (m3/sec)
/*&type q/qo = %.qqo%
/*&type gonia f= %.f%
/*&type n/no = %.nno%
&type 7ov: Ταχυτητα V = %v% (m/sec)
&type Vo = %vo%
&type 8ov: y/D = %yd%
&type 9ov: Vmin = %vmin% (m/sec)

```

```

&pause
&end

&sv del = [delete path1.info -info]
&if %del% = 0 &then
  &type INFOFILE PATH1.INFO DELETED
&else
  &type INFOFILE PATH1.INFO STILL EXISTS
cursor cur0 remove

&return

```

```

/*This subroutine is used for calculating the angle with an iteration
/*method

```

```

&routine angle
  &sv pi = 3.141592654
  &sv fp = %pi%
  &do index = 1 &to 200
    &sv .nno = [calc 1 + 2.31 * ( %fp% / ( 2 * %pi% ) ) ** 1.20 * ( 1 -
%fp% / ( ~ 2 * %pi% ) ) ** 2 ]
    &sv .f = [calc ( %fp% + [sin %fp%] + ( 2 * %pi% * %.QQo% * %.nno% )
** 0.60 * %fp% ** 0.40 ) / 2]
    &if [abs [calc %.f% - %fp%]] < 0.00001 &then &goto type
    &else &sv fp = %.f%
  &end
&label type
&return

```

Πρόγραμμα DRAWELLIM2.AML: Συνεργασία με το βασικό «μενού» form1.menu. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα ενεργοποιείται όταν ο χρήστης επιθυμεί τη γραφική απεικόνιση της συνολικής λεκάνης απορροής, για ένα κόμβο ελέγχου. Η λεκάνη απορροής, αποτελείται από σύνολο τμημάτων οικοδομικών τετραγώνων που περιβάλλουν κάθε άξονα της οδού, που αντιστοιχείται στο συγκεκριμένο κόμβο, από το μοντέλο καταμερισμού.

```
/* drawellim2.aml
relate restore rel_onetwo
clearselect

reselect mesolines section.allocate routelink# = %.var4%
infofile mesolines section.allocate temp.info routelink# ~
one//two//ellim2-id

clearselect

reselect ellim2 poly keyfile temp.info ellim2-id
unselect ellim2 poly ellim2-id <= 0
linecolor orange
polys ellim2
&sv shade = [getsymbol -shade -range 1012->1025 -number 'ΣΥΜΒΟΛΟ ΛΕΚΑΝΗΣ
ΑΠΟΡΡΟΗΣ']
polygonshades ellim2 %shade%
clearselect

&sv del = [delete temp.info -info]
&type Status of temporary info file:%del%
```

Πρόγραμμα INITIALIZE.AML: Συνεργασία με το βασικό «μενού» form1.menu για τον ορισμό των αρχικών τιμών των μεταβλητών, που καθορίζουν αν ένα θεματικό επίπεδο θα είναι ενεργό ή όχι. Ταυτόχρονα, με την ενεργοποίηση του «μενού», καθαρίζεται η γραφική οθόνη.

