

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.**

Ευχαριστώ τους παρακάτω για την συνεισφορά τους στην εκπόνηση αυτής τη διπλωματικής:

**Δημήτρη Κουτσογιάννη** (Επίκουρο καθηγητή στον τομέα υδραυλικής του ΕΜΠ), για την επιλογή και επίβλεψη του θέματος.

**Αντώνη Κουκουβίνο** (Ερευνητικό μέλος στον τομέα υδραυλικής του ΕΜΠ), για την καθοδήγηση, συμβουλές και υποδείξεις που μου παρέσχε.

**Νίκο Μαμάση** (Ερευνητικό μέλος στον τομέα υδραυλικής του ΕΜΠ), την βοήθεια στην κατανόηση του υδρολογικού ισοζυγίου της Υλίκης.

**Πέτρο Παπαπέτρο** (Αναπληρωτή διευθυντή υδρογεωλογίας του Ι.Γ.Μ.Ε.) για την καθοριστικής σημασίας για την διπλωματική μου προσφορά των βασικών στοιχείων για τις γεωτρήσεις.

**Δημήτρη Ρόζο** (Αναπληρωτή διευθυντή τεχνικής γεωλογίας του Ι.Γ.Μ.Ε.) για την βοήθεια του στην ανάλυση του θέματος από γεωλογικής πλευράς.

**Αντώνη Ξανθάκη** (Διευθυντικό στέλεχος της ΕΥΔΑΠ) για την περιγραφή του ιστορικού των γεωτρήσεων και για την ευγενική προσφορά στοιχείων για τις γεωτρήσεις.

**Γιώργο Αγγελόπουλο** (Ερευνητικό μέλος στον τομέα υδραυλικής του ΕΜΠ), για την βοήθεια στην εξοικείωση με τα συστήματα γεωγραφικής πληροφορίας.

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ.**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία ερευνάται η δυνατότητα εποπτείας των υπογείων υδατικών πόρων και της δίαιτας τους χρησιμοποιώντας σύστημα γεωγραφικής πληροφορίας.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την κατασκευή του συστήματος εποπτείας είναι τα εξής:

1. Συλλογή των στοιχείων που αφορούν τις γεωτρήσεις, τις παρακείμενες λίμνες (Υλίκη, Παραλίμνη) καθώς και την γεωμορφολογία του εδάφους.
2. Ολοκλήρωση των επιμέρους πινάκων σε μια βάση δεδομένων.
3. Κατασκευή των επιπέδων πληροφορίας (Coverages) και σύνδεση τους με τη βάση δεδομένων.
4. Ανάπτυξη αυτοματισμών για επισκόπηση της διακύμανσης της στάθμης των γεωτρήσεων και της λίμνης.
5. Προσθήκη ενεργών συνδέσμων για τις γεωλογικές τομές.

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι με χρήση συστημάτων γεωγραφικής πληροφορίας μπορούμε να συνδυάσουμε ετερογενείς πληροφορίες και να οδηγηθούμε στην ορθολογικότερη διαχείριση του υδατικού δυναμικού. Η συγκεκριμένη εφαρμογή στην περιοχή της Υλίκης έδειξε ότι το νερό των γεωτρήσεων προέρχεται κατά κανόνα από τη λίμνη και η εκμετάλλευση των γεωτρήσεων δεν φαίνεται να είναι συμφέρουσα.

## ABSTRACT.

The main object of the present thesis is the investigation of the potential implementation of a Geographic Information System, in the functional evaluation of the ground water flow.

The study can be divided in the followings stages:

1. Selection of the data, concerning the borehole wells and the nearby lakes.
2. Construction of the database.
3. Digitization of the maps. Link of the coverages with the database.
4. Development of the program that inspect the variation of the ground water level in the borehole wells.
5. Creation of hot links.

The conclusion is that the use of a GIS can help to combine various information and show the function of the ground water flow.

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.</b>	<b>6</b>
<b>2. ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ.</b>	<b>8</b>
2.1. Εισαγωγή στα Σ.Γ.Π.	8
2.2. Ορισμός των Σ.Γ.Π.	8
2.3. Τα κύρια χαρακτηριστικά των Σ.Γ.Π.	9
2.4. Κατηγορίες Σ.Γ.Π.	10
2.4.1. Διανυσματικά Σ.Γ.Π.	10
2.4.2. Μωσαϊκού τύπου Σ.Γ.Π.	11
2.5. Συστατικά Μέρη των Σ.Γ.Π.	12
2.6. Πεδία εφαρμογών των Σ.Γ.Π.	13
2.7. Διαδεδομένα προγράμματα	13
2.8. Συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.	14
2.9. Σύντομη περιγραφή του ArcView.	15
2.10. Η αξιοποίηση των Σ.Γ.Π. στην εποπτεία της διαχείρισης των υδατικών πόρων της περιοχής Υλίκης.	17
<b>3. ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.</b>	<b>18</b>
3.1. Ψηφιοποίηση	18
3.1.1. Πριν την ψηφιοποίηση.	18
3.1.2. Εύρεση χαρτών και αναγνώριση τους.	19
3.1.3. Ψηφιοποίηση	19
3.1.4. Δόμηση τοπολογίας	21
3.2. Κατασκευή της βάσης δεδομένων	22
3.2.1. Γενικά	22
<b>4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.</b>	<b>25</b>
4.1. Σύνδεση γεωτρήσεων χάρτη με περιγραφικά δεδομένα και κατασκευή γραφημάτων.	25
4.1.1. Εισαγωγή.	25
4.1.2. Εισαγωγή του χάρτη της περιοχής.	25
4.1.3. Φόρτωση του πίνακα χαρακτηριστικών των θεματικών επιπέδων.	26
4.1.4. Ρύθμιση χαρακτηριστικών χάρτη.	27
4.1.5. Διαμόρφωση του πίνακα χαρακτηριστικών των θεματικών επιπέδων.	28
4.1.6. Συσχετισμός του πίνακα χαρακτηριστικών των θεματικών επιπέδων με τον πίνακα χρονοσειρών μετρήσεων στάθμης.	29
4.1.7. Μεθοδολογία σύνδεσης δυο πινάκων.	31
4.1.8. Κατασκευή του διαγράμματος των χρονοσειρών.	32

