

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ &
ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
Δ/ΝΣΗ ΕΡΓΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ & ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ - ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ
& ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

MINISTRY OF ENVIRONMENT, REGIONAL
PLANNING & PUBLIC WORKS

GENERAL SECRETARIAT OF PUBLIC WORKS
SECRETARIAT OF WATER SUPPLY & SEWAGE

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
DIVISION OF WATER RESOURCES - HYDRAULIC
& MARITIME ENGINEERING

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ 9
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ
ΜΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ GIS

RESEARCH PROJECT
EVALUATION AND MANAGEMENT OF THE
WATER RESOURCES OF STEREA HELLAS

VOLUME 9
ORGANIZATION AND
MANAGEMENT OF HYDROLOGIC
BASIN INFORMATION
BY USE OF GIS TECHNIQUES

ΣΥΝΤΑΞΗ: Ι. ΣΠΥΡΑΚΟΣ & Ι. ΣΤΑΜΑΤΑΚΗ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Θ. ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ
ΚΥΡΙΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ: Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ

BY: I. SPIRAKOS & I. STAMATAKI
SCIENTIFIC DIRECTOR: TH. XANTHOPOULOS
PRINCIPAL INVESTIGATOR: D. KOUTSOYIANNIS

ΑΘΗΝΑ - ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1992

ATHENS - OCTOBER 1992

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΜΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ GIS

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
0.1 Αντικείμενο του τεύχους - Ιστορικό.....	1
0.2 Διάρθρωση του τεύχους.....	2
1. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ - ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ.....	3
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ G.I.S.....	5
2.1 Ψηφιακοί χάρτες.....	6
2.2 Διόρθωση λαθών.....	8
2.3 Τοπολογία.....	8
2.4 Σύνθεση των φύλλων χάρτη.....	10
2.4.1 Edgematch.....	10
2.4.2 Append.....	10
4. ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.....	13
5. ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	15
6. ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	16
7. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΤΩΝ.....	18
8. ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	20

0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

0.1 Αντικείμενο του τεύχους - Ιστορικό

Στο τεύχος αυτό περιγράφονται οι εργασίες που απαιτήθηκαν για την ανάπτυξη ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) για πληροφορίες υδρολογικού χαρακτήρα, που έγιναν στα πλαίσια του ερευνητικού έργου *Εκτίμηση και διαχείριση των υδατικών πόρων της Στερεάς Ελλάδας* (φάση Α). Το εν λόγω ερευνητικό έργο ανατέθηκε και χρηματοδοτήθηκε από τη Διεύθυνση Ύδρευσης και Αποχέτευσης του ΥΠΕΧΩΔΕ (απόφαση Δ6/20595/9-5-1991) σε ερευνητική ομάδα του Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων του ΕΜΠ με επιστημονικό υπεύθυνο τον καθηγητή Θ. Ξανθόπουλο.

Η συγκεκριμένη εργασία, την οποία καλύπτει το τεύχος αυτό, δεν προδιαγράφεται στο Παράρτημα της απόφασης ανάθεσης, δηλαδή έγινε επί πλέον των συμβατικών απαιτήσεων του ερευνητικού έργου. Η εκπόνηση αυτής της εργασίας κρίθηκε απαραίτητη λόγω της μεγάλης έκτασης της περιοχής μελέτης και του μεγάλου πλήθους των πληροφοριών που θα απαιτηθούν για την ολοκλήρωση των τριών προβλεπόμενων φάσεων του ερευνητικού έργου. Επί πλέον κρίθηκε σκόπιμη η έναρξη της ανάπτυξης του Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών ήδη από την πρώτη φάση του έργου, προκειμένου να αποκτηθεί εμπειρία και να υποβοηθηθεί και η εκπόνηση άλλων εργασιών.

Στην πρώτη φάση του έργου μας απασχόλησαν πληροφορίες τοπογραφικού-υψομετρικού χαρακτήρα (ακτογραμμές, περιγράμματα λιμνών, ισοϋψείς καμπύλες) και υδρολογικού χαρακτήρα (λεκάνες απορροής, υδρογραφικό δίκτυο, σταθμοί μετρήσεων). Στην ανάπτυξη του συστήματος αφενός χρησιμοποιήθηκε έτοιμο λογισμικό (πακέτο GIS) και αφετέρου συντάχθηκε ειδικό λογισμικό μελετημένο ειδικά για τις ανάγκες του έργου.

Η μέχρι τώρα προσπάθεια ήταν αρκετά επίπονη αφού απαιτήθηκε εκτεταμένη εισαγωγή πολλών πληροφοριών από χάρτες με ψηφιοποίηση, επειδή δεν διατίθενται έτοιμοι ψηφιακοί χάρτες. Γενικά διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν σημαντικά προβλήματα στην εκπόνηση τέτοιου είδους εργασιών, τα οποία σχετίζονται τόσο με την εκμάθηση της λειτουργίας του έτοιμου λογισμικού όσο και με τις περιορισμένες δυνατότητες του τελευταίου, ιδίως σε περιβάλλον προσωπικού υπολογιστή (PC). Η πλήρης αξιοποίηση των δυνατοτήτων των πακέτων έτοιμου λογισμικού απαιτεί ισχυρό υπολογιστικό περιβάλλον (σταθμό εργασίας με λειτουργικό σύστημα UNIX) καθώς και περιφερειακές μονάδες σημαντικού κόστους (digitizer, plotter). Παρόλες τις δυσκολίες, υπάρχουν ήδη ορισμένα πολύ θετικά αποτελέσματα τα οποία όμως δεν είναι ολοκληρωμένα στη φάση αυτή. Εκτιμάται όμως ότι οι εργασίες θα πρέπει να συνεχιστούν και στις επόμενες φάσεις με την ολοκλήρωση των εργασιών που ξεκίνησαν και με την εισαγωγή στο σύστημα και την επεξεργασία και άλλων πληροφοριών, όπως γεωλογικών, υδρογεωλογικών, χρήσεων νερού και διαχειριστικών.

0.2 Διάρθρωση του τεύχους

Το τεύχος περιλαμβάνει, εκτός από την παρούσα εισαγωγή, οχτώ κεφάλαια. Το κεφάλαιο 1 αναλύει τις προδιαγραφές και τις βασικές επιλογές του συστήματος. Το κεφάλαιο 2 αποτελεί μια εισαγωγή στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών. Στα κεφάλαια 3 έως 7 περιγράφονται αναλυτικά οι εργασίες που έγιναν. Τέλος στο κεφάλαιο 8 παρουσιάζονται ορισμένα αριθμητικά αποτελέσματα που προήλθαν από επεξεργασία των δεδομένων του συστήματος. Ακόμη το τεύχος συνοδεύεται από ένα αριθμό επεξηγηματικών σκαριφημάτων αλλά και σχημάτων που έγιναν αυτόματα από το σύστημα.

1. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ - ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι η σύνταξη ενός συστήματος με το οποίο θα είναι δυνατή η αυτόματη εξαγωγή συγκεκριμένης υδρολογικής πληροφορίας με γρήγορο, εύκολο και οικονομικό τρόπο. Οι πληροφορίες οι οποίες (σε πρώτη φάση) περιέχονται στο σύστημα είναι κυρίως οι εξής: α) οι λεκάνες απορροής, β) το υδρογραφικό δίκτυο (υδατορεύματα), γ) οι σταθμοί μετρήσεων υδρολογικών στοιχείων και δ) η υψομετρική πληροφορία (ισοϋψείς καμπύλες, ακτογραμμές, περιγράμματα λιμνών).

Η περιοχή εφαρμογής εκτείνεται από το Μέτσοβο (βόρεια) μέχρι το νοτιότερο άκρο της Αττικής και από την Λευκάδα (δυτικά) μέχρι τη νήσο Σκύρο (ανατολικά) και περιέχει τις υδρολογικά ενδιαφέρουσες λεκάνες της ευρύτερης περιφέρειας της Στερεάς Ελλάδας.

Η χαρτογραφική ακρίβεια του συστήματος ορίσθηκε έτσι ώστε οι πληροφορίες αυτές να μπορούν να αποδοθούν σε κλίμακα 1:250.000 ή μικρότερη. Η απόδοσή τους σε μεγαλύτερη κλίμακα είναι δυνατή αλλά όμως με χαμηλότερη γεωγραφική πιστότητα.

Τα ζητούμενα τελικά "προϊόντα" του συστήματος ορίσθηκαν να είναι τα εξής:

Αριθμητικά στοιχεία:

- A.1. Συνολικό εμβαδό λεκανών απορροής.
- A.2. Μέσο υψόμετρο λεκανών απορροής.
- A.3. Το ιστόγραμμα ποσοστιαίας κατανομής των υψομέτρων ανά λεκάνη απορροής.

Γεωγραφικά στοιχεία:

- B.1. Σχεδίαση (σε οθόνη, σε εκτυπωτή και plotter) των δεδομένων εισόδου στην επιθυμητή κλίμακα, με ολοκληρωμένη χαρτογραφική παρουσίαση στην ελληνική και/ή αγγλική γλώσσα (τίτλοι, λεζάντες, υπομνήματα κ.λ.π.).
- B.2. Σχεδίαση (σε οθόνη και plotter) των μηκοτομών του υδρογραφικού δικτύου στην επιθυμητή κλίμακα και με τα ανάλογα υπομνήματα στην ελληνική και/ή αγγλική γλώσσα.

Για την εξαγωγή των A.2, A.3 και B.2 στοιχείων κρίθηκε απαραίτητη η δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου εδάφους (Digital Elevation Model).

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων κρίθηκε απαραίτητη η συγκρότηση ενός Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (G.I.S.) με "υβριδική δομή". Η αποκλειστική χρησιμοποίηση ενός έτοιμου λογισμικού πακέτου GIS, σε μικροϋπολογιστή IBM συμβατού τύπου, δεν ήταν δυνατή τόσο λόγω του μεγάλου μεγέθους των δεδομένων όσο και της δυσκολίας δημιουργίας του ψηφιακού μοντέλου εδάφους. Γι' αυτό τον λόγο έγινε χρήση τόσο ενός έτοιμου πακέτου (ARC/INFO) όσο και η σύνταξη και χρήση ειδικού λογισμικού, μελετημένου ειδικά για τις ανάγκες της μελέτης.

Το έτοιμο λογισμικό (ARC/INFO σε PC) χρησιμοποιήθηκε για την ψηφιοποίηση και εισαγωγή της πληροφορίας στο σύστημα καθώς και για την δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους (ARC/INFO σε UNIX).

Το ειδικό λογισμικό (το οποίο συντάχθηκε στη γλώσσα προγραμματισμού "C") χρησιμοποιήθηκε στην συμπλήρωση της εισαχθείσας πληροφορίας, στην τοπολογική ενημέρωσή της, στην επεξεργασία (ανάλυση) και στην χαρτογραφική απόδοσή της. Έτσι δημιουργήθηκε ένα σύνολο προγραμμάτων εκ των οποίων το καθένα ξεχωριστά παράγει τα παραπάνω ζητούμενα στοιχεία, δηλαδή ανεξάρτητα προγράμματα που αντιστοιχούν στα ζητούμενα στοιχεία εξόδου: A.1-3, B.1-2.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ G.I.S

Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π) γνωστά περισσότερο από το διεθνή όρο GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (G.I.S) αποτελούν εργαλεία, με τη βοήθεια των οποίων μπορούμε να συσχετίσουμε τη γεωγραφική με την περιγραφική πληροφορία.

Η γεωγραφική πληροφορία εισάγεται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή (H/Y) με ειδικές μεθόδους, οι οποίες αναφέρονται παρακάτω. Η πληροφορία αυτή, κωδικοποιείται έτσι ώστε τα δεδομένα να εισάγονται σε ειδικούς πίνακες, οι οποίοι αποτελούν τη βάση των δεδομένων. Έτσι, από τη στιγμή που έχει εισαχθεί η γεωγραφική πληροφορία, στη βάση δεδομένων, είμαστε σε θέση να επεξεργαστούμε αυτή την πληροφορία και να κάνουμε αναλύσεις, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα προγράμματα που μας παρέχει το σύστημα των Γεωγραφικών Πληροφοριών και τέλος να εξάγουμε τα αποτελέσματα σε πινακοποιημένη μορφή ή σε χάρτες, που ονομάζονται ψηφιακοί. Ένα πεδίο εφαρμογής των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών είναι και η Υδρολογία.

Στη συγκεκριμένη μελέτη, η γεωγραφική πληροφορία που λήφθηκε από τους τοπογραφικούς χάρτες, προκειμένου να δημιουργηθούν οι αντίστοιχοι ψηφιακοί χάρτες, σχετίζεται με τις υψομετρικές καμπύλες, τα ποτάμια, τις λεκάνες απορροής και τους βροχομετρικούς σταθμούς της Στερεάς Ελλάδας.