```
/* initialize.aml
CLEAR

&sv .cond1 = .FALSE.
&sv .cond2 = .FALSE.
&sv .cond3 = .FALSE.
&sv .cond4 = .FALSE.
```


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2ο:

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΩΝ ΟΡΩΝ

Περίληπτικό Ευρετήριο συχνά χρησιμοποιούμενων όρων στο κείμενο.**.AAT**

Πίνακας γραμμικών χαρακτηριστικών ιδιοτήτων: Ο πίνακας αυτός δημιουργείται μετά το χτίσιμο της γραμμικής τοπολογίας στο θεματικό επίπεδο. Κατ'ελάχιστον στον πίνακα αυτόν περιέχονται τα πεδία:

FNODE# Εσωτερικός κωδικός αρίθμησης κόμβου αρχής τόξου

TNODE# Εσωτερικός κωδικός αρίθμησης κόμβου τέλους τόξου

LPOLY# Εσωτερικός κωδικός αρίθμησης πολυγώνου στα αριστερά του τόξου

RPOLY# Εσωτερικός κωδικός αρίθμησης πολυγώνου στα δεξιά του τόξου

Cover# Εσωτερικός κωδικός αρίθμησης τόξου

Cover-id Κωδικός αρίθμησης χρήστη

allocation

Καταμερισμός: Η διαδικασία καταμερισμού συνδέσμων και κόμβων ενός δικτύου σε ένα σημείο του, (το «κέντρο» καταμερισμού) κατά μήκους διαδρομών ελάχιστης αντίστασης στη μετακίνηση. Στο «κέντρο» υπάρχει συγκεκριμένη ποσότητα διαθέσιμου είδους αγαθού (supply) προς διάθεση, κατά μήκους των συνδέσμων του δικτύου, που δημιουργούν τη ζήτηση (demand) στο συγκεκριμένο αγαθό.

continuous data

Συνεχόμενα δεδομένα: Επιφάνειες που παράγονται από τη διακύμανση της τιμής μιας μεταβλητής στο χώρο. Η αναπαράστασή τους πραγματοποιείται συνήθως με τα μοντέλα επιφανειών, TIN και GRID του συστήματος.

cover-id

Κωδικός χρήστη: Πεδίο που βρίσκεται στους πίνακες χαρακτηριστικών ιδιοτήτων .AAT ,.NAT και PAT θεματικών επιπέδων. Σε αυτό το πεδίο περιέχονται ακέραιοι αριθμοί ή αλφαριθμητικοί κωδικοί που καθορίζουν μονοσήμαντα την ταυτότητα του γεωγραφικού στοιχείου που περιγράφουν. Η λέξη *cover* αντικαθιστάται από το όνομα του θεματικού επιπέδου. Έτσι για παράδειγμα αν ένα θεματικό επίπεδο με ονομασία λόγου χάρη STREETS, έχει γραμμική και επικόμβια τοπολογία τότε το πεδίο STREETS-ID στον πίνακα .AAT αναφέρεται σε κωδικούς τόξων ενώ το πεδίο με την ίδια ονομασία στον πίνακα .NAT αναφέρεται σε κωδικούς κόμβων.

coverage

Θεματικό επίπεδο: Ψηφιακό ανάλογο ενός χάρτη, το οποίο αποτελεί τη

βασική διανυσματική απεικόνιση γεωγραφικών χαρακτηριστικών μέσω των βασικών απεικονίσεων του χώρου. Δηλαδή σημεία, τόξα γραμμικών στοιχείων και πολυγωνικές επιφάνειες. Τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά που περιέχονται σε ένα θεματικό επίπεδο ανήκουν σε κοινές εννοιολογικές ενότητες.

coverage units Μονάδες (μέτρα, πόδια, ίντσες, κ.ά.) του συστήματος αναφοράς στο οποίο αναφέρονται τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά του θεματικού επιπέδου.

cursor

1. Γραφικός δείκτης με το «ποντίκι» (mouse), που καθορίζει μια τοποθεσία πάνω στην οθόνη.
2. Μηχανισμός που παρέχει σειριακή πρόσβαση στις καταχωρήσεις ενός πίνακα στοιχείων της βάσης δεδομένων, γραμμή-προς- γραμμή. Μετά την τοποθέτηση του σε cursor συγκεκριμένο record του πίνακα, η ενεργοποίηση οποιονδήποτε εντολών ενημέρωσης ή «διαβάσματος», επηρεάζει αποκλειστικά τη συγκεκριμένη γραμμική καταχώρηση.

dangling arc Αιωρούμενο τόξο: Τόξο, το οποίο έχει το ίδιο πολύγωνο στη δεξιά και αριστερή πλευρά του και τουλάχιστον ένας κόμβος του δεν συνδέεται με κάποιο άλλο τόξο.