<b>4.2. ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΤΗΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΓΕΩ- ΤΡΗΣΕΙΣ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΑ.</b>	<b>36</b>
4.2.1. Σκεπτικό χάρτη με χρωματικά διαβαθμισμένες γεωτρήσεις.	36
4.2.2. Μεθοδολογία κατασκευής θεματικού επιπέδου.	37
4.2.3. Ορισμός της χρωματικής διαβάθμισης του νέου επιπέδου.	38
4.2.4. Ανάπτυξη συστήματος αυτοματισμού.	39
4.2.5. Εισαγωγή στην γλώσσα Avenue.	41
4.2.6. Δομή των προγραμμάτων.	44
4.2.7. Προσαρμογή του ArcView.	45
<b>4.3. ΕΝΕΡΓΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ</b>	<b>47</b>
4.3.1. Εισαγωγή.	47
4.3.2. Κατασκευή γεωλογικής τομής.	47
4.3.3. Μετατροπή γεωλογικών τομών σε ψηφιακή μορφή.	48
<b>5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥ- ΣΗ.</b>	<b>51</b>
<b>5.1. Μελέτη ισοζυγίου λίμνης Υλίκης.</b>	<b>51</b>
<b>5.2. Μελέτη συμπεριφοράς γεωτρήσεων.</b>	<b>56</b>
5.2.1. Γεωτρήσεις περιοχής Ν.Δ. Υλίκης.	56
5.2.2. Γεωτρήσεις περιοχής Ταξιαρχών.	62
5.2.3. Γεωτρήσεις περιοχής Ούγγρας.	64
5.2.4. Γεωτρήσεις περιοχής Μουρικού.	67
5.2.5. Γεωτρήσεις περιοχής Κάστρου.	69
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.</b>	<b>70</b>
<b>7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.</b>	<b>72</b>
<b>8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.</b>	<b>77</b>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνηθεί η δυνατότητα να ολοκληρωθούν επιμέρους πληροφορίες (περιγραφικές, γεωγραφικές) υδραυλικές σε ένα πληροφορικό σύστημα που να βοηθά στην κατανόηση και την εποπτεία της υπόγειας ροής του νερού. Η ολοκλήρωση αυτή δοκιμάστηκε στην περιοχή της Υλίκης- Παραλίμνης. Το πληροφορικό σύστημα που αναπτύχθηκε βασίστηκε στο σύστημα γεωγραφικής πληροφορίας ArcView.

Το υδατικό σύστημα που εξετάζεται αποτελείται από την λίμνη Υλίκη και της παρακείμενες γεωτρήσεις. Αυτές χωρίζονται σε πέντε ομάδες ανάλογα με την περιοχή.

1. Περιοχή Μουρικού- Υπάτου (ΥΥΣ2, ΥΜ3, ΥΜ4, ΥΜ5, ΥΜ7, ΥΜ10)
2. Περιοχή Ούγγρας (ΕΠ6, ΕΠ9, ΕΠ10, ΕΠ14 )
3. Περιοχή Ν.Δ. Υλίκης (ΥΥ4, ΥΥ5, ΥΥ9, ΥΥ14)
4. Περιοχή Ταξιαρχών (ΥΤ1, ΥΤ7, ΥΤ8)
5. Περιοχή Κάστρου (ΕΚ1, ΕΚ9)

Οι γεωτρήσεις αυτές διανοίχτηκαν την περίοδο 1990-1991 από την ΕΥΔΑΠ με σκοπό να εξασφαλιστούν επιπλέον πόροι για την υδροδότηση της Αθήνας. Σήμερα οι μόνες γεωτρήσεις που λειτουργούν είναι οι γεωτρήσεις της περιοχής Ούγγρας, το νερό των οποίων διατίθεται για την υδροδότηση της Χαλκίδας.

Στην περιοχή αυτή από γεωλογικής άποψης έχουμε την κυριαρχία έντονα καρστικοποιημένου ασβεστόλιθου. Αυτό μας οδηγεί στην υποψία ότι οι παρακείμενες της Υλίκης γεωτρήσεις αντλούνε στην ουσία νερό από αυτήν. Το σύστημα που αναπτύχθηκε βοηθά στο να μπορέσουμε να βγάλουμε συμπεράσματα για την προέλευση του νερού των γεωτρήσεων.

Ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα για την ανάπτυξη του συστήματος .

1. Συλλογή πληροφοριών για κάθε γεώτρηση (γεωγραφική θέση, υψόμετρο γεώτρησης, χρονοσειρά υψομέτρου στάθμης ,παροχή...) και για το υψόμετρο της στάθμης της Υλίκης και ενοποίηση πληροφοριών σε μια βάση δεδομένων. Επίσης συλλογή πληροφοριών γεωγραφικής φύσης από τοπογραφικούς, γεωλογικούς χάρτες.

2. Κατασκευή θεματικών επιπέδων (Coverage) για τις γεωτρήσεις, για την Υλίκη, για την Παραλίμνη, για τις γεωλογικές τομές και για τα ρήγματα. Σύνδεση των θεματικών επιπέδων με την βάση δεδομένων.
3. Κατασκευή θεματικού επιπέδου γεωτρήσεων μέσα από το ArcView βάσει των συντεταγμένων της κάθε γεώτρησης. Σύνδεση αυτού με τις χρονοσειρές στάθμης έτσι ώστε να μπορούμε να χρωματίζουμε για διάφορες ημερομηνίες τις γεωτρήσεις βάσει των υψομέτρων τους. Αυτοματοποίηση αυτής της διαδικασίας με την κατασκευή προγράμματος.
4. Δημιουργία χαρακτηριστικών γεωλογικών τόμων και σύνδεση τους με θεματικό χάρτη που τις αναπαριστά.

Με την ανάπτυξη του συστήματος καθίσταται δυνατή η παρακολούθηση της στάθμης της κάθε γεώτρησης σε αντιπαράθεση και με την αντίστοιχη στάθμη της Υλίκης. Έτσι μπορούν να βγουν συμπεράσματα για την συσχέτιση αυτών των δυο. Επιπλέον με την εκμετάλλευση της σύνδεσης της χρονοσειράς της στάθμης με ένα θεματικό χάρτη μπορούμε να παρακολουθήσουμε για μια συγκεκριμένη ημερομηνία τις στάθμες των γεωτρήσεων και της Υλίκης. Τέλος με την αξιοποίηση των ενεργών συνδέσμων (βλέπε κεφάλαιο 4.3) μπορούμε να δούμε το γεωλογικό υπόβαθρο και να επιχειρήσουμε ερμηνεία των ενδείξεων που μας οδηγούν τα διαγράμματα αντιπαράθεσης στάθμης Υλίκης και γεωτρήσεων.

Για την διασταύρωση των αποτελεσμάτων εξετάστηκε το υδρολογικό ισοζύγιο της λίμνης πριν και μετά την διάνοιξη των γεωτρήσεων. Υπολογίστηκαν οι απώλειες από την Υλίκη πριν και μετά για να γίνει σύγκριση και να φανούν κατά πόσο επηρέασαν οι γεωτρήσεις το ισοζύγιο. Θα αναμέναμε μετά την διάνοιξη να παρατηρηθεί μείωση των απωλειών βάσει της λογικής ότι οι γεωτρήσεις πάρα την Υλίκη αντλούνε το νερό που φεύγει από την λίμνη και της το επιστρέφουν πράγμα που δεν επαληθεύεται.

Η όλη μελέτη μας οδήγησε στην αξιολόγηση κάθε ομάδας γεωτρήσεων και σε ενδείξεις για την προέλευση του νερού της.