Έτσι, στη παρούσα μελέτη, έγινε συσχέτιση του ψηφιοποιημένου τοπογραφικού χάρτη με πίνακες που βρίσκονται στη βάση δεδομένων και περιέχουν υψόμετρα των υψομετρικών καμπυλών, εμβαδά και περιμέτρους των λεκανών απορροής, καθώς και κωδικούς που ορίζουν τις ονομασίες είτε των λεκανών απορροής είτε χαρακτηριστικών σημείων πάντα στο χάρτη (χαρακτηριστικά σημεία σε ένα χάρτη, μπορεί να είναι οι βροχομετρικοί ή υδρογραφικοί σταθμοί μιας γεωγραφικής περιοχής), για την περίπτωση που αναφερόμαστε σε υδρογραφικά δεδομένα.

Η γεωγραφική πληροφορία αντλήθηκε από πολλά φύλλα χάρτη. Με χρήση της τεχνολογίας των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, είναι εύκολη η συλλογή δεδομένων από πολλούς χάρτες, αλλά συγχρόνως είναι χρονοβόρα εργασία και απαιτεί κατάλληλο εξοπλισμό.

Η εισαγωγή των δεδομένων έγινε με τη μέθοδο της χειροκίνητης ψηφιοποίησης (manual digitizing), αφού επιλέχθηκε ανάμεσα από άλλες μεθόδους οι οποίες είναι οι παρακάτω:

α) Η αυτόματη σάρωση του χάρτη και μετατροπή των δεδομένων από raster σε vector.

Η μέθοδος αυτή απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό σημερινής αξίας περίπου 6 εκατομμυρίων δραχμών. Επίσης, πριν ξεκινήσει η διαδικασία της σάρωσης θα έπρεπε να μεταφερθούν σε ξεχωριστές διαφάνειες, οι υψομετρικές καμπύλες, τα ποτάμια, οι λεκάνες απορροής και οι

σταθμοί και στη συνέχεια να ακολουθήσει η σάρωση γιατί δεν είναι εύκολο ο σαρωτής να ξεχωρίσει από τον σαρωμένο τοπογραφικό χάρτη τις παραπάνω πληροφορίες.

Έτσι λοιπόν κρίναμε ότι αυτή η μέθοδος δεν μας καλύπτει οικονομικά γιατί το κόστος της είναι μεγάλο σε σχέση με το κόστος της χειροκίνητης ψηφιοποίησης, η οποία για να ολοκληρωθεί απαιτεί μόνο ένα ψηφιοποιητή (digitizing table), ο οποίος στοιχίζει φθηνότερα από ένα σαρωτή.

Εκτός από το αυξημένο κόστος του σαρωτή, αναφέρθηκε ότι χρειάζεται και επιπλέον εργασία, η οποία είναι η μεταφορά της πληροφορίας που μας ενδιαφέρει από το χάρτη στις διαφάνειες και στη συνέχεια η σάρωσή τους.

β) Εισαγωγή των δεδομένων με χρήση G.P.S. (δορυφορικό σύστημα εντοπισμού θέσης).

Αυτή η μέθοδος εισαγωγής της γεωγραφικής πληροφορίας στη βάση δεδομένων του υπολογιστή, δεν μπορεί να εφαρμοσθεί στην παρούσα μελέτη, γιατί θα έπρεπε να τοποθετηθεί ο φορητός δέκτης G.P.S. σε πάρα πολλά σημεία στο έδαφος με σκοπό τον εντοπισμό των συντεταγμένων των σημείων αυτών και την κατόπιν μεταφορά τους στο σύστημα των Γεωγραφικών Πληροφοριών. Όπως είναι εμφανές, είναι αδύνατο, να χρησιμοποιηθεί αυτή η μέθοδος, για ολόκληρο το υδρογραφικό δίκτυο της Στερεάς Ελλάδας καθώς και για τις υψομετρικές της καμπύλες.

γ) Τοπογραφικές μετρήσεις υπαίθρου.

Οι μετρήσεις υπαίθρου, είναι μία εργασία παρόμοια με αυτή που αναφέρθηκε παραπάνω με το G.P.S., με τη μόνη διαφορά ότι στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιούνται τοπογραφικά όργανα για τον εντοπισμό της θέσης των σημείων. Και αυτή η μέθοδος είναι πρακτικά αδύνατη για την γεωγραφική έκταση στην οποία αναφερόμαστε, δηλαδή την Στερεά Ελλάδα.

Ένα σημείο το οποίο πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα στην επιλογή της μεθόδου, είναι το κόστος της όσο αφορά τον εξοπλισμό και τα εξειδικευμένα άτομα που θα εργαστούν, η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που θα έχουμε χρησιμοποιώντας τη συγκεκριμένη μέθοδο και ο χρόνος ολοκλήρωσης της εργασίας.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, καταλήξαμε στη μέθοδο της χειροκίνητης ψηφιοποίησης, όπου απαιτήθηκαν 3 άτομα για την ψηφιοποίηση, η οποία ολοκληρώθηκε σε 7 μήνες περίπου.

2.1 Ψηφιακοί χάρτες.

Οι ψηφιακοί χάρτες στη γλώσσα του ARC/INFO μεταφράζονται ως coverages δηλαδή χάρτες που παράγονται μετά την ψηφιοποίηση και είναι σε μορφή VECTOR, δηλαδή μια καμπύλη που αντιπροσωπεύει ποτάμι ή είναι υψομετρική καμπύλη, μετατρέπεται σε διάλυσμα ή σύνολα διανυσμάτων.

Σαν coverage μπορούμε να θεωρήσουμε ένα επίπεδο χαρτογραφικής πληροφορίας. Ο χάρτης που παράγεται ως τελικό αποτέλεσμα, μπορεί να είναι η σύνθεση πολλών coverages. Σε κάθε coverage αποθηκεύεται το όνομά του, η γεωγραφική του θέση και κάποια στοιχεία που το αποτελούν όπως π.χ. υψόμετρα, εμβαδά, περίμετροι και συντεταγμένες σημείων, ανάλογα πάντα από το είδος της πληροφορίας.

Έτσι για κάθε γραμμή που μπορεί να αντιστοιχεί σε μία υψομετρική καμπύλη, εκτός από τον ορισμό του μήκους της, της αρχής και του τέλους της, δίνεται και η πληροφορία του υψομέτρου της (μόνο αυτή η πληροφορία μας χρειάζεται στη συγκεκριμένη μελέτη).

Σ' αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθούν τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν ένα ψηφιακό χάρτη. Ένας ψηφιακός χάρτης αποτελείται από: nodes, arcs, labels, polygons, tics.

□ Nodes (Κόμβοι)

Κόμβους ονομάζουμε τα σημεία εκείνα τα οποία αποτελούν την αρχή και το τέλος κάθε τόξου ή τα σημεία εκείνα στα οποία καταλήγει ένα τόξο ή διάνυσμα.

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες τόξων: (σχήμα 1)

α) nodes όταν τρία τουλάχιστον τόξα καταλήγουν σε ένα κόμβο

β) pseudo nodes όταν δύο μόνο τόξα καταλήγουν σε ένα κόμβο

γ) dangle nodes όταν ένας μόνο κόμβος είναι αρχή ή τέλος κάποιου τόξου, χωρίς κάποιο άλλο να καταλήγει σ' αυτόν.

□ Arcs (Τόξα)

Τόξο αποτελεί μία γραμμή του χάρτη η οποία αρχίζει και τελειώνει σε κόμβο. Τα χαρακτηριστικά των τόξων είναι αποθηκευμένα σε αρχείο που ονομάζεται AAT (Arc Attribute Table).

□ Labels (Χαρακτηριστικά σημεία)

Ένα χαρακτηριστικό σημείο σ' ένα coverage μπορεί να είναι είτε π.χ. κάποιος βροχομετρικός ή υδρομετρικός σταθμός είτε να είναι σημείο το οποίο χαρακτηρίζει κάθε πολύγωνο, που έχουμε δημιουργήσει. Για παράδειγμα, μπορεί να χαρακτηρίζει την ταυτότητα μίας λεκάνης απορροής και να περιέχει την ονομασία αυτής της λεκάνης, σε κωδικοποιημένη μορφή.

□ Polygons (Πολύγωνα)

Ένα πολύγωνο ορίζεται από τόξα τα οποία ορίζουν την περίμετρό του και ένα εσωτερικό σημείο (label). Το κάθε πολύγωνο περικλείεται από τα γειτονικά πολύγωνα και δεν χαρακτηρίζεται ποτέ με το label ενός άλλου πολυγώνου. Με τα πολύγωνα ορίζουμε επιφάνειες ενός χάρτη. Οι πληροφορίες που συνοδεύουν τα πολύγωνα, αποθηκεύονται σε ένα αρχείο που ονομάζεται PAT (Polygon Attribute Table).

□ Tics (Σημεία αναφοράς)

Τα tics αποτελούν τα σημεία αναφοράς στο χάρτη που πρόκειται να ψηφιοποιηθεί. Αυτά, έχουν γνωστές γεωδαιτικές συντεταγμένες στο σύστημα αναφοράς που θέλουμε. Τα σημεία αυτά τα χρειαζόμαστε για να μετατρέψουμε τις συντεταγμένες του χάρτη από αυτές του ψηφιοποιητή σε πραγματικές. Η συγκεκριμένη μετατροπή γίνεται από το σύστημα με τον παρακάτω πολυωνυμικό μετασχηματισμό:

$$x' = a_2x + b_1y + c_2$$

$$y' = a_1x + b_2y + c_1$$

Έχουμε 6 άγνωστες παραμέτρους ($a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2$) συνεπώς για τον υπολογισμό τους απαιτούνται 3 σημεία και πρακτικά 4 για έλεγχο.

α User-id (Κωδικός)

Το user-id, είναι ένας κωδικός αριθμός, οποίος χρησιμοποιείται όταν θελήσουμε να δώσουμε όνομα με τη μορφή αριθμού σε μία λεκάνη απορροής για παράδειγμα, ή σε έναν βροχομετρικό σταθμό ή να δώσουμε το υψόμετρο σε κάποια υψομετρική καμπύλη. Αυτός ο αριθμός μέσα στη βάση δεδομένων καλείται με το όνομα user-id.

2.2 Διόρθωση λαθών.

Γνωρίζοντας λοιπόν τον ορισμό των παραπάνω στοιχείων, καθώς και τον τρόπο χρησιμοποίησής τους γίνεται η εισαγωγή στοιχείων στον H/Y με σκοπό την παραγωγή ενός ψηφιακού χάρτη.

Αφού ολοκληρώνεται η εισαγωγή δεδομένων, χρειάζεται να διορθωθούν τα λάθη που έγιναν κατά τη διάρκεια της ψηφιοποίησης και κατόπιν να κτιστεί η τοπολογία γραμμών και πολυγώνων. Η διόρθωση των λαθών γίνεται με το πρόγραμμα CLEAN του πακέτου λογισμικού ARC/INFO.

Ως λάθη, ορίζονται τα κενά που σχηματίζονται μεταξύ δύο κόμβων και τα dangle nodes, καθώς επίσης και διανύσματα τα οποία έχουν ψηφιοποιηθεί δύο φορές. Στο σχήμα 2 φαίνεται η διαδικασία της διόρθωσης.

Κατά τη χρήση της εντολής CLEAN, δίνεται μια ανοχή συντεταγμένων σε μέτρα, έτσι ώστε όλοι οι κόμβοι που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη ή ίση με της δοσμένης ανοχής, να γίνονται ένας.

Μετά τη χρήση της εντολής CLEAN, γίνεται έλεγχος του coverage του οποίου διορθώθηκαν τα λάθη. Ο έλεγχος έγινε με τη χρήση του προγράμματος ARCEDIT, όπου μπορούν να διορθωθούν τα λιγιστά λάθη που υπάρχουν ακόμη ή να ξαναχρησιμοποιηθεί η εντολή CLEAN, προκειμένου να γίνει μια δεύτερη διόρθωση λαθών.

2.3 Τοπολογία.

Από τη στιγμή που δεν έχουν απομείνει άλλοι αιμρούμενοι κόμβοι και γενικότερα δεν υπάρχουν άλλα λάθη, συνεχίζεται η εργασία με τη διαδικασία κτισίματος της τοπολογίας των γραμμών και των πολυγώνων με την εντολή BUILD. Έτσι πραγματοποιείται η αυτόματη δημιουργία

πολυγωνικών labels αν μιλάμε για πολύγωνα, ή το κτίσιμο της τοπολογίας γραμμών αν μιλάμε για γραμμές (δρόμοι, ποτάμια, κλπ.).

Εάν προστεθεί ή αφαιρεθεί κάποιο στοιχείο (γραμμή ή κόμβος) στον ψηφιακό χάρτη που αναφέρεται σε πολύγωνο ή σε τόξο, πρέπει να ξανακτιστεί η τοπολογία γραμμών - πολυγώνων.