digitizing Ψηφιοποίηση: Η διαδικασία της αυτοματοποίησης των γεωγραφικών χαρακτηριστικών ενός χάρτη μέσω της μετατροπής τους σε σύνολο σημείων του επιπέδου με συντεταγμένες x, y που φυλάσσονται σε ψηφιακά αρχεία.

discrete data Διακεκριμένα δεδομένα: Γεωγραφικά χαρακτηριστικά που διαχωρίζονται με σαφή και διακριτά σύνορα μεταξύ τους.

dynamic segmentation Δυναμική τμηματοποίηση: Η διαδικασία της απόδοσης περιγραφικών πληροφοριών και ιδιοτήτων που περιγράφουν γραμμικά γεωγραφικά χαρακτηριστικά, χωρίς να απαιτείται αλλαγή της υπάρχουσας τοπολογίας τους. Αποφεύγεται έτσι η τμηματοποίηση των γραμμικών στοιχείων με «ψευδο-κόμβους», ώστε να παραχθούν τόξα με διαφορετικές ιδιότητες για το κάθε ένα. Η δυνατότητα αυτή προσφέρεται μέσα από την έννοια της route-system και την συνεργασία με «βάσεις γεγονότων» (event databases).

<i>impedance</i>	Αντίσταση στη μετακίνηση: Η ποσότητα της αντίστασης στη μετακίνηση, που απαιτείται για να διασχιστεί ένα γραμμικό στοιχείο, από τον κόμβο αρχής προς τον κόμβο προορισμού, ή για τη πραγματοποίηση μιας στροφής σε ένα σημείο συμβολής τόξων. Η αντίσταση μπορεί να καθορίζεται από ένα συνδυασμό παραμέτρων της τρέχουσας εφαρμογής, όπως χρόνος μετακίνησης, απόσταση, ταχύτητα, κ.ά. Μεγάλες τιμές αντίστασης δηλώνουν μεγάλη αντίσταση στη μετακίνηση. Η τιμή 0 δηλώνει μηδενικό κόστος μετακίνησης. Η αντίσταση κατά μήκους ενός τόξου παρουσιάζει δύο τιμές ανάλογα με τη φορά που διασχίζεται το τόξο αυτό. Η έννοια της αντίστασης στη μετακίνηση χρησιμοποιείται στον προσδιορισμό βέλτιστων διαδρομών μέσα σε ένα δίκτυο και σε διαδικασίες καθορισμού ζωνών επιρροής ενός σημείου στο δίκτυο.
<i>INFO database</i>	Η σχεσιακή βάση πινακοποιημένων δεδομένων του συστήματος ARC/INFO.
<i>interface</i>	Ο σύνδεσμος μεταξύ λογισμικού (software) και υπολογιστικού (hardware) που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ δύο υπολογιστικών συστημάτων ή τη σύνδεσή τους με περιφερειακές συσκευές. Ο όρος αυτός έχει επικρατήσει και για τη περιγραφή του περιβάλλοντος επικοινωνίας μεταξύ του λογισμικού και του χρήστη.
<i>internal number</i>	Εσωτερικός κωδικός αρίθμησης: Ένας ακέραιος αριθμός που αυτόματα δημιουργεί το σύστημα ARC/INFO, μοναδικός για κάθε γεωγραφικό χαρακτηριστικό στο οποίο καταχωρείται. Προσοχή απαιτείται όταν ο χρήστης αναφέρεται σε συγκεκριμένο γεωγραφικό χαρακτηριστικό μέσω αυτού του κωδικού. Αλλαγή στην τοπολογία του θεματικού επιπέδου, προκαλεί ανακατανομή με τυχαίο τρόπο του εσωτερικού κωδικού αρίθμησης κάθε στοιχείου.
<i>item</i>	Πεδίο: Οι στήλες σε ένα πίνακα περιγραφικών ιδιοτήτων που περιέχουν τιμές της ίδιας έννοιας ή μεγέθους.
<i>.NAT</i>	Πίνακας επικόμβιων ιδιοτήτων: Ο πίνακας αυτός δημιουργείται μετά την αποκατάσταση επικόμβιας τοπολογίας στο θεματικό επίπεδο. Κατ' ελάχιστον περιέχει τα παρακάτω πεδία:

ARC# Εσωτερικός αριθμός αρίθμησης του τόξου στο οποίο ανήκει ο κόμβος

Cover# Εσωτερικός κωδικός αρίθμησης του κόμβου

Cover-id Κωδικός αριθμός χρήστη

network

Το εξειδικευμένο περιβάλλον προσομοίωσης γραμμικών δικτύων. Τα δίκτυα αυτά αποτελούνται από ένα σύνολο αλληλοσυνδεόμενων γραμμικών στοιχείων.

.PAT