## 2. ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ.

### 2.1. Εισαγωγή στα Σ.Γ.Π.

Πολλές φορές μας χρειάζεται να συνδυάσουμε χρονική και χωρική πληροφορία για να αποφανθούμε σε μια ερώτηση ή να λύσουμε ένα πρόβλημα. Είναι προφανές ότι μια γραφική απεικόνιση θα ήταν ότι πιο επιθυμητό για μια χωρική πληροφορία. Αυτή την απεικόνιση μπορεί να καλύπτει μέχρι ενός σημείου απ το συμβατικό χάρτη και το συμβατικό σχέδιο, τα δύο πιο διαδεδομένα μέσα απεικόνισης πληροφορίας του γεωμετρικού χώρου. Όμως και οι δύο αυτές χωρικές απεικονίσεις αποτελούν στατικές συμβατικές βάσεις δεδομένων, δηλαδή δεν μπορούμε να έχουμε απεικόνιση-εποπτεία της χρονικής εξέλιξης και γι' αυτό μπορούν να συγκριθούν από λειτουργική άποψη με οποιαδήποτε άλλη συμβατική βάση δεδομένων, όπως π.χ. το πελατολόγιο και το δημοτολόγιο. Η ιδέα της μεταφοράς της χωρικής (γεωγραφικής) πληροφορίας από το χαρτί (συμβατικός χάρτης, συμβατικό σχέδιο) στον ηλεκτρονικό υπολογιστή (Η.Υ.) πρωτοεμφανίστηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1960 και είναι φυσική απόρροια των δυνατοτήτων καλύτερης οργάνωσης, συστηματοποίησης και αξιοποίησης που έχει η χωρική πληροφορία με τη χρήση Η.Υ. Τα προγράμματα στα οποία η παράμετρος γεωγραφική πληροφορία υπεισέρχεται άμεσα ή έμμεσα, ονομάζονται **Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας / Σ.Γ.Π. (Geographical Information Systems / G.I.S.)**. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η τεχνολογία αυτή υπεισέρχεται σε θέματα όπως: ζητήματα χωροταξίας, αστικής και περιφερειακής ανάλυσης, διαχείρισης φυσικών πόρων (π.χ. υδατικών), οικολογικών ερευνών, κτηματολογίου και πολεοδομικού σχεδιασμού, θέματα ανάλυσης αγοράς / marketing, ανάλυσης και σχεδιασμού δικτύων κ.λ.π..

### 2.2. Ορισμός των Σ.Γ.Π.

Κάθε Σ.Γ.Π. έχει διττή υπόσταση: είναι μια ηλεκτρονική βάση γεωγραφικών δεδομένων, δηλαδή ένας ψηφιακός χάρτης, ο οποίος αποδίδει με έναν τεχνολογικά εξελιγμένο τρόπο το μοντέλο του χώρου· και μια βάση περιγραφικών δεδομένων, τα οποία συνδέονται με τη γεωγραφική πληροφορία. Παράλληλα το λογισμικό

δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα πραγματοποίησης εξειδικευμένης ανάλυσης των γεωγραφικών και περιγραφικών δεδομένων καθώς και παραστατικής απεικόνισης των αποτελεσμάτων σε χάρτες. Πρέπει ιδιαίτέρως να τονιστεί ότι τα Σ.Γ.Π. έχουν έντονο δυναμικό χαρακτήρα, ο οποίος και τα διαφοροποιεί από τους συμβατικούς χάρτες. Δηλαδή ο ψηφιακός χάρτης δεν έχει μια σταθερή μορφή αλλά αλλάζει ( μπορεί να αλλάζει μια ιδιότητα ενός χαρακτηριστικού π.χ. ενός πολύγωνου μιας καμπύλης η ενός σημείου) ανάλογα με τις τιμές των συνδεδεμένων με αυτόν περιεχομένων της βάσης περιγραφικών δεδομένων .

### **2.3. Τα κύρια χαρακτηριστικά των Σ.Γ.Π.**

Οι **ερωτήσεις** στις οποίες ένα Σ.Γ.Π. μπορεί να δώσει απάντηση, κατά τη διάρκεια της χωρικής ανάλυσης, διακρίνονται σε πέντε χαρακτηριστικές κατηγορίες, τις ακόλουθες:

#### **1) Τοπογραφία: “Τι είναι κάπου...”**

Η ερώτηση αυτή αναφέρεται στην αναγκαιότητα να γνωρίζουμε τι υπάρχει σε κάθε συγκεκριμένη θέση του χώρου μελέτης μας. Η ταυτότητα ενός τόπου μπορεί να περιγραφεί με διάφορους τρόπους, όπως για παράδειγμα με το όνομα της τοποθεσίας, κάποιο γεωμετρικό κωδικό, ή με κάποιο γραφικό συμβολισμό σε συνδυασμό με ένα σύστημα γεωγραφικών συντεταγμένων.

#### **2) Βάσει συνθήκης: “Πού βρίσκεται...”**

Η ερώτηση αυτή είναι κατά κάποιον τρόπο η αντιστροφή της προηγούμενης: προσδιορίζει το γεωμετρικό τόπο, μέσα στον οποίον ικανοποιούνται κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες χωρικής ή περιγραφικής συσχέτισης και απαιτεί στοιχεία χωρικής ανάλυσης.

#### **3) Τάσεις: “Ποια η μεταβολή...”**

Έχοντας ως δεδομένα τις απαντήσεις από τις δύο προηγούμενες ερωτήσεις, ελέγχονται μεταβολές που συμβαίνουν σε ένα συγκεκριμένο χώρο κατά την πάροδο του χρόνου.

#### **4) Πρότυπα: “Από ποια χωρικά πρότυπα χαρακτηρίζεται...”**

Η ερώτηση αυτή αναζητάει τους συσχετισμούς και τους νόμους οι οποίοι διέπουν φαινόμενα σε κάποιο συγκεκριμένο χώρο που συμβαίνουν ταυτόχρονα ή είναι το ένα συνέπεια του άλλου.

#### 5) Μοντέλα: “Τι θα συνέβαινε εάν...”

Οι ερωτήσεις αυτές αποσκοπούν στην κατασκευή σεναρίων τα οποία θα ελέγχουν εναλλακτικές δυνατότητες σε κάποιο συγκεκριμένο χώρο. Οι απαντήσεις σε αυτόν το τύπο ερωτήσεων απαιτούν μια συνολική επιστημονική θεώρηση των υπό μελέτη φαινομένων και δεν μπορούν να δοθούν με μόνη γνώση αυτήν της γεωγραφικής πληροφορίας.

Κάθε Σ.Γ.Π. μπορεί να απαντήσει σε όλους τους προαναφερθέντες τύπους ερωτήσεων. Και αυτό επειδή υπάρχει πλήρης επικοινωνία και συσχέτιση της συμβατικής γραφικής πληροφορίας του χάρτη με τη μη γραφική πινακοποιημένη περιγραφική πληροφορία των βάσεων δεδομένων.