Μετά από αυτή τη διαδικασία, στον ψηφιακό χάρτη έχουν δημιουργηθεί τα δύο αρχεία τοπολογίας: το PAT (polygon attribute table) και το AAT (arc attribute table) τα οποία περιέχουν πληροφορίες για τα πολύγωνα και τις γραμμές αντίστοιχα. Οι πληροφορίες που δίνει το PAT αρχείο για τα πολύγωνα, είναι σχετικές με το εμβαδό των πολυγώνων, την περίμετρό τους, και τον αριθμό του label με τον οποίο ορίζεται το πολύγωνο.

Αντίστοιχα, το AAT αρχείο περιέχει πληροφορίες για τα μήκη των γραμμών (LENGTH) τους κόμβους αρχής (FNODE) και τέλους της γραμμής (TNODE) και το πολύγωνο που βρίσκεται αριστερά της κάθε γραμμής (LPOLY) και δεξιά της (RPOLY). Τα δύο αυτά αρχεία, βρίσκονται στη βάση δεδομένων.

Το κτίσιμο της τοπολογίας απαιτείται, ανάλογα με την εργασία, έτσι ώστε να είμαστε σε θέση να επεξεργαστούμε την συγκεκριμένη πληροφορία, να κάνουμε τις αναλύσεις και να εξάγουμε τα συμπεράσματά μας. Έτσι, αφού δημιουργήθηκε η τοπολογία και ενημερώθηκε η βάση δεδομένων, είναι δυνατός ο σχηματισμός λογικών ερωτήσεων στο σύστημα, όπως π.χ.:

- (?) Ποιά είναι η λεκάνη απορροής με User-id ίσο με έναν κωδικό που εμείς έχουμε δώσει.
- (?) Ποιές λεκάνες απορροής έχουν εμβαδό μεγαλύτερο από x τετραγωνικά χιλιόμετρα και λιγότερο από y τετραγωνικά χιλιόμετρα.
- (?) Ποιές λεκάνες απορροής έχουν εμβαδόν άνω των x τετραγωνικών χιλιομέτρων και περίμετρο μεταξύ y και z χιλιομέτρων.

Οι ερωτήσεις αυτές μπορούν να γίνουν είτε χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα ARCEDIT είτε το πρόγραμμα ARCPLOT. Το πρόγραμμα ARCPLOT είναι ένα τμήμα του λογισμικού του ARC/INFO με το οποίο μπορούμε αλληλοεπικοινωνιακά (interactively) να απεικονίσουμε (στην οθόνη, εκτυπωτή, plotter) τους ψηφιακούς χάρτες. Το πρόγραμμα ARCEDIT είναι ένα τμήμα του λογισμικού του ARC/INFO με το οποίο μπορούμε αλληλοεπικοινωνιακά να διορθώσουμε τους ψηφιακούς χάρτες.

Ενώ στον ARCEDIT είμαστε σε θέση να δούμε δύο coverages το ένα πάνω στο άλλο, (π.χ. ποτάμια του χάρτη της Χαλκίδας με βροχομετρικούς σταθμούς του χάρτη της Χαλκίδας), στον ARCPLOT, μπορούμε να δούμε πάνω από δύο coverages, που αντιστοιχούν στην ίδια γεωγραφική περιοχή.

Επίσης με χρήση του ARCPLOT μπορούμε να δημιουργήσουμε πρόχειρα σχέδια για τον έλεγχο της ψηφιοποίησης. Στα σχέδια αυτά μπορούν να φανούν:

- α) Αιτηρούμενοι κόμβοι
- β) Διπλά ή καθόλου Labels στα πολύγωνα
- γ) Ψευδοκόμβοι

Η σχεδίαση πραγματοποιήθηκε στην ίδια κλίμακα με το χάρτη και σε διαφανές χαρτί ώστε με την επίθεσή της πάνω στον αρχικό χάρτη να είναι δυνατός ο έλεγχος της ακρίβειας, και πληρότητας της ψηφιοποίησης.

2.4 Σύνθεση των φύλλων χάρτη.

Μετά τη διόρθωση και το κτίσιμο της τοπολογίας των ψηφιακών χαρτών, ακολούθησε η διαδικασία ένωσης των γειτονικών χαρτών. Οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να ενώθούν δύο ή περισσότεροι χάρτες είναι οι:

α) EDGEMATCH και

β) APPEND

2.4.1 Edgematch.

Η εντολή edgematch επιτρέπει την τοπολογική ένωση γειτονικών χαρτών, δηλαδή των δύο coverages, μετά το build και clean. Η συγκεκριμένη εντολή, χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο, που μετακινεί το ένα coverage σε σχέση με το άλλο το οποίο παραμένει ακίνητο. Αυτό επιτυγχάνεται, αφού δοθεί μια μέγιστη απόσταση, τέτοια ώστε τα nodes των δύο διαφορετικών coverages τα οποία βρίσκονται σε απόσταση ίση ή μικρότερη από τη δοσμένη και βρίσκονται στο κοινό όριο των χαρτών, ενώνονται μεταξύ τους με την εντολή adjust.

Με την ένωση των nodes των δύο διαφορετικών coverages, τα arcs του ενός χάρτη δέχονται μια μικρή μετακίνηση, ώστε να αποτελέσουν τη συνέχεια των arcs του άλλου χάρτη που παραμένει ακίνητος.

Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην ταύτιση των αντίστοιχων στα coverages nodes, ώστε να μην ταυτιστούν λανθασμένα arcs. Για παράδειγμα, θα ήταν ανεπίτρεπτο λάθος να ταυτιστεί η υψομετρική καμπύλη των 200 μέτρων, με την καμπύλη των 0 ή 400 μέτρων ή ένα κύριο ποτάμι να ταυτιστεί και να ενωθεί με ένα παραπόταμο.

2.4.2 Append.

Μετά το edgematch ακολουθεί η εργασία με την οποία όλα τα coverages ή αλλιώς όλοι οι ψηφιακοί χάρτες που ψηφιοποιήθηκαν μεμονωμένα, ενώνονται και γίνονται ένα coverage με την εντολή APPEND.

Στην παρούσα εργασία τα 29 φύλλα χάρτη (1:100.000 της Γ.Υ.Σ.) τα οποία απαιτήθηκαν για την πλήρη κάλυψη της περιοχής μελέτης ενώθηκαν, τελικά, σε ένα μόνο coverage για κάθε υδρολογικό επίπεδο πληροφοριών.

3. ΤΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ (Ποτάμια)

Η περιοχή μελέτης μας αφορά τα υδατικά διαμερίσματα Αττικής, Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας που καλύπτονται από 29 χάρτες της Γ.Υ.Σ. όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Η κλίμακα των χαρτών είναι 1:100.000. Χρησιμοποιήθηκαν οι χάρτες αυτής της κλίμακας για τους παρακάτω λόγους:

- α) Ο κυριότερος λόγος, είναι οι προδιαγραφές ακρίβειας με βάση τις οποίες εκτελέστηκε η μελέτη. Οι προδιαγραφές ορίζουν έναν τελικό χάρτη κλίμακας 1:250.000. Θα ήταν επομένως υπερβολικό για την ακρίβεια της κλίμακας προδιαγραφών, να εργαστούμε με χάρτες μεγαλύτερης κλίμακας των 1:100.000. Επίσης με κλίμακα μικρότερη από 1:100.000, τα αποτελέσματά μας δε θα είχαν την αξιοπιστία που θα θέλαμε να πλησιάσουμε στην πραγματικότητα.
- β) Ο χρόνος που απαιτείται για την ψηφιοποίηση χαρτών κλίμακας 1:100.000 είναι λιγότερος από το χρόνο ψηφιοποίησης χαρτών κλίμακας π.χ. 1:50.000 και ενώ τώρα χρειάστηκαν 29 χάρτες, στην αντίθετη περίπτωση θα χρειαζόντουσαν περίπου τετραπλάσιοι χάρτες. Π.χ. η ψηφιοποίηση του υδρογραφικού δικτύου διάρκεσε δύο μήνες περίπου, ενώ η διάρκεια ψηφιοποίησης για περισσότερους από 29 χάρτες, θα ήταν αναλογικά μεγαλύτερη.
- γ) Αντίστοιχα ισχύουν και για το κόστος και τον κόπο ψηφιοποίησης. Περισσότερος χρόνος σημαίνει μεγαλύτερος κόπος και αυξημένο κόστος εργασίας.

Τα ποτάμια που τελικά ψηφιοποιήθηκαν ήταν αυτά που είχαν μήκος μεγαλύτερο από ένα περίπου χιλιόμετρο στην πραγματικότητα.

Επειδή κάθε φύλλο χάρτη ήταν μεγαλύτερο από τον ψηφιοποιητή, αποφασίστηκε να ψηφιοποιείται πρώτα το πάνω μέρος του χάρτη και στη συνέχεια το κάτω μέρος. Γι'αυτό το λόγο τοποθετήθηκαν στο χάρτη 6 ticks όπου τα 4 αποτέλεσαν σημεία των τεσσάρων άκρων του χάρτη και τα 2 ticks τοποθετήθηκαν ενδιάμεσα όπως φαίνεται στο σχήμα 4, και ακριβώς με την ίδια αρίθμηση.

Στα 6 ticks δόθηκαν συντεταγμένες από το τεύχος του ΟΚΧΕ στο οποίο υπάρχουν οι συντεταγμένες των άκρων των φύλλων χαρτού στο σύστημα ΕΓΣΑ '87 (Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987).

Η ψηφιοποίηση του υδρογραφικού δικτύου το οποίο απεικονίζεται στους 29 προαναφερθέντες χάρτες, έγινε με το πρόγραμμα ads. Τα ποτάμια ψηφιοποιήθηκαν με φορά από το υψηλότερο υψόμετρο προς το χαμηλότερο, δηλαδή την φορά της ροής τους. Μετά την ψηφιοποίηση δεν έγινε διόρθωση λαθών καθώς επίσης δεν έγινε και τοπολογία γραμμών, γιατί δεν χρειαζόταν.

Η εργασία που ακολούθησε ήταν η τοπολογική ένωση των 29 χαρτών. Είχαμε λοιπόν 29 coverages που περιείχαν ποτάμια και τελικά τα 29 coverages με τις εντολές edgematch και append, έγιναν ένα coverage.

Το edgematch έγινε με σκοπό να μετακινηθούν ορισμένα τμήματα των coverages έτσι ώστε το ένα coverage να αποτελεί ομαλή συνέχεια του γειτονικού του. Αυτή η λειτουργία χρειάζεται να γίνει είτε εξ' αιτίας λαθών κατά τη διάρκεια της ψηφιοποίησης η οποία δεν επιτυγχάνεται με ακρίβεια, είτε επειδή οι χάρτες της Γ.Υ.Σ. δεν έχουν τυπωθεί σωστά σε κάποιες ενώσεις τους με αποτέλεσμα, μία γραμμική ποταμού να μην συνεχίζεται με ακρίβεια στον επόμενο χάρτη.

Έτσι, κρατώντας σταθερό ένα ψηφιακό χάρτη, π.χ. της Χαλκίδας, μετακινούνται τα arcs των χαρτών Ψαχνά και Καρύστου, όπως φαίνεται στα Σχήματα 5 και 6. Τα σκιαγραφημένα τμήματα είναι αυτά που δέχονται μικρή μετακίνηση.

Το ίδιο ισχύει και για το χάρτη του Πειραιά, όπου αποτελεί το ακίνητο coverage, σε σχέση με τους χάρτες Χαλκίδα και Λαύριο, όπου δέχονται μικρή μετακίνηση στα τμήματα που είναι σκιαγραφημένα. Έτσι το edgematch επιτυγχάνεται μετακινώντας το πάνω και το δεξί coverage του προς ένωση χάρτου, ώστε το σφάλμα της ψηφιοποίησης να μοιράζεται ίσα στον τελικό χάρτη.

Μετά τη διαδικασία του edgematch, ακολουθεί η εργασία τελικής ένωσης των coverages που περιέχουν το υδρογραφικό δίκτυο της Στερεάς Ελλάδας, σε ένα coverage.

Στη συνέχεια με τον ARCEDIT ή τον ARCPLOT, μπορούμε εύκολα να δούμε στην οθόνη το coverage του συνολικού υδρογραφικού δικτύου της Στερεάς Ελλάδας. Δεν μπορούμε βέβαια να κάνουμε ερωτήσεις στο σύστημα, γιατί όπως προαναφέρθηκε δεν έγινε τοπολογία γραμμών και δεν ενημερώθηκε η βάση δεδομένων με πληροφορίες για τα ποτάμια που ψηφιοποιήθηκαν.

4. ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Στους χάρτες της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:100.000, σχεδιάστηκαν οι λεκάνες απορροής. Η σχεδίασή τους βασίστηκε στα στοιχεία που πήραμε από τα φυλλάδια του Υπουργείου Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, στα οποία απεικονίζονταν οι λεκάνες σε κάθε υδατικό διαμέρισμα, στην κλίμακα 1:500.000, όπου φαίνονται τα όρια της κάθε λεκάνης και ο κωδικός αριθμός που αντιστοιχεί στη κάθε λεκάνη. Εκτός από τις λεκάνες απορροής ψηφιοποιήθηκαν και οι ακτογραμμές.

Τα coverages των λεκανών απορροής αποτέλεσαν διαφορετικό layer σε σχέση με το layer των υψομετρικών καμπυλών και το layer του υδρογραφικού δικτύου.

Οι λεκάνες απορροής βρίσκονται σε ένα και μοναδικό coverage του οποίου το όνομα είναι BASIN. Σ' αυτή την περίπτωση, δε χρειάστηκε μετά την ψηφιοποίηση να γίνει edgемatch και append (σχήμα 7).

Η τοποθέτηση του χάρτη στον ψηφιοποιητή έγινε όπως και στην περίπτωση των υψομετρικών καμπυλών και του υδρογραφικού δικτύου. Δηλαδή, τοποθετήθηκε πρώτα το πάνω μισό του χάρτη και στη συνέχεια το κάτω μισό του ίδιου χάρτη, στον ψηφιοποιητή, αρκεί να γίνει η εισαγωγή των σωστών ticks για το κάθε κομμάτι χάρτη. Δηλαδή, για όλους τους χάρτες που απεικονίζουν τη Στερεά Ελλάδα, έγινε εισαγωγή των συντεταγμένων των 6 ticks που προαναφέρθηκαν. Στο Σχ. 8 φαίνονται οι θέσεις των ticks και των 29 φύλλων χάρτη της περιοχής μελέτης.

Οι συντεταγμένες όλων των ticks, ελήφθησαν από το τεύχος του ΟΚΧΕ και αναφέρονται στο ΕΓΣΑ '87. Η κάθε λεκάνη απορροής ψηφιοποιήθηκε, ώστε να αποτελεί ένα και μοναδικό πολύγωνο. Μετά την ψηφιοποίηση εκτελέστηκε η εντολή CLEAN, με σκοπό να διορθωθούν λάθη της ψηφιοποίησης ώστε να "κλείσουν" ορισμένα πολύγωνα και να αφαιρεθούν τα dangles nodes που έχουν προαναφερθεί.

Αμέσως μετά το CLEAN κτίστηκε η τοπολογία των πολυγώνων στο PAT αρχείο, με αποτέλεσμα το κάθε πολύγωνο να έχει τον δικό του εσωτερικό αριθμό (label), δηλαδή την ταυτότητά του, το εμβαδόν και την περιμέτρό του όπως δείχνει ο παρακάτω πίνακας:

ITEM NAME	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Area	= Εμβαδόν πολυγώνου
Perimeter	= Περίμετρος πολυγώνου
User-id	= Κωδικός πολυγώνου

Όπως παρατηρούμε και από το σχέδιο των λεκανών ως λεκάνες απορροής έχουν σχεδιαστεί και οι ακτογραμμές ορισμένων νησιών, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 7 με τις λεκάνες απορροής.

Πριν την τελική εκτύπωση των λεκανών απορροής, πραγματοποιήθηκε ο έλεγχός τους, αφού έγινε μία πρόχειρη εκτύπωσή τους, όπου και εντοπίστηκαν τα λάθη (δηλαδή διανύσματα που δεν ενώνονται και άρα πολύγωνα που δεν έκλεισαν, dangle nodes , δύο φορές ψηφιοποιημένα διανύσματα κ.λ.π.). Μ' αυτό τον τρόπο ήταν πιο εύκολη η διόρθωσή τους, γιατί γνωρίζαμε σε ποιά χάρτη θα ανατρέξουμε για τη διόρθωση αυτή και βέβαια ποιά ήταν τα ticks που θα έπρεπε να δοθούν, ώστε να γίνει αναφορά στον σωστό χάρτη.

5. ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

Οι βροχομετρικοί σταθμοί εισήχθησαν στον Η/Υ ως χαρακτηριστικά σημεία (labels). Εντοπίστηκαν στους 29 χάρτες της Γ.Υ.Σ. και αποτέλεσαν ένα ξεχωριστό layer, από τα layers των υψομετρικών καμπυλών, του υδρογραφικού δικτύου και των λεκανών απορροής.

Κατά την ψηφιοποίηση όλων των σταθμών, έγινε εισαγωγή της πληροφορίας του κωδικού τους ως User-id, ο οποίος σχηματίστηκε με βάση τη λεκάνη απορροής μέσα στην οποία βρίσκεται, τη γεωγραφική περιοχή (νομού) και το δικό του κωδικό

Εκτός από τους βροχομετρικούς σταθμούς, ψηφιοποιήθηκαν και ορισμένοι υδρομετρικοί σταθμοί, οι οποίοι δεν ήταν δυνατόν να εισαχθούν έχοντας το ίδιο user-id, με έναν βροχομετρικό. Αυτοί διαφοροποιήθηκαν προσθέτοντας τον αριθμό 9 μπροστά από τον κωδικό τους. Π.χ. ο βροχομετρικός σταθμός της Αγίας Τριάδας, ο οποίος βρίσκεται στο υδατικό διαμέρισμα της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας που έχει κωδικό 07, κι επίσης βρίσκεται στη λεκάνη απορροής με κωδικό 10 και ο κωδικός αριθμός του σταθμού που αντιπροσωπεύει την ονομασία του, είναι 701: έχει user-id τον αριθμό 71001 και ο user-id του αντίστοιχου υδρομετρικού σταθμού είναι 971001.

Μετά τη λειτουργία της ψηφιοποίησης, χρησιμοποιούμε την εντολή APPEND με τη βοήθεια της οποίας ενώνονται όλοι οι σταθμοί των 29 coverages σε ένα coverage που ονομάσαμε STATIONS.

Στοιχεία για τους βροχομετρικούς σταθμούς πήραμε από το τεύχος του Υπουργείου Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων, με τίτλο: "ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ - ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ".

6. ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ

Στην ίδια περιοχή μελέτης, στην οποία ψηφιοποιήθηκε το υδρογραφικό δίκτυο, έγινε η ψηφιοποίηση των υψομετρικών καμπυλών, με ισοδιάσταση ίση με 200 μέτρα. Οι υψομετρικές καμπύλες δεν ψηφιοποιήθηκαν με μικρότερη ισοδιάσταση γιατί έτσι θα ψηφιοποιούσαμε περισσότερες υψομετρικές καμπύλες, σπαταλώντας περισσότερο χρόνο, χωρίς να χρειαζόμαστε τόση λεπτομέρεια του εδάφους. Το ψηφιακό μοντέλο εδάφους που δημιουργήθηκε από τις υψομετρικές καμπύλες ισοδιάστασης 200 μέτρων, εκπληρώνει τις προδιαγραφές της μελέτης.

Οι ψηφιακοί χάρτες (29 φύλλα) είναι οι ίδιοι που χρησιμοποιήθηκαν και κατά την ψηφιοποίηση του υδρογραφικού δικτύου. Ο τρόπος ψηφιοποίησης είναι παρόμοιος.

Κατά τη διάρκεια της ψηφιοποίησης μιας υψομετρικής καμπύλης, έγινε εισαγωγή της πληροφορίας του υψομέτρου της ως user-id. Έτσι για κάθε υψομετρική καμπύλη, έχουμε και το υψόμετρό της, το οποίο απαιτείται για την δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους. Επίσης οποιοδήποτε τριγωνομετρικό σημείο ή υψομετρικό σε ένα χάρτη ψηφιοποιήθηκε ως label στον ψηφιακό χάρτη.

Μετά την ολοκλήρωση της ψηφιοποίησης, δεν έγινε τοπολογία γραμμών και τα λάθη της ψηφιοποίησης ελέγχθηκαν μετά από σχεδίαση σε plotter του πάνω μέρους αρχικά ενός ψηφιακού χάρτη και στη συνέχεια του κάτω μέρους του σε κλίμακα 1:100.000 και τέλος έγινε η τοποθέτηση των σχεδίων πάνω στο φύλλο χάρτη. Με αυτό τον τρόπο εντοπίστηκαν τα λάθη των υψομετρικών καμπυλών όσον αφορά τη θέση τους, τις ελλείψεις καμπυλών ή την ψηφιοποίηση μιας υψομετρικής καμπύλης δύο φορές.

Οι διορθώσεις έγιναν με το πρόγραμμα ADS όπου ξαναψηφιοποιήθηκαν οι λανθασμένες καμπύλες ή αφαιρέθηκαν ή έγιναν αλλαγές υψομέτρων.

Ακολούθησε η διαδικασία του edgematch για κάθε δύο coverage μεταξύ τους. Όπως έχει προαναφερθεί, αυτή η λειτουργία γίνεται εξ αιτίας λαθών που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της ψηφιοποίησης ή εξ αιτίας της ψηφιοποίησης φύλλων χάρτη, τα οποία παρουσιάζουν μικρή μετακίνηση λόγω λάθους κατά την εκτύπωσή τους.

Έτσι, ενώ το ένα coverage παραμένει ακίνητο, ένα μικρό παράθυρο του άλλου coverage που δείχνει τα arcs και nodes τα οποία αποτελούν τη συνέχεια του ακίνητου coverage, μετακινείται πολύ λίγο ώστε τα nodes να συμπέσουν με τα αντίστοιχα στο άλλο coverage (ακίνητο).

Στη συνέχεια, μεταφέρθηκαν και τα 29 coverages σε δισκέτες, με σκοπό τη συνεχή μεταφορά τους από το PC ARC/INFO σε άλλο υπολογιστικό σύστημα μεγαλύτερων δυνατοτήτων με λειτουργικό σύστημα UNIX. Η μεταφορά έγινε, με τις εντολές export και import. Έχοντας στο σύστημα UNIX τα 29 coverages των υψομετρικών καμπυλών, χρησιμοποιήθηκε η εντολή append, δηλαδή εκτελέστηκε το πρόγραμμα το οποίο ενώνει τα 29 coverages σε ένα και μοναδικό coverage που ονομάστηκε contours. Με την ίδια διαδικασία έγινε και η

μεταφορά όλων των coverages των ποταμών, όπου μετά την εκτέλεση της εντολής append, δημιουργήθηκε το coverage rivers.

Στη συνέχεια, εκτελέστηκε το πρόγραμμα createlin στο οποίο δόθηκαν τα coverage contours και rivers (με συγκεκριμένες παραμέτρους που καθορίζουν τη λειτουργία του προγράμματος) και έτσι δημιουργήθηκε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους, τύπου TIN ["Triangulated Irregular Network" ή "Μή κανονικό δίκτυο τριγώνων"].

Από το TIN, δημιουργήθηκαν 12 συνεχόμενα coverage τύπου Lattice δηλαδή κανονικό τετραγωνικό κάναβο όπου σε κάθε σημείο του καννάβου δόθηκε υψόμετρο εδάφους. Ο χωρισμός του ψηφιακού μοντέλου εδάφους σε 12 μέρη (σχήμα 9), έγινε για να είναι δυνατή η εκ νέου μεταφορά του Lattice σε προσωπικό υπολογιστή σε 12 δισκέτες, εφόσον δεν ήταν δυνατό να χωρέσει σε μία.

Κατόπιν έγινε η εκ νέου μεταφορά σε PC και η συναρμολόγησή σε ένα ενιαίο αρχείο με το όνομα "GREECE01.DEM". Από αυτό το αρχείο έγινε εξαγωγή του μέσου υψόμετρου κάθε λεκάνης καθώς και του ιστογράμματος των υψομέτρων της (υψογραφική καμπύλη). Επίσης ενημερώθηκαν τα υψόμετρα των σημείων του υδρογραφικού δικτύου (ποτάμια) ώστε να είναι δυνατή η σχεδίαση μηκτομών των ποταμών.

7. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΤΩΝ.

Με την χρήση των προγραμμάτων που συντάχθηκαν ειδικά για την παρούσα μελέτη είναι δυνατή η χαρτογραφική απόδοση της πληροφορίας, η οποία περιγράφηκε παραπάνω, σε φύλλα τυποποιημένων μεγεθών.

Με το πρόγραμμα PRINTMAP είναι δυνατή η μονόχρωμη εκτύπωση σε σελίδα A4, είτε σε εκτυπωτή dot matrix (9-pins) είτε σε εκτυπωτή laser. Η διάθρωση (layout) του χάρτη είναι τυποποιημένη και ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τόσο την πληροφορία(-ίες) που θα περιέχει, τα σύμβολα και τα μεγέθη τους με τα οποία θα την απεικονίσει, την κλίμακα σχεδίασης, την περιοχή (θέση του χάρτη στην περιοχή μελέτης) καθώς και τις επικεφαλίδες του χάρτη. Το υπόμνημα, η γραφική απεικόνιση της κλίμακας καθώς και ο εντοπισμός της θέσης του χάρτη στον Ελλαδικό χώρο γίνονται αυτόματα από το πρόγραμμα.