1. Πίνακας ιδιοτήτων πολυγώνων ή 2. Πίνακας σημειακών ιδιοτήτων:

Ένα θεματικό επίπεδο μπορεί να περιέχει σημεία ή πολύγωνα, αλλά δεν μπορεί να περιέχει και τα δύο αυτά στοιχεία ταυτόχρονα. Στον πίνακα .PAT κατ' ελάχιστον περιέχονται τα ακόλουθα πεδία:

AREA Το εμβαδόν του πολυγώνου σε μονάδες θεματικού επιπέδου. Στη περίπτωση σημείων η τιμή του πεδίου αυτού είναι 0.

PERIMETER Η περίμετρος του πολυγώνου σε μονάδες χάρτη. 0 στη περίπτωση σημείων.

Cover# Εσωτερικός κωδικός αρίθμησης πολυγώνου ή σημείου.

Cover-id Κωδικός αρίθμησης χρήστη, πολυγώνου ή σημείου.

pseudo node

Ψεύδο- κόμβος: Ένας κόμβος στον οποίο συναντούνται αποκλειστικά δύο τόξα ή η αρχή και το πέρας ενός κλειστού πολυγώνου. Πολλές φορές οι ψευδο-κόμβοι χρησιμοποιούνται για τη διαίρεση γραμμών σε τμήματα το κάθε ένα με διαφορετικές ιδιότητες. Ανάλογες δυνατότητες προσφέρει το μοντέλο route-systems.

record

Κάθε «γραμμή» στον πίνακα περιγραφικών ιδιοτήτων.

relate

Μια διαδικασία συσχέτισης μεταξύ records σε διαφορετικούς πίνακες χρησιμοποιώντας ένα πεδίο (item), κοινό και στους δύο συσχετιζόμενους πίνακες. Κάθε γραμμή (record) στον ένα πίνακα συσχετίζεται σε μία ή περισσότερες γραμμές (records) στον άλλο πίνακα με τον οποίο μοιράζονται ένα κοινό πεδίο. Με αυτόν τον τρόπο παρέχεται η δυνατότητα της φύλαξης πλήθους ιδιοτήτων, κάθε μία σε διαφορετικό πεδίο, σε διαφορετικούς πίνακες μέσω προσωρινής συσχέτισης. Παράλληλα παρέχεται και η δυνατότητα της αντιστοίχισης πολλών διαφορετικών τιμών μιας συγκεκριμένης ιδιότητας σε

κάθε γεωγραφικό στοιχείο (one-to-many relationship).

route

Μια γεωγραφική κλάση που αντιπροσωπεύει γραμμικά στοιχεία. Αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη περιγραφική ιδιότητα του γραμμικού στοιχείου, η οποία συνήθως δεν διατηρεί σταθερή την τιμή της κατά μήκος ολόκληρου του τόξου. Κάθε route αποτελείται από σύνολο τμημάτων τόξων (sections), η διάταξη των οποίων γίνεται σύμφωνα με μονοδιάστατο σύστημα μέτρησης, κατά μήκος της, με τιμή 0 στην αφετηρία και συνεχώς αυξανόμενες τιμές.

route-system

Μια συλλογή από routes που αναπαριστούν διαφορετικά τμήματα μιας κοινής γραμμικής οντότητας. Για παράδειγμα ένα σύνολο διαδρομών (routes) που αναπαριστούν γραμμές λεωφορείων σε μία πόλη ανήκουν σε ένα κοινό route-system. Σε ένα γραμμικό θεματικό επίπεδο μπορεί να υπάρχει σύνολο διαφορετικών route-systems, ανάλογα με τη θεματική ενότητα στην οποία η κάθε μία αναφέρεται. Έτσι στο ίδιο γραμμικό θεματικό επίπεδο, λόγου χάρη, των οδών μιας πόλης, μπορούν να συνυπάρχουν το σύνολο των γραμμών λεωφορείων, οι διαδρομές παραλαβής απορριμμάτων, οι διαδρομές που ακολουθεί ο στόλος των οχημάτων του ταχυδρομείου, κ.ά.

Σ.Γ.Π.

Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας.

user-id

Κωδικός χρήστη: Ένας ακέραιος ή αλφαριθμητικός κωδικός αρίθμησης, για κάθε γεωγραφική οντότητα μέσα στο θεματικό επίπεδο, η τιμή του οποίου καθορίζεται από τον χρήστη.

vector

Διανυσματική απεικόνιση: Η μέθοδος αναπαράστασης χαρτογραφικών χαρακτηριστικών με καταχώρηση των συντεταγμένων x,y των πιο σημαντικών σημείων που τα απαρτίζουν. Κάθε γεωγραφικό χαρακτηριστικό σε διανυσματική μορφή μπορεί να συνοδεύεται και από σύνολο περιγραφικών ιδιοτήτων.