Εμάς θα μας απασχολήσουν το τρίτο και τέταρτο ερώτημα.

### 2.4. Κατηγορίες Σ.Γ.Π.

Ανάλογα με τη μορφή της επεξεργασίας των γεωμετρικών στοιχείων του χάρτη, τα Σ.Γ.Π. διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- 1) τα διανυσματικά Σ.Γ.Π. (Vector G.I.S.)
- 2) τα μωσαϊκού τύπου Σ.Γ.Π. (Raster G.I.S. ή Grid G.I.S.).

Οι δύο αυτές κατηγορίες εμφανίστηκαν ανεξάρτητα, τελευταία όμως υπάρχει μία τάση ενοποίησής τους, καθώς αλληλοσυμπληρώνονται, με την έννοια ότι τα μειονεκτήματα της μιας είναι πλεονεκτήματα για την άλλη.

#### 2.4.1. Διανυσματικά Σ.Γ.Π.

Σε αυτά τα Σ.Γ.Π. η επεξεργασία των στοιχείων έχει τη λογική του *διανύσματος*. Η λογική που ακολουθείται είναι όμοια με την λογική του ανθρώπου που σχεδιάζει πάνω σε χαρτί. Κατ' αυτόν τον τρόπο η γεωμετρία των διανυσματικών Σ.Γ.Π. αποτελείται από τα εξής τρία δομικά στοιχεία:

- σημεία (points).

- γραμμές (lines).
- πολύγωνα (polygons).

Τα δομικά στοιχεία αυτά (γεωγραφικά χαρακτηριστικά) αποθηκεύονται στην μνήμη με την μορφή εξίσωσης (τα σημεία με μορφή συντεταγμένων) κατά την θεωρία της αναλυτικής γεωμετρίας.

Με συνδυασμούς των παραπάνω δομικών στοιχείων μπορούν να αντιπροσωπευθούν όλα τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου. Ορισμένα παραδείγματα είναι:

- τόποι όπως οι γεωτρήσεις αναπαρίστανται με σημεία.
- γραμμικά στοιχεία όπως δρόμοι αναπαρίστανται με τόξα.
- επιφάνειες όπως λίμνες αναπαρίστανται με πολύγωνα.

Καθένα από τα στοιχεία αυτά “δένεται” με ένα σύνολο πληροφοριών οι οποίες περιγράφουν πλήρως το στοιχείο. Οι πληροφορίες αυτές φυλάσσονται σε ένα πίνακα. Κάθε τέτοιος πίνακας αποτελείται από:

- στήλες (items), ιδιότητες που ισχύουν για όλα τα στοιχεία
- γραμμές (records), γεωμετρικά στοιχεία (κάθε γραμμή αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο στοιχείο).

Οι πίνακες αυτοί ονομάζονται πίνακες χαρακτηριστικών.

#### **2.4.2. Μωσαϊκού τύπου Σ.Γ.Π.**

Εδώ η επεξεργασία βασίζεται στην αρχή των *στοιχειωδών επιφανειών* (rasters, cells, pixels). Οι στοιχειώδεις αυτές επιφάνειες είναι συνήθως τετράγωνα ή παραλληλόγραμμα, μπορούν όμως να έχουν τριγωνική ή εξαγωνική μορφή. Έχουμε, λοιπόν, ένα πλέγμα “τοποθετημένο” πάνω στην εικόνα, η οποία διαχωρίζεται μ’ αυτόν τον τρόπο σε πολύ μικρά στοιχειώδη κομμάτια, τα “κύτταρα” ή “ψηφίδες” (cells). Η κάθε ψηφίδα μπορεί να πάρει τιμές (π.χ. υψόμετρο) κατ’ επιλογήν του χρήστη και συνήθως καθορίζεται έτσι ώστε να προσδιορίζει ιδιότητες της αντίστοιχης επιφάνειας στο έδαφος.

Συγκριτικά με τα διανυσματικού, το βασικό πλεονέκτημα των μωσαϊκού τύπου Σ.Γ.Π. είναι η γρήγορη εκτέλεση πράξεων γεωγραφικής ανάλυσης. Έχουν όμως μεγαλύτερες απαίτησης μνήμης και αποθηκευτικού χώρου. Υπάρχει και εδώ

επίσης η υποστήριξη βάσης δεδομένων (που καταχωρούνται τιμές που αφορούν το πολύγωνο, τις γραμμές κ.λ.π.), αλλά δεν υπάρχει η κλασική κατάστρωση χωρικών σχέσεων (τοπολογία των διανυσματικών Σ.Γ.Π.).

## **2.5. Συστατικά Μέρη των Σ.Γ.Π.**

Ένα Σ.Γ.Π., γενικά, οργανώνεται σε μια σειρά λογικών βημάτων, το καθένα από τα οποία βασίζεται στο προηγούμενο. Μια κλασική μεθοδολογία οργάνωσης είναι η ακόλουθη (Λαζαρίδου και Μίχας, 1994):

### **Βήμα 1ο:** Κτίσιμο της βάσης δεδομένων

#### α) Σχεδιασμός της βάσης δεδομένων

- όρια της περιοχής μελέτης
- σύστημα συντεταγμένων
- κατάστρωση των επιπέδων πληροφορίας που θα χρειαστούν στη μελέτη
- επιλογή της περιγραφικής πληροφορίας που θα συνοδεύει τα χαρακτηριστικά των επιπέδων
- κωδικοποίηση και οργάνωση των περιγραφικών χαρακτηριστικών

#### β) Εισαγωγή των δεδομένων και κατασκευή συστήματος.

- εισαγωγή των χωρικών δεδομένων, περιγραφικών χαρακτηριστικών, στη βάση, ψηφιοποίηση δεδομένων ή ψηφιακή μετατροπή από φόρμες άλλων συστημάτων, εισαγωγή περιγραφικών χαρακτηριστικών.
- σύνδεση γεωμετρικής - περιγραφικής πληροφορίας

### **Βήμα 2ο:** Ανάλυση της γεωγραφικής πληροφορίας

Είναι η κατ' εξοχήν επεξεργασία μέσω Σ.Γ.Π. Γίνεται χρήση των αναλυτικών μεθόδων που προσφέρουν οι "πράξεις μεταξύ χαρτών".

### **Βήμα 3ο:** Παρουσίαση των αποτελεσμάτων, χαρτογραφική απόδοση

Τα Σ.Γ.Π. προσφέρουν τη δυνατότητα παραγωγής χαρτών υψηλής ποιότητας. Έτσι, διατίθεται μια μεγάλη ποικιλία γραφικού και θεαματικού συμβολισμού, κα-

θώς επίσης και μια σειρά εργαλείων αυτοματοποίησης των διαδικασιών δημιουργίας της χαρτογραφικής σύνθεσης.