Ένα παράδειγμα εκτύπωσης σε laser εκτυπωτή φαίνεται στο σχήμα 10, όπου η κλίμακα σχεδίασης είναι 1:200.000 και απεικονίζεται τμήμα της λεκάνης του Εύηνου ποταμού. Οι απεικονιζόμενες πληροφορίες είναι το υδρογραφικό δίκτυο, οι ισοϋψείς καμπύλες με ισοδιάσταση 400 μέτρα, η ακτογραμμή της Τριχωνίδας λίμνης, οι σταθμοί μετρήσεων με τους κωδικούς τους, και οι υδροκρίτες των λεκανών απορροής με παχύτερη διακεκομμένη γραμμή.

Ο χρόνος που απαιτήθηκε για την εκτύπωση του παραδείγματος σε 5 αντίτυπα, είναι περίπου 15 λεπτά (σε H/Y PC-80386 25Mhz + 80387 + 10ms hard disk).

Με το πρόγραμμα PLOTMAP είναι δυνατή η μονόχρωμη ή έγχρωμη σχεδίαση σε σελίδα A3 ή A1, με plotter που αναγνωρίζει την γλώσσα DMP-GL της Houston Instruments. Η διάθρωση (layout) του χάρτη είναι τυποποιημένη και ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τόσο την πληροφορία(-ίες) που θα περιέχει, τα σύμβολα τα χρώματα και τα μεγέθη τους με τα οποία θα την απεικονίσει, την κλίμακα σχεδίασης, την περιοχή (θέση του χάρτη στην περιοχή μελέτης) καθώς και τις επικεφαλίδες του χάρτη. Το υπόμνημα, η γραφική απεικόνιση της κλίμακας καθώς και ο εντοπισμός της θέσης του χάρτη στον Ελλαδικό χώρο γίνονται αυτόματα από το πρόγραμμα. Ένα παράδειγμα σχεδίασης σε μέγεθος A3 φαίνεται στο σχήμα 11 (όπου τα δεδομένα είναι δοκιμαστικά).

Με το πρόγραμμα PLOTPROF είναι δυνατή η μονόχρωμη ή έγχρωμη σχεδίαση μηκοτομής σε σελίδα A1, με plotter που αναγνωρίζει την γλώσσα DMP-GL της Houston Instruments. Η διάθρωση (layout) της μηκοτομής είναι τυποποιημένη και ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την κλίμακα (οριζόντια, κατακόρυφη), την χιλιομετρική θέση εκκίνησης - τέλους της μηκοτομής, τα χρώματα καθώς και τις επικεφαλίδες της μηκοτομής. Οι αποστάσεις μεταξύ, οι κλίσεις, το υπόμνημα και η σελιδοποίηση γίνονται αυτόματα από το πρόγραμμα με τέτοιο τρόπο ώστε η μηκοτομή να είναι δυνατόν να αποτελέσει ένα αναδιπλούμενο τεύχος μεγέθους A4.

Το αρχείο το οποίο περιέχει τα δεδομένα της μηκοτομής (χιλιομετρικές θέσεις και υψόμετρα) παράγεται με το πρόγραμμα GETPROF δίνοντάς του το αρχείο με το υδρογραφικό δίκτυο (RIVERS.RVR) και τον κωδικό+κλάδο του ζητούμενου ποταμού.

8. ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αριθμητικά αποτελέσματα για κάθε λεκάνη απορροής, της παρούσας εργασίας, όπως προήλθαν από την σχετική ανάλυση των υψομετρικών δεδομένων φαίνονται στον επόμενο πίνακα:

όπου:

CODE : ο κωδικός αριθμός της λεκάνης.

AREA : το εμβαδό της λεκάνης σε τετραγωνικά χιλιόμετρα.

PERIM. : η περίμετρος της λεκάνης σε χιλιόμετρα.

Hmin : το ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης [μέτρα].

Hmax : το μέγιστο υψόμετρο της λεκάνης [μέτρα].

Hmean : το μέσο υψόμετρο της λεκάνης [μέτρα].

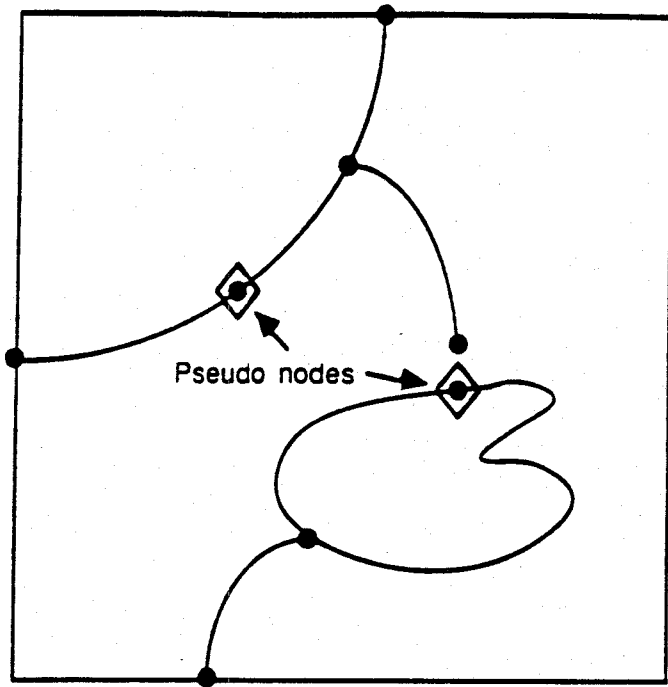
std : η τυπική απόκλιση υψομέτρων της λεκάνης [μέτρα].

NAME : η ονομασία της λεκάνης.

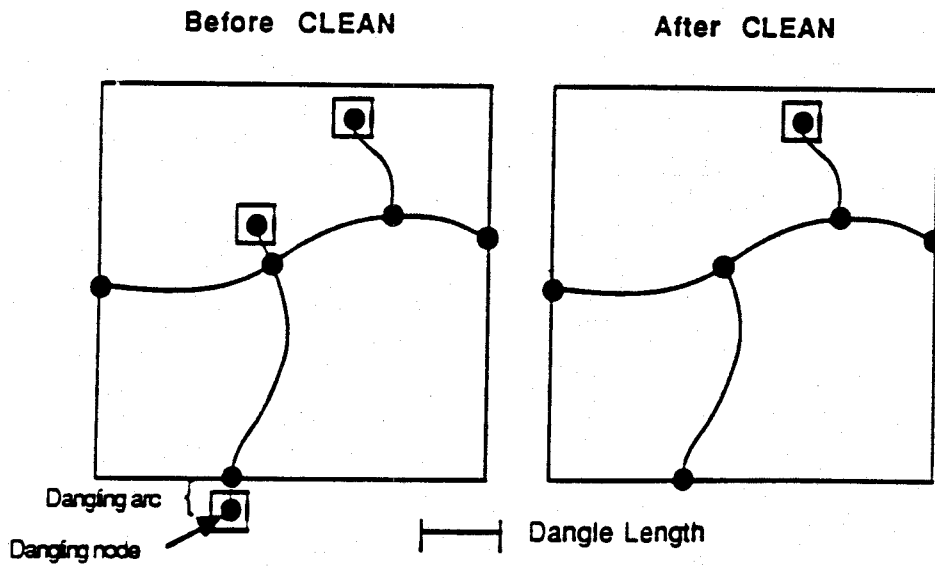
CODE	AREA Km	PERIMKm	Hmin m	Hmax m	Hmean±std m	NAME
0410	657.034	217.371	0	1645	243±243	Αχελώος
0411	2114.580	348.895	140	2355	1032±463	Αχελώος
0412	841.496	171.666	300	2257	1032±311	Μέγδοβας
0413	620.015	153.859	300	2281	1082±307	Τρικεριώτης
0414	401.198	101.089	20	1685	278±289	Λ.Τριγωνίδα
0415	395.869	138.387	140	1634	547±307	Ίναχος(Μπιζάκας)
0416	319.035	104.834	300	2100	1028±379	Αγραφιώτης
0417	253.461	98.728	20	188	360±369	Λ. Λυσιμαχία
0418	56.205	32.705	20	495	128±97	Λ.Οζερού
0420	1111.27	250.641	0	2270	853±427	Εύηνος
0430	998.184	208.130	0	2482	907±455	Μόρονος
0460	163.191	66.079	0	857	331±171	Ξηροπόταμος
0461	111.131	53.962	20	845	223±171	Κλ. λ. Αμβρακίας
0462	84.037	45.422	0	867	369±186	Αράπης
0490	300.053	129.572	0	1171	352±247	Ν.Λευκάδα
0499	25.289	30.141	0	769	231±187	Υπόλοιπο 1
0499	187.258	80.898	0	1400	368±270	Υπόλοιπο 2
0499	259.878	111.623	0	1526	541±339	Υπόλοιπο 3
0499	5.485	14.061	0	236	63±65	Υπόλοιπο 4

CODE	AREA Km	PERIMKm	Hmin m	Hmax m	Hmean±std m	NAME
0499	1207.56	313.538	0	1560	310±267	Υπόλοιπο 5
0499	20.679	46.901	0	277	59±67	Υπόλοιπο 6
0499	377.237	170.485	0	962	144±189	Υπόλοιπο 7
0660	416.756	98.026	0	1386	314±214	Κηφισός Αττικής
0661	316.079	90.562	0	1262	414±202	Σαρανταπόταμος
0662	258.690	96.709	0	1290	343±192	Χάραδρος
0690	96.133	93.279	0	362	103±79	Ν.Σαλαμίνα
0691	83.796	49.059	0	492	136±99	Ν.Αίγινα
0699	153.035	87.512	0	725	262±156	Υπόλοιπο Αττικής 1
0699	18.385	32.791	0	263	53±58	Υπόλοιπο Αττικής 2
0699	131.621	74.119	0	547	203±124	Υπόλοιπο Αττικής 3
0699	205.569	104.964	0	1408	327±303	Υπόλοιπο Αττικής 4
0699	778.102	211.620	0	1384	363±262	Υπόλοιπο Αττικής 5
0699	867.046	211.155	0	1014	189±130	Υπόλοιπο Αττικής 6
0710	2376.21	324.249	52	2382	438±380	Βοιωτικός Κηφισός
0721	1544.193	276.195	0	2225	569±437	Σπερχειός
0722	284.340	86.110	200	2132	1059±367	Βιστρίτσας
0722	112.402	53.805	0	855	418±166	Ρ.Αγνάντης
0730	724.277	154.382	0	1377	379±207	Ασωπός
0760	464.170	118.502	0	2482	1020±550	Πλειστός και Σκίτσας
0761	435.396	118.383	0	1325	349±219	Κηρέας(Εύβοια)
0762	203.346	65.713	0	1685	358±281	Ρ.Ψαχνών (Εύβοια)
0763	262.424	87.681	0	1400	357±232	Λίλας (Εύβοια)
0764	229.637	79.658	0	1692	536±303	Περμισσός
0765	166.594	86.768	0	606	231±121	Οριότικο (Εύβοια)
0766	140.474	89.533	0	1384	404±242	Αερόης
0767	126.766	55.140	0	1185	424±268	Ρ. Οξύλιθου (Εύβοια)
0768	131.736	59.895	0	952	306±159	Κάλλας(Εύβοια)
0769	158.175	56.593	0	1034	269±207	Ρ.Αταλάντης
0770	137.167	55.578	0	1648	769±340	Ρ. Κυριάκι
0771	117.189	56.487	0	908	394±216	Πλατανιάς
0773	82.425	44.443	2	716	230±114	Ρ.Αλιβερίου (Εύβοια)