Η παραπάνω μεθοδολογία οργάνωσης ακολουθήθηκε και στην παρούσα διπλωματική εργασία.

## **2.6. Πεδία εφαρμογών των Σ.Γ.Π.**

Στις μέρες μας τα Σ.Γ.Π. χρησιμοποιούνται ως βασικά εργαλεία στην επίλυση πολύπλευρων και σημαντικών προβλημάτων σε όλο και περισσότερους καίριους τομείς ιδιωτικών και δημοσίων επιχειρήσεων των ανεπτυγμένων χωρών.

Βέβαια, οι πρώτες εφαρμογές των Σ.Γ.Π. είχαν σχέση με το φυσικό και το δομημένο περιβάλλον. Χρησιμοποιήθηκαν έτσι στην τοπογραφία, στη θεματική χαρτογραφία, στη γεωλογία, στην ανάλυση δικτύων κ.α.. Παράλληλα βρήκαν εφαρμογή και σε διάφορες υπηρεσίες με συγκεκριμένους σκοπούς (όπως: ταχύτερη πρόσβαση πυροσβεστικών ή ασθενοφόρων, διαχείριση δικτύων υποδομής) καθώς επίσης και στο στρατό. Τα τελευταία χρόνια όμως, παρατηρείται μια ολοένα και μεγαλύτερη ζήτηση εφαρμογής των Σ.Γ.Π. σε θέματα που αφορούν το κοινωνικό και οικονομικό περιβάλλον.

Ειδικά στον **ελλαδικό χώρο**, τα Σ.Γ.Π. μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ολοκληρωμένα εργαλεία στα εξής πεδία εφαρμογών (Λαζαρίδου και Μίχας, 1994): Περιφερειακός Προγραμματισμός - Σχεδιασμός, Αστικός Προγραμματισμός - Σχεδιασμός, Συγκοινωνία - Μεταφορές, Περιβάλλον, Φορολογία, Εκπαίδευση και Υγεία / Πρόνοια, Πυροσβεστική, Δασική Υπηρεσία και Αστυνομία, Marketing, Αγορά Εργασίας, Δίκτυα Διανομών / Πωλήσεων, Χωροθετήσεις Κατανομών.

## **2.7. Διαδεδομένα προγράμματα**

Τα πιο διαδεδομένα “πακέτα” Σ.Γ.Π. που κυκλοφορούν στην αγορά είναι:

-**ARCVIEW** :Διανυσματικού τύπου με κατασκευάστρια εταιρία την ESRI. Πρόκειται για μια παραθυρικού τύπου εφαρμογή με προσανατολισμό την επεξεργασία και απεικόνιση των περιγραφικών δεδομένων.

- ARC/INFO: Διανυσματικού τύπου (vector based system), υποστηρίζει και ανάλυση μωσαϊκού τύπου (grid based system). 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 εταιρεία "MARATHON DATA SYSTEMS".

-MG (Microstation G.I.S.): Διανυσματικού τύπου, με κατασκευάστρια εταιρεία την 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 με κατασκευάστρια εταιρεία την 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, κατασκευασμένο από το τμήμα ερευνών του πανεπιστημίου CLARK της Μασαχουσέτης.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πακέτο ARCVIEW.

## **2.8. Συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.**

-Access: Πρόκειται για μια σχεσιακή βάση δεδομένων της Microsoft. Είναι πρόγραμμα παραθυριακού τύπου που διαθέτει προσχεδιασμένα αρκετά ερωτήματα (queries). Ένα από τα προσχεδιασμένα ερωτήματα κάνει την εύρεση διπλότυπων εγγραφών σε ένα πίνακα (δηλαδή εύρεση των εγγραφών που έχουν ίδια τιμή σε ένα πεδίο) και κατασκευή ενός νέου πίνακα με μοναδικές εγγραφές. Εφαρμόσαμε αυτή την δυνατότητα στον κυρίως πίνακα της εργασίας για να απομονώσουμε όλες οι ημερομηνίες για τις οποίες έγινε έστω και μια μέτρηση στάθμης κάποιας γεώτρησης.

-Excel: Είναι πρόγραμμα λογιστικών φύλλων της Microsoft. Στο πρόγραμμα αυτό έγινε η εισαγωγή των περιγραφικών στοιχείων των γεωτρήσεων, η ενοποίηση τους σε ένα πίνακα και η ταξινόμηση τους.

-Autocad: Σχεδιαστικό πρόγραμμα με κατασκευάστρια εταιρία την Autodesk. Με το πρόγραμμα αυτό σχεδιάστηκαν οι γεωλογικές τομές για να μετατραπούν στην συνέχεια σε εικόνες.

- ARC/INFO: Σε αυτό το πρόγραμμα έγινε η ψηφιοποίηση και η κατασκευή των γεωγραφικών δεδομένων (όσα δεν στάθηκε δυνατό να εξασφαλιστούν έτοιμα) που χρειάστηκαν στην εργασία.

- ArcView: Το κύριο πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία είναι το ArcView στην έκδοση του 2.1 για Windows 3.x. Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι τα ακόλουθα (ESRI Introducing ArcView 1994):

1. Ικανότητα προβολής δεδομένων από το πρόγραμμα ARC/INFO.
2. Ικανότητα προβολής περιγραφικών δεδομένων στην οθόνη.
3. Εισαγωγή περιγραφικών δεδομένων και συσχέτιση αυτών με χωρικά δεδομένα.
4. Δυνατότητα σύνδεσης μέσω SQL και ανάσυρση εγγραφών από βάση δεδομένων.
5. Ταξινόμηση γραφικών ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους.
6. Επιλογή γραφικών βάσει των χαρακτηριστικών τους.
7. Εύρεση γεωμετρικών τόπων βάσει δοθέντων συνθηκών.
8. Δημιουργία διαγραμμάτων βάσει των χαρακτηριστικών διαφόρων γραφικών.
9. Δημιουργία φύλλων χάρτη με τη χρήση plotters ή printers.
10. Επικοινωνία του πακέτου με άλλα πακέτα (Office, ARC/INFO).
11. Δική του γλώσσα μακροεντολών προγραμματισμού (Avenue).

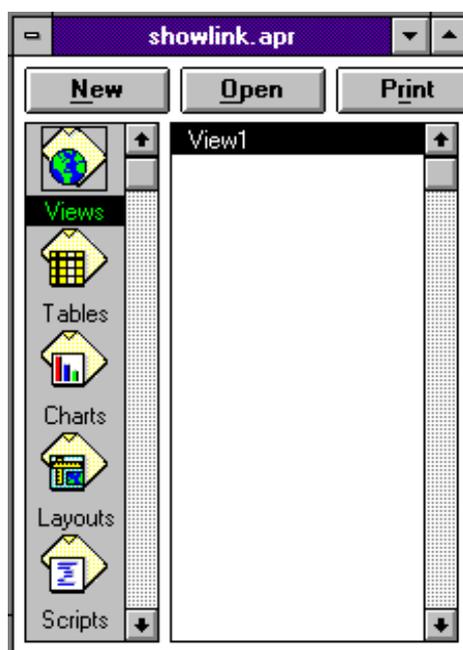
### **2.9. Σύντομη περιγραφή του ArcView.**

Το ArcView σε αντίθεση με άλλα προγράμματα γεωγραφικής πληροφορίας διαθέτει μόνο ένα περιβάλλον για την επεξεργασία και προβολή της γεωγραφικής και περιγραφικής πληροφορίας. Πιστό στην λογική των παραθυρικού τύπου εφαρμογών αποτελείται από ένα κυρίως παράθυρο από το οποίο με

την βοήθεια των "κουμπιών" και των διαφόρων "μενού" έχουμε πρόσβαση σε όλες τις λειτουργίες του προγράμματος.

Τα αρχεία που δημιουργεί το ArcView ονομάζονται Project. Κάθε Project μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας φάκελος που μέσα φυλάγονται ανομοιογενή αλλά απόλυτα συσχετισμένα αντικείμενα. Τα ανομοιογενή αυτά αντικείμενα ταξινομούνται σε πέντε υποκατηγορίες οι οποίες αντιστοιχούν στις πέντε υποενότητες του προγράμματος.

Κάθε φορά που ξεκινάμε ArcView το ανοίγει αυτομάτως το Project Window ( βλ. σχ.1.1). Σε αυτό περιέχονται όλες οι υποενότητες του ArcView. Ανοίγοντας κάποιο Project και κλικάροντας σε κάθε υποενότητα βλέπουμε στο Project Window τα στοιχεία που περιέχονται σε αυτό.



Σχ.1.1 Το κυρίως παράθυρο του ArcView το Project Window.

Οι πέντε υποενότητες του προγράμματος είναι οι εξής:

**View.** Περιέχει τους ψηφιακούς χάρτες. Με διπλό κλικ πάνω στο όνομα ενός χάρτη στο Project Window αυτός προβάλλεται σε ένα νέο παράθυρο που ανοίγει. Το παράθυρο αυτό χωρίζεται σε δυο μέρη. Το δεξί περιέχει τον χάρτη και το αριστερό το υπόμνημα το οποίο μας δείχνει με τι σύμβολα παριστάνονται στον χάρτη τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά των διάφορων θεματικών επιπέδων.

**Tables.** Περιέχει τους πίνακες χαρακτηριστικών των θεματικών επιπέδων και τους πίνακες με την περιγραφική πληροφορία.

**Charts.** Περιέχει τις γραφικές παραστάσεις που δείχνουν γραφικά τα περιεχόμενα των πινάκων με την περιγραφική πληροφορία.

**Layouts.** Περιέχει τους προς εκτύπωση χάρτες.

**Scripts.** Περιέχει τις μακροεντολές και τα προγράμματα σε γλώσσα Avenue με τα οποία επιτυγχάνουμε αυτοματοποίηση διαφόρων εργασιών. Συνοπτική περιγραφή της γλώσσας Avenue δίνεται στο κεφάλαιο 5.

## **2.10. Η αξιοποίηση των Σ.Γ.Π. στην εποπτεία της διαχείρισης των υδατικών πόρων της περιοχής Υλίκης.**

Από όλα τα προαναφερθέντα για τα Σ.Γ.Π. έγινε φανερό ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε εργασία διαχείρισης, επεξεργασίας και παρουσίασης πληροφοριών, οι οποία περιέχει γεωγραφική συνιστώσα.

Κατ' αυτόν τον τρόπο τα Σ.Γ.Π. μπορούν να αξιοποιηθούν και στη μελέτη της διαχείρισης υπόγειων υδατικών πόρων στην περιοχή της Υλίκης.

Η εφαρμογή του Σ.Γ.Π. στην περιοχή που μας ενδιαφέρει γίνεται , έτσι ώστε ο χρήστης να αποκτήσει μια πλήρη εποπτεία του υπόγειου υδατικού συστήματος. Κύριος σκοπός της εφαρμογής το Σ.Γ.Π. είναι να δοθεί απάντηση στην ερώτηση από που προέρχεται το νερό κάθε ομάδας γεωτρήσεων.

### **3. ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.**

#### **3.1. Ψηφιοποίηση**

##### **3.1.1. Πριν την ψηφιοποίηση.**

Στο στήσιμο της εφαρμογής του Σ.Γ.Π. για την εποπτεία του υπογείου υδατικού συστήματος της περιοχής Υλίκης, το πρώτο βήμα ήταν ο προσδιορισμός όλων εκείνων των πληροφοριών, χωρικών και περιγραφικών, οι οποίες θα μας είναι απαραίτητες για τον καθορισμό του συστήματος.

Η πλήρης περιγραφή του υδατικού συστήματος της περιοχής Υλίκης απαιτεί χωρικές πληροφορίες για:

- Γεωτρήσεις.
- Λίμνες.
- Ανάγλυφο περιοχής.
- Γεωλογική μορφή υπεδάφους.

Για τη σωστή οργάνωση του Σ.Γ.Π. οι απαραίτητες πληροφορίες συστηματοποιούνται σε θεματικά επίπεδα (coverages), τα εξής:

1. το θεματικό επίπεδο των λιμνών. (Ulikh, Paralimn)
2. το θεματικό επίπεδο των γεωτρήσεων. (Rgwt)
3. το θεματικό επίπεδο του ανάγλυφου. (Is0, Is40, Is200)
4. το θεματικό επίπεδο των γεωλογικών τόμων.(Tomes)
5. το θεματικό επίπεδο των ρηγμάτων. (Rigm)

Κατ' αυτόν τον τρόπο κάθε θεματικό επίπεδο έχει ομογενή μόνο στοιχεία. Έτσι οργανώνεται καλύτερα η βάση δεδομένων που υπάρχει από "πίσω" του και διευκολύνεται η επεξεργασία των στοιχείων στις βάσεις αυτές.

Τα επίπεδα Uliki ,Paralimn τα οποία αναφέρονται στις λίμνες αποτελούνται από πολύγωνα (polygons).

Το επίπεδο Gewtr αποτελείται από σημεία (points ).

Τέλος, το επίπεδο Tomes και το επίπεδο Rigm αποτελείται από τόξα (arcs).