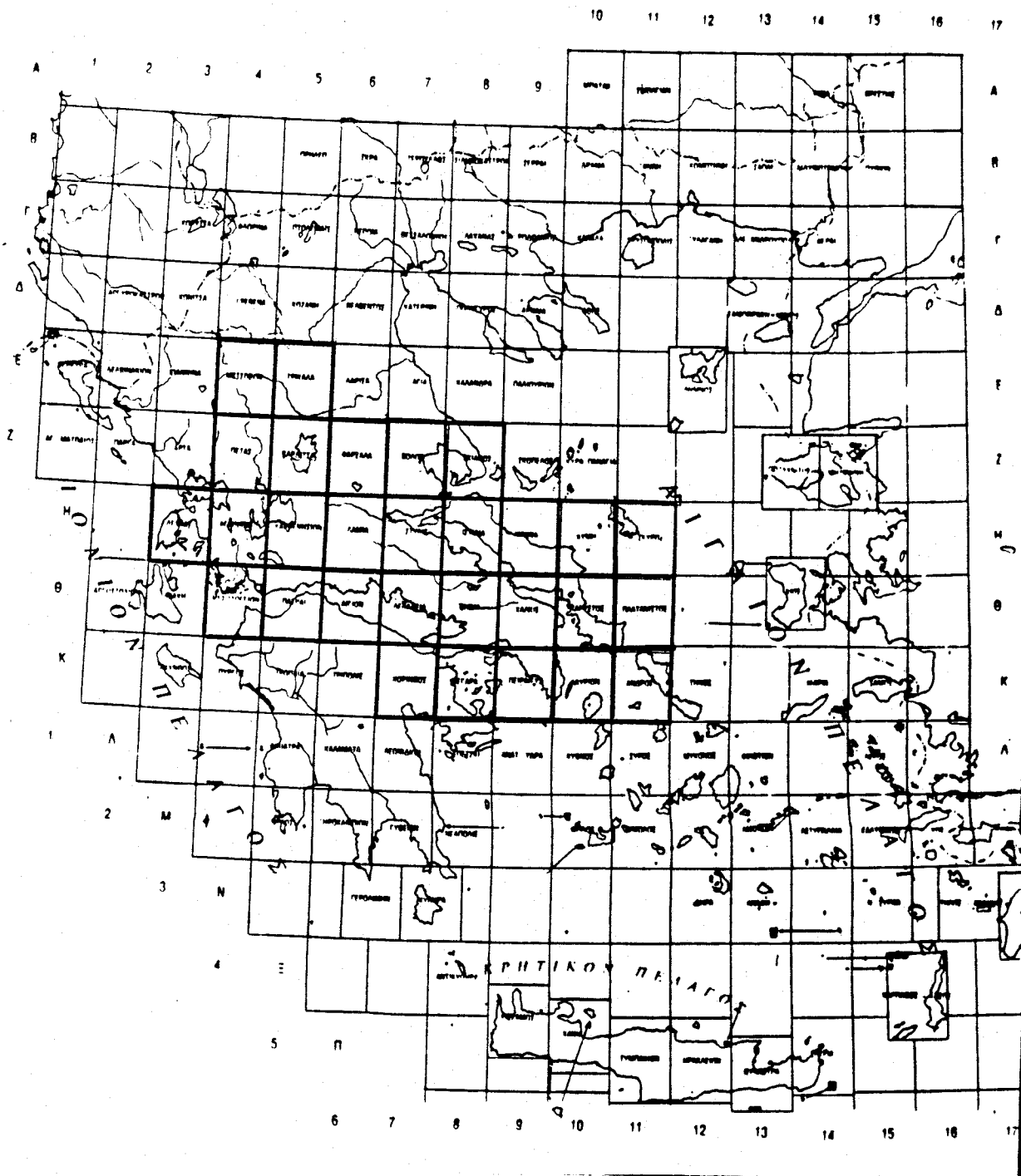
CODE	AREA Km	PERIMKm	Hmin m	Hmax m	Hmean±std m	NAME
0774	54.622	34.181	0	1084	315±207	Σσρανταπόταμος (Εύβ.)
0775	76.158	43.571	40	765	240±178	Κλ. λ. Παραλίμνης
0776	68.967	38.469	42	731	317±115	Στενό (Εύβοια)
0777	58.212	34.256	0	538	157±87	Κλ. λ. Δίστου (Εύβοια)
0778	49.897	37.677	0	980	480±208	Ρ.Σπάδος(Εύβοια)
0780	57.909	38.396	35	1410	798±316	Ρ.Στρόπωνες (Εύβοια)
0781	32.337	24.715	14	1200	662±272	Ρ.Αγ.Σοφίας (Εύβοια)
0790	208.414	121.004	0	781	195±151	Ν.Σκύρος
0798	167.205	89.025	0	600	176±105	Υπόλοιπο Εύβοιας 1
0798	309.399	149.121	0	923	262±213	Υπόλοιπο Εύβοιας 2
0798	88.581	72.149	0	1307	366±295	Υπόλοιπο Εύβοιας 3
0798	144.790	98.947	0	1180	312±231	Υπόλοιπο Εύβοιας 4
0798	113.242	57.618	0	1694	536±308	Υπόλοιπο Εύβοιας 5
0798	89.953	62.761	0	1162	493±295	Υπόλοιπο Εύβοιας 6
0798	50.484	60.502	0	750	215±160	Υπόλοιπο Εύβοιας 7
0798	40.255	30.187	0	734	235±174	Υπόλοιπο Εύβοιας 8
0798	63.703	56.088	0	392	110±69	Υπόλοιπο Εύβοιας 9
0798	120.021	54.813	0	1123	240±201	Υπόλοιπο Εύβοιας 10
0798	696.695	330.913	0	1374	305±236	Υπόλοιπο Εύβοιας 11
0799	104.130	51.814	0	1102	267±230	Υπόλοιπο Στ.Ελλ.1
0799	51.709	45.613	0	933	336±281	Υπόλοιπο Στ.Ελλ.2
0799	35.832	31.180	0	691	231±177	Υπόλοιπο Στ. Ελλ.3
0799	47.583	32.884	1	1146	355±220	Ρ.Ποταμιάς (Εύβοια)
0799	158.247	77.854	0	1883	603±432	Υπόλοιπο Στ. Ελλ.4
0799	230.096	101.577	0	1400	507±261	Υπόλοιπο Στ.Ελλ.5
0799	132.758	101.268	0	1637	406±349	Υπόλοιπο Στ.Ελλ. 6
0799	515.105	235.002	0	1000	211±151	Υπόλοιπο Στ.Ελλ. 7