### **3.1.2. Εύρεση χαρτών και αναγνώριση τους.**

Η εισαγωγή των χωρικών (γεωγραφικών) δεδομένων γίνεται:

1. με τη μορφή αρχείων ASCII σε περίπτωση που έχουμε ήδη τον χάρτη σε ψηφιακή μορφή. Τα αρχεία αυτά προέρχονται από το πρόγραμμα γεωγραφικής πληροφορίας στο οποίο έχει γίνει η ψηφιοποίηση. Με την κατάλληλη εντολή αυτού του προγράμματος (π.χ. Export) ο χάρτης που μας ενδιαφέρει μετατρέπεται σε αρχείο μορφής ASCII που είναι εύκολα μεταφέσιμο. Αφού το μεταφέρουμε στον τοπικό δίσκο ή κάπου που έχουμε πρόσβαση, μετατρέπουμε το ASCII αρχείο σε διαθέσιμο χάρτη με μια εντολή που κάνει την αντίστροφη δουλειά (π.χ. Import).
2. από κλασικούς τοπογραφικούς χάρτες μέσω ψηφιοποιητών (digitizer).

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, το πέρασμα των γεωγραφικών δεδομένων για κάθε θεματικό επίπεδο έγινε ως εξής:

1. Των λιμνών με ψηφιοποίηση από χάρτη με κλίμακα 1/50000.
2. Των γεωτρήσεων με ψηφιοποίηση από χάρτη με κλίμακα 1/50000.
3. Του ανάγλυφου με εισαγωγή (με τη μορφή αρχείων ASCII ) ενός ήδη ψηφιοποιημένου χάρτη.
4. Των γεωλογικών τομών και των ρηγμάτων με ψηφιοποίηση από χάρτη με κλίμακα 1/50000.

### **3.1.3. Ψηφιοποίηση**

Για να γίνει η αντιστοίχιση κάθε σημείου του χάρτη που θα ψηφιοποιήσουμε με τις συντεταγμένες του αναπαριστάμενου πραγματικού χώρου, το πρόγραμμα απαιτεί τις πραγματικές συντεταγμένες τεσσάρων σημείων τα οποία ονομάζονται σημεία αγκίστρωσης (TICS). Επιλέγουμε στο χάρτη τέσσερα σημεία για τα οποία

έχουμε γνωστές τις καρτεσιανές συντεταγμένες (συνήθως αυτά είναι οι τέσσερις γωνίες του χάρτη) και περνάμε τις συντεταγμένες τους στον κατάλληλο πίνακα, σε κάθε εγγραφή του οποίου δίνουμε και ένα κωδικό αριθμό. Μετά τα ψηφιοποιούμε δίνοντας κατά την ψηφιοποίηση τον αντίστοιχο κωδικό αριθμό για να καταλάβει το πρόγραμμα σε ποια εγγραφή του πίνακα συντεταγμένων (δηλαδή σε ποιες συντεταγμένες) αντιστοιχεί το κάθε σημείο.

Το πρόγραμμα απαιτεί ένα πίνακα με τις συντεταγμένες των ορίων του χάρτη. Αν δεν του το δώσουμε τότε το πρόγραμμα ορίζει μόνο του τα όρια. Καλό είναι να ορίσουμε εμείς τα όρια ενός χάρτη εισάγοντας της συντεταγμένες των εσχάτων σημείων αυτού στον κατάλληλο πίνακα.

Πάνω στους χάρτες η γεωγραφική θέση των σημείων αγκίστρωσης δίνεται μέσω των πολικών συντεταγμένων φ (γεωγραφικό πλάτος / latitude) και λ (γεωγραφικό μήκος / longitude). Εμείς όμως πρέπει να δώσουμε στο πρόγραμμα καρτεσιανές συντεταγμένες. Γεννιέται λοιπόν η ανάγκη μετατροπής συντεταγμένων. Ως σύστημα αναφοράς στην παρούσα διπλωματική εργασία επιλέχτηκε το ΕΓΣΑ 87, το οποίο χρησιμοποιεί καρτεσιανές συντεταγμένες. Η μετατροπή των φ και λ σε Χ και Υ γίνεται μέσω του προγράμματος (που υπάρχει στον Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλασσίων Έργων του ΕΜΠ) EGSA87. Το πρόγραμμα αυτό μας ζητάει να εισάγουμε το ζευγάρι των τιμών φ και λ ενός σημείου και στη συνέχεια μας επιστρέφει τις αντίστοιχες τιμές Χ και Υ.

Οι εργασίες της ψηφιοποίησης έγιναν σε περιβάλλον DOS, μέσα από το πρόγραμμα ARC/INFO και σε ένα ξεχωριστό κατάλογο (directory) για προφανείς λόγους ασφάλειας. Οι εργασίες αυτές μπορούν να χωριστούν σε δύο βασικά στάδια:

#### 1. Προπαρασκευαστικό.

- Δημιουργία νέου χάρτη με όνομα (namecov). εντολή στο *arc: create (namecov)*
- Εισαγωγή των συντεταγμένων των σημείων αγκίστρωσης (tics) στην βάση δεδομένων του χάρτη αυτού. εντολή στο *arc: tables (=έναρξη του προγράμματος βάσης δεδομένων)*. εντολές στο *tables: select (namecov).tic, add*

- Εισαγωγή των τιμών που έχουν οι συντεταγμένες των συνόρων (boundaries) του χάρτη στη βάση δεδομένων του χάρτη αυτού· εντολές στο *tables: select (namecov).bnd, add, q (= quit, επιστροφή στο arc)*.

## 2. Ψηφιοποίησης.

Η ψηφιοποίηση γίνεται στο περιβάλλον ARCEDIT (τον Coverage editor του ARC/INFO).

- Ο υπολογιστής ζητάει από το χρήστη τουλάχιστον τέσσερα σημεία αγκίστρωσης (tics) των οποίων την ψηφιοποίηση εκκινούμε με την εντολή *Coordinate digitizer (namecov)*. Αφού ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία εμφανίζεται στην οθόνη το σφάλμα προσανατολισμού RMS (Root Mean Square Error ή Tic Registration Error) που είναι συνάρτηση της προσοχής του χρήστη κατά τη διαδικασία της ψηφιοποίησης και της διακριτικής ικανότητας του ανθρώπινου οφθαλμού. Ο αριθμός δείχνει την απόκλιση που υπάρχει μεταξύ των τιμών X και Y των σημείων αγκίστρωσης που ψηφιοποιήθηκαν μόλις τώρα με τις τιμές που εισάγαμε προηγουμένως στο αρχείο (namecov).tic (ο υπολογιστής βάσει των τριών tic μπορεί να υπολογίσει που πρέπει να βρίσκεται το τέταρτο άρα συγκρίνοντας με την θέση που του δώσαμε εμείς από τον ψηφιοποιήτη να εκτιμήσει το σφάλμα). Όσο μικρότερη τιμή έχει το σφάλμα τόσο ακριβέστερη θα είναι η ψηφιοποίηση των στοιχείων.
- Μετά ψηφιοποιούμε τα σημεία που αναπαριστούν τις γεωτρήσεις. Διαλέγουμε τον χάρτη στον οποίο θα προσθέσουμε τα σημεία με την εντολή *editcov (namecov)*. Με την εντολή *ef label* δηλώνουμε ότι θα προσθέσουμε σημεία και με *Add* αρχίζουμε την διαδικασία ψηφιοποίησης. Τις λίμνες και τις γεωλογικές τομές τις ψηφιοποιούμε σαν τόξα. Η εντολές είναι ίδιες μόνο αντί για *ef label* δίνουμε *ef arc*. Κατά την ψηφιοποίηση ορίζουμε την αρχή του κάθε τόξου τα ενδιάμεσα σημεία και το πέρας του.