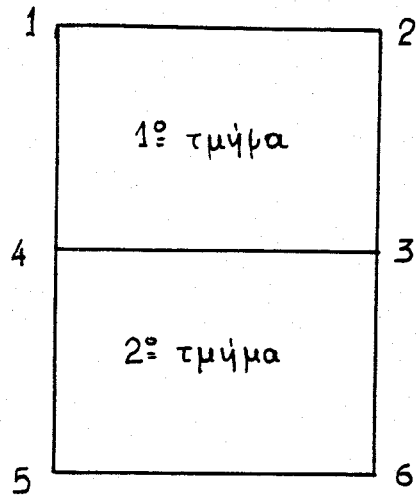
ΣXHMA 1



ΣXHMA 2

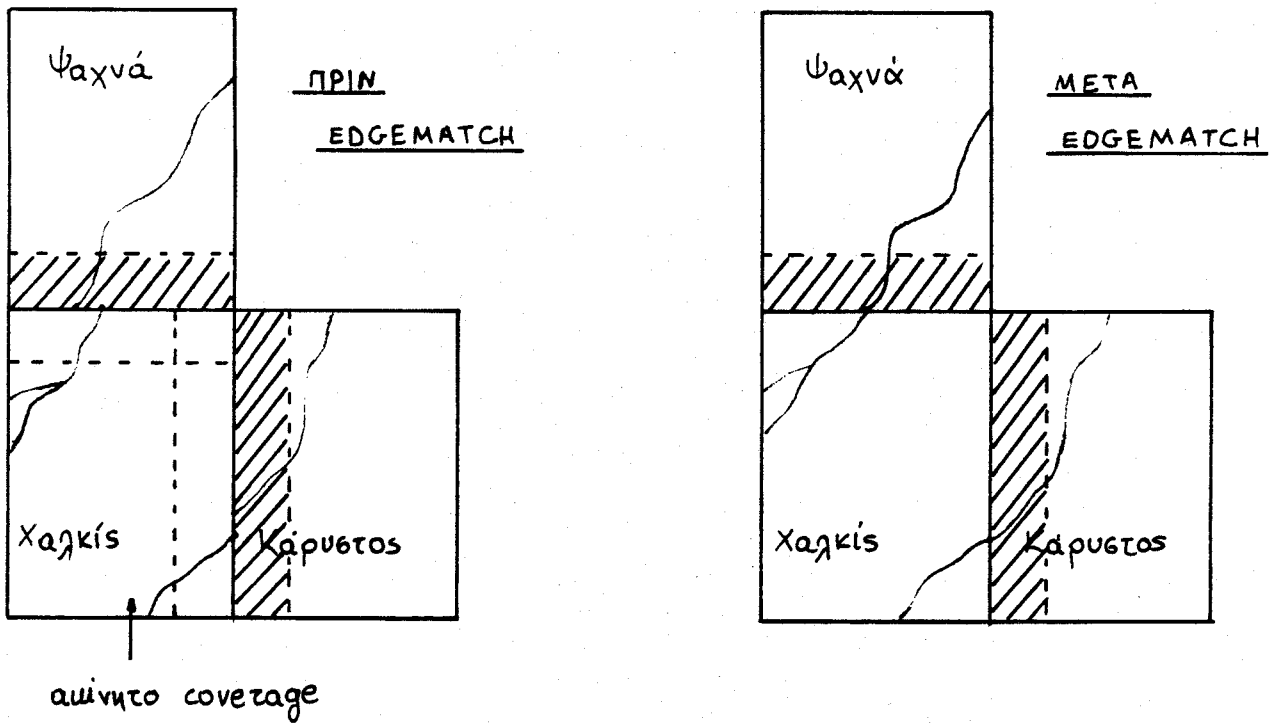


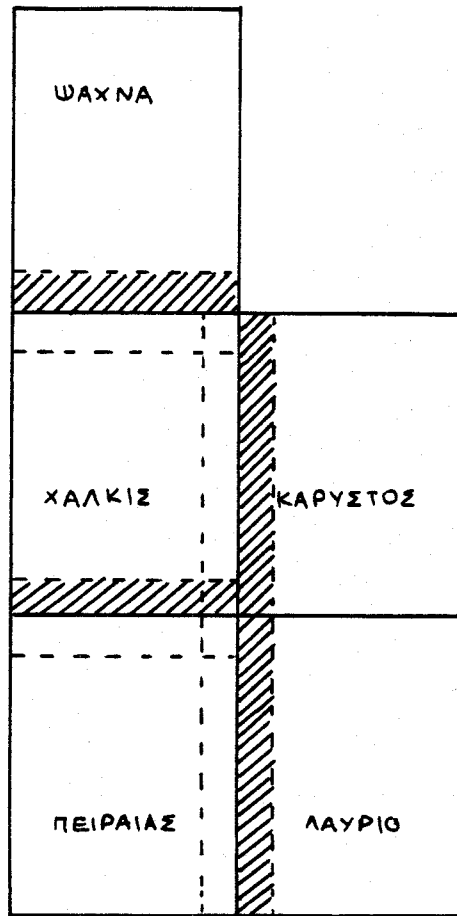
ΣΧΗΜΑ 3



ΣΧΗΜΑ 4

ΣΧΗΜΑ 5

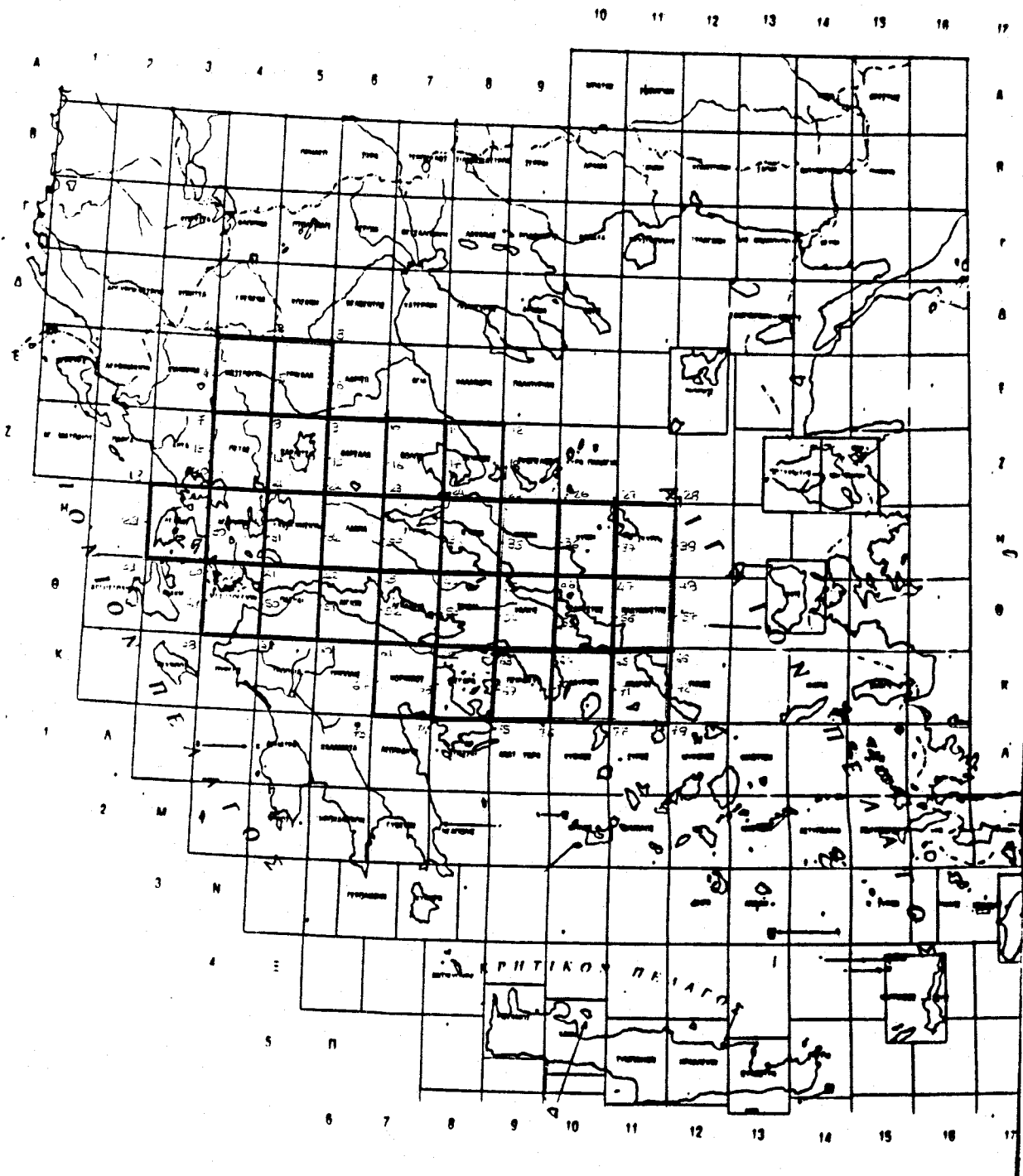




ΣΧΗΜΑ 6



ΣΧΗΜΑ 7

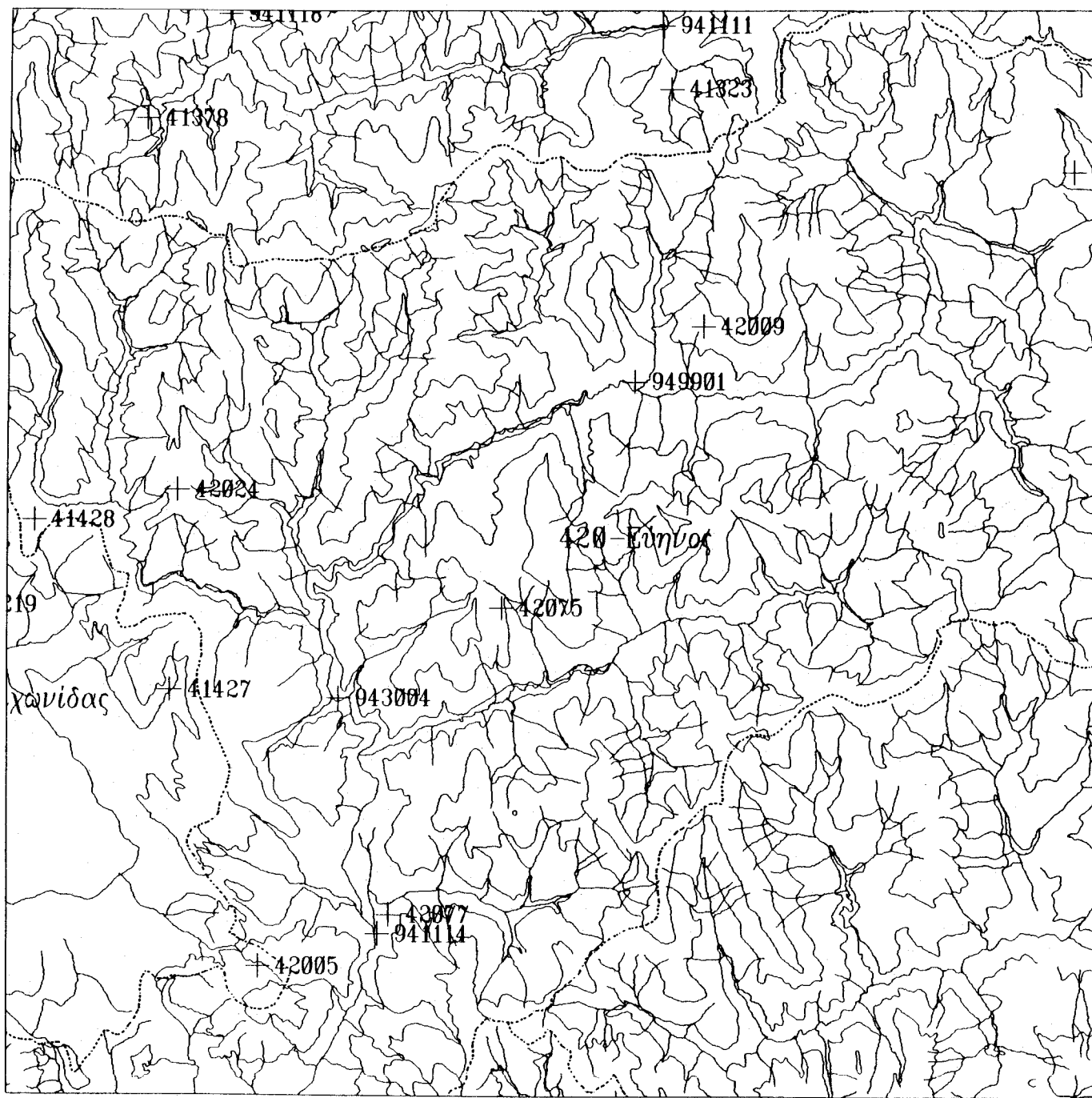


ΣΧΗΜΑ 8

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34

Μορφή του LATTICE

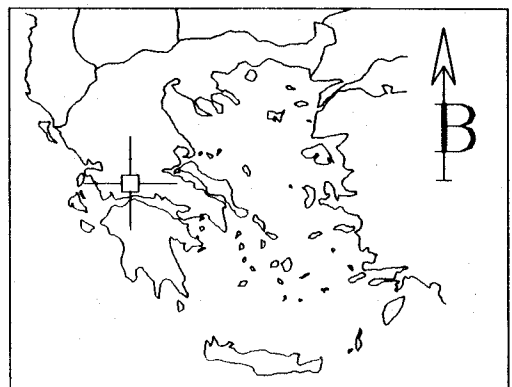
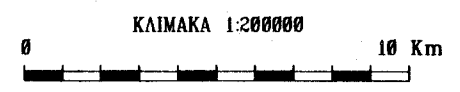
ΣΧΗΜΑ 9

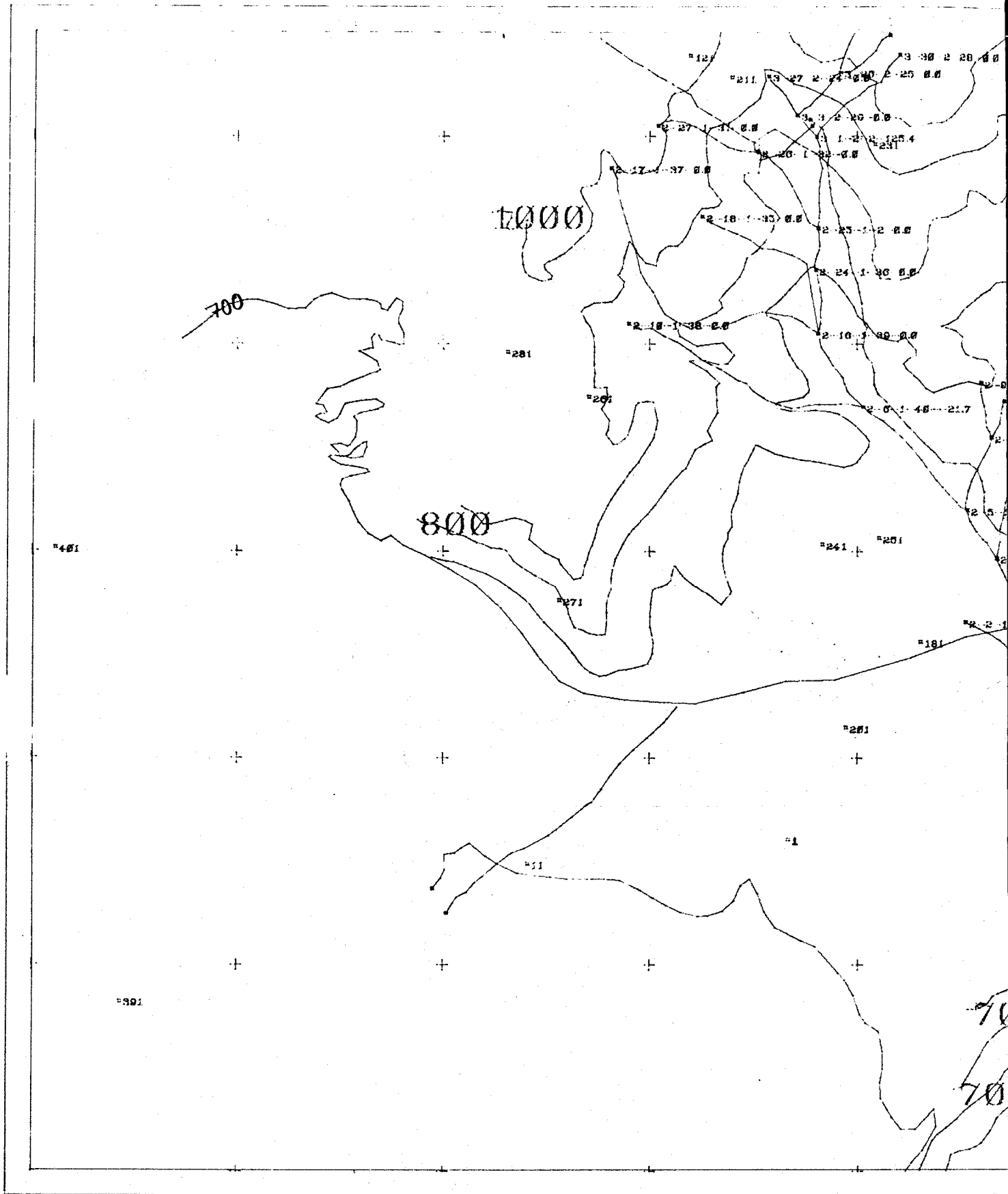


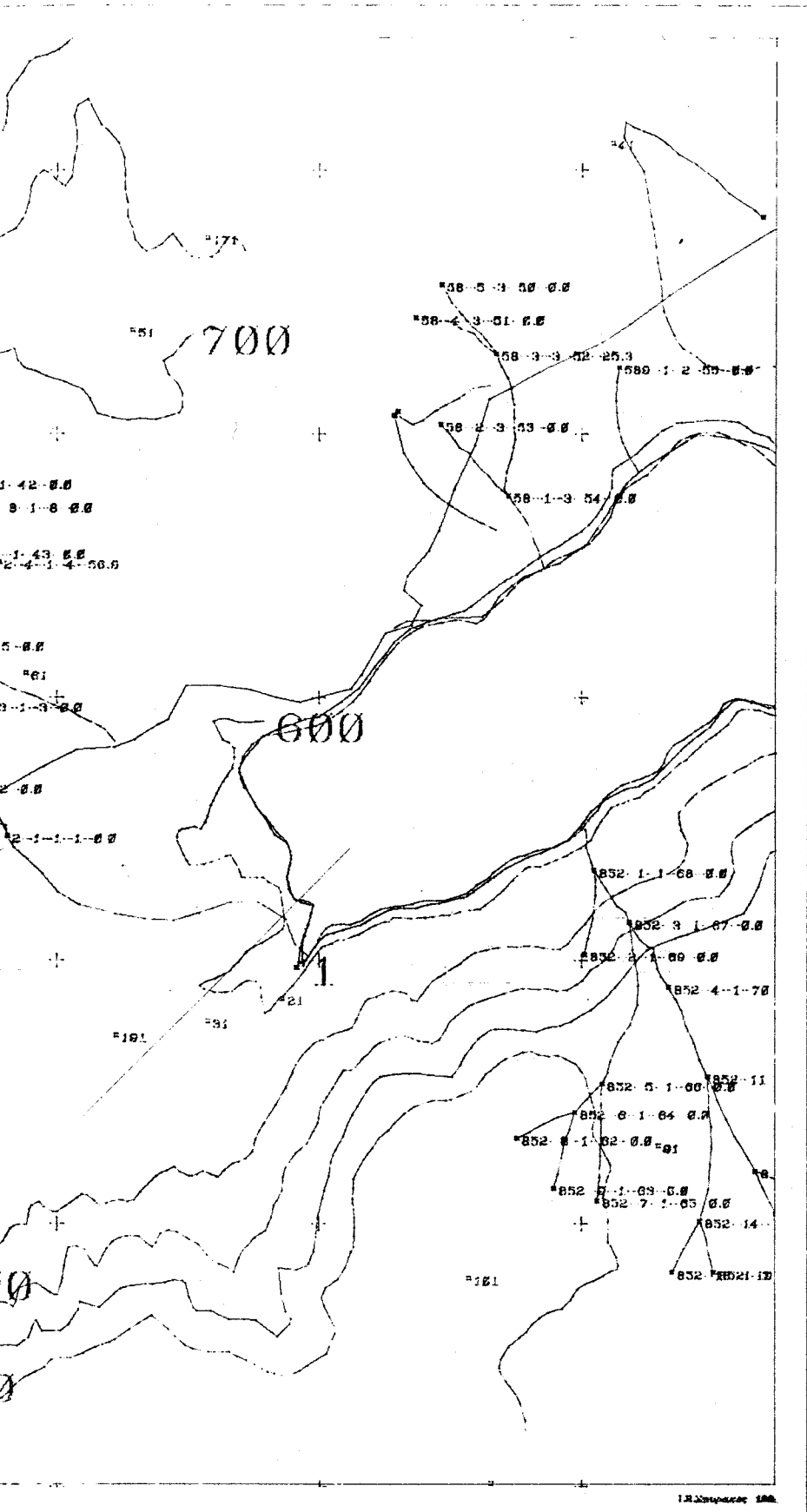
ΛΕΚΑΝΗ ΕΥΗΝΟΥ
 ΑΘΗΝΑ 1992
 (Δοκιμαστικός χάρτης)

- ΥΠΟΜΝΗΜΑ**
 ΛΕΚΑΝΗ: ΚΩΔ-ΟΝΟΜΑ
- ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ
- ΣΤΑΘΜΟΣ: ΚΩΔ
- + ΥΠ.ΓΕ.
 - × ΥΠ.Δ.Ε.
 - Δ.Ε.Η.
 - Ε.Μ.Υ.
 - + Ε.Ε.Υ.
 - + Ε.Α.Α.
- ΙΣΟΔΙΑΣΤΑΣΗ: 400 m
- ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ**
- ∨ Τάξη 1
 - ∨ Τάξη 2
 - ∨ Τάξη 3
 - ∨ Τάξη 4
 - ∨ Τάξη 5
 - ∨ Τάξη 6

Συντεταγμένες Φύλλου Χάρτη (ΕΓΣΑ '87)
 Χ: από 291256 έως 327256 m
 Ψ: από 4258435 έως 4294435 m







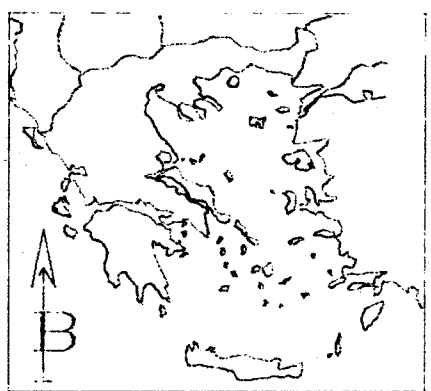
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΛΙΧΑΝΗ: ΑΔΑ ΟΝΟΜΑ ΚΗΡ ΤΡΟΜΠΗΣ
 √ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΣ
 ΣΤΑΘΜΟΥ: ΑΔΑ ΟΝΟΜΑ ΕΤΟΣ ΟΡΓΑΝΑ

+ υ.φ.φ.
 X Κ.Α.Δ.Α.Π.
 □ Υ.Π.Ρ.Α.Δ.Π.
 ■ Υ.Π.Π.
 + Δ.Σ.Π.
 + Κ.Μ.Π.
 √ Οδικό διαίτιο
 * Σημεία μετρήσεων
 √ ΣΥΝΔΕΣΤΑΣΤΗ: 188 m
 ΠΟΤΑΜΙ: ΚΩΔ: ΚΑΛΑΜΟΣ ΤΑΞΗ: 999-ΣΙΑΡΟΣΗ

√ Τμήν 1
 √ Τμήν 2
 √ Τμήν 3
 √ Τμήν 4
 √ Τμήν 5
 √ Τμήν 6

Διαμορφωμένος θεμελιωμένος χαρτών (ΕΣΣΑ 87)
 Δ: από 17 έως 25 m
 Ψ: από 7 έως 12 m
 Κατάσταση 172
 ΚΑΙΜΑΚΑ 125



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ Δ.Ε.
 Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων

ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
 Τμήμα Υδατικών Πόρων Υδατικών & Θαλάσσιων Έργων

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: "Διερεύνηση προσημασμένων
 δυνατοτήτων για την ενταξή της υδρολογίας Μ.Π.Α.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	ΑΡ. ΣΧ.
ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	009

ΚΑΙΜΑΚΑ 125 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 25/01/1982

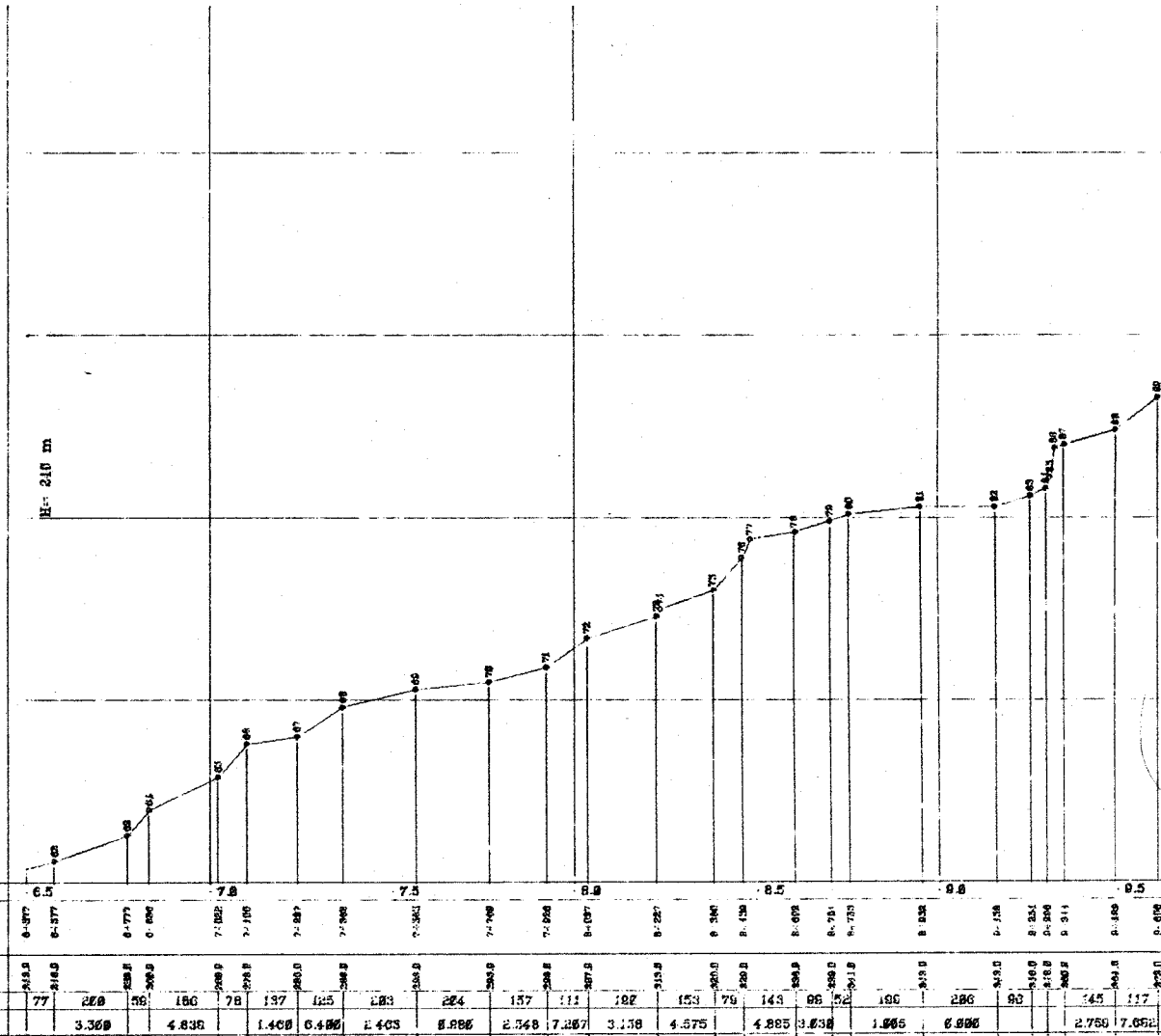
ΣΥΝΤΑΞΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ: Γ. Β. Σπυριδίου

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Θ. Σαϊνθωπιδάκης Καθ. Ε.Μ.Π.

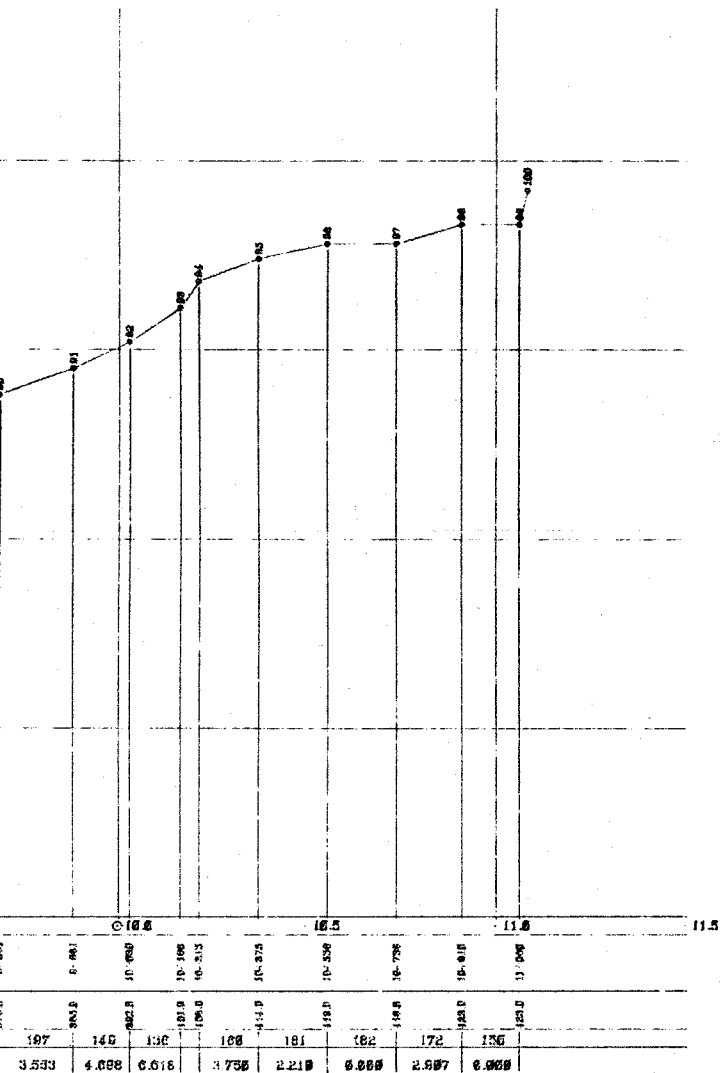
ΣΧΗΜΑ 11

ΣΤΑΔΑ: 2

Κλίμακας
 Μήκων = 1000 m
 Υψομέτρων = 50 m



1	ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΩΣΗ	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	
2	ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΒΕΣΗ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
3	ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΠΥΘΜΩΝΑ	210.0	215.0	220.0	225.0	230.0	235.0	240.0	245.0	250.0	255.0	260.0	265.0	270.0	275.0	280.0	285.0	290.0	295.0	300.0	305.0	
4	ΔΙΟΡΤΑΣΤΕΣ ΜΠΙΛΑΞΥ	77	200	320	440	560	680	800	920	1040	1160	1280	1400	1520	1640	1760	1880	2000	2120	2240	2360	
5	ΚΑΙΜΗ %		3.300	4.830	6.360	7.890	9.420	10.950	12.480	14.010	15.540	17.070	18.600	20.130	21.660	23.190	24.720	26.250	27.780	29.310	30.840	32.370



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ Δ.Υ. Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων	
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΕΩΡΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδρολογικών & Θαλάσσιων Έργων	
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ: Έκτιμηση και διαχείριση των υδατικών πόρων Στερεάς Ελλάδας	
ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	ΑΡ. ΣΧ. 089
ΚΑΙΜΑΚΑ: 1:2000/1:1000 ΗΜ/ΧΙΑ: 25/01/1992	
ΣΥΝΤΑΞΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ: Γ. Β. Σπυριδίου	
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Θεοφάνης Καρβ. Μ.Τ.	

ΣΧΗΜΑ 12