### 3.1.4. Δόμηση τοπολογίας

Η δόμηση τοπολογίας είναι μία κρίσιμη εργασία στο ARC/INFO, η οποία πρέπει να γίνεται μετά από κάθε ψηφιοποίηση. Η διαδικασία δόμησης τοπολογίας επιτυγχάνεται με την εντολή *build*.

Η εντολή *build* χτίζει τοπολογία για πολύγωνα, γραμμές (build lines) ή σημεία (build points). Η λειτουργία της είναι να δημιουργήσει ή να ενημερώσει τον πίνακα των χαρακτηριστικών στοιχείων ενός επιπέδου, δημιουργώντας ή ενημερώνοντας τον πίνακα ιδιοτήτων του (Attribute table). Ο πίνακας αυτός περιέχει τους συσχετισμούς των user-id με τα στοιχεία του επιπέδου καθώς και τις τιμές διάφορων γεωμετρικών χαρακτηριστικών όπως μήκος, περίμετρο και επιφάνεια.

Αν τα χαρακτηριστικά που ψηφιοποιήσαμε αποτελούνται από τόξα (π.χ. οι γεωλογικές τομές) τότε ο πίνακας που θα δημιουργήσει η εντολή *build* θα είναι τύπου **Arc Attribute Table (AAT)**. Ενώ αν τα χαρακτηριστικά που ψηφιοποιήσαμε είναι σημεία ο πίνακας που θα δημιουργηθεί θα είναι τύπου **Point Attribute Table (PAT)**

Αυτός ο πίνακας θα αποτελέσει τον συνδετικό κρίκο μεταξύ των γεωγραφικών απεικονιζόμενων δεδομένων και των καταχωρημένων περιγραφικών. Δηλαδή για την περίπτωση των γεωτρήσεων ο πίνακας **PAT με τον πίνακα των περιγραφικών δεδομένων («OUFOUF2.txt»)** συνδέονται μέσω κοινού πεδίου (τα πεδία μέσω των οποίων γίνεται ο συσχετισμός δεν είναι ανάγκη να έχουν ίδιο όνομα στους δυο πίνακες αλλά πρέπει μεταξύ τους να περιέχουν , στις έγγραφες που θέλουμε να ενώσουμε, ίδιες τιμές) και έτσι συσχετίζονται και οι γεωτρήσεις με τις αντίστοιχες εγγραφές στον πίνακα περιγραφικών δεδομένων.

Στην δόμηση της τοπολογία βοηθάει η εντολή *clean*. Η εντολή *clean* διορθώνει γεωμετρικά λάθη, δημιουργεί διασταυρώσεις εκεί που τέμνονται οι γραμμές και τοποθετεί κόμβους σε κάθε διασταύρωση .

Εδώ χρησιμοποιήθηκε για να μετατρέψει τις λίμνες που ψηφιοποιήθηκαν σαν Arcs σε Polygons. Έτσι μετατρέπει τις λίμνες που θα αναπαριστούνταν απλώς από μια συνοριακή γραμμή σε επιφάνειες. Επίσης μετατρέπει τον (AAT) πίνακα σε (PAT) ο οποίος περιέχει στοιχεία για τα εμβαδά των πολύγωνων.

## 3.2. Κατασκευή της βάσης δεδομένων

### 3.2.1. Γενικά

Στον πίνακα «OUFOUF2.txt» είναι καταχωρημένα όλα εκείνα τα περιγραφικά δεδομένα τα οποία θα συνδεθούν με την ψηφιοποιημένη γεωγραφική πληροφο-

ρία. Τα δεδομένα του πίνακα αυτού χωρίζονται σε δύο κατηγορίες στα χρονικά εξαρτημένα δεδομένα και τα χρονικά ανεξάρτητα.

Τα χρονικά ανεξάρτητα δεδομένα είναι

- ο κωδικός της γεώτρησης (χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα).
- η ονομασία της γεώτρησης.
- το απόλυτο υψόμετρο του σημείου διάνοιξης της γεώτρησης,
- η παροχή της.
- οι καρτεσιανές συντεταγμένες των γεωτρήσεων.

Τα χρονικά εξαρτημένα γεγονότα τα οποία συνοδεύονται από ημερομηνίες είναι:

- η απόσταση από την επιφάνεια της γεώτρησης έως την στάθμη της.
- το απόλυτο υψόμετρο στάθμης γεώτρησης υπό ηρεμία.
- το απόλυτο υψόμετρο στάθμης γεώτρησης όταν γίνεται άντληση.
- το απόλυτο υψόμετρο στάθμης Υλίκης.
- η συγκέντρωση χλωριόντων σε ppm.
- διάφορες παρατηρήσεις.

Τα περιγραφικά δεδομένα προήλθαν από εννέα τεύχη του Ι.Γ.Μ.Ε. (Παπαπέτρος, 1994). Καθένα από αυτά καλύπτει χρονική περίοδο ενός τρίμηνου. Τα δεδομένα συνολικά εκτείνονται στο χρονικό διάστημα από 15/03/94 έως 20/12/95. Το μέσο χρονικό βήμα μετρήσεων είναι 11 ημέρες.

Για να διευκολύνουμε την πρόσβαση στα δεδομένα ενοποιήσαμε τα δεδομένα των εννέα τευχών σε ένα πίνακα. Αυτό το επιτύχαμε χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Excel. Τα βήματα που ακολουθήθηκαν είναι τα εξής:

1. Εισάγαμε σε ένα λογιστικό φύλλο όλα τα δεδομένα των τευχών με τις μετρήσεις.
2. Ταξινομήσαμε τις εγγραφές κατά το όνομα της γεώτρησης για να έχουμε άμεση εποπτεία της εξέλιξης της κάθε γεώτρησης. Αυτό γίνεται με την επιλογή "ταξινόμηση" από το μενού "δεδομένα". Στο πλαίσιο διαλόγου που εμφανίζεται υποδεικνύουμε το πεδίο που περιέχει τα ονόματα των γεωτρήσεων.
3. Εξασφαλίσαμε ότι οι εγγραφές σε κάθε γεώτρηση είναι ταξινομημένες κατά αύξουσα σειρά ημερομηνίας. Για να γίνει αυτό διαχωρίσαμε το ένα φύλλο με όλες τις γεωτρήσεις, σε πολλά άλλα, καθένα από τα οποία περιείχε όλες τις μετρήσεις μιας μόνο γεώτρησης. Σε κάθε ένα από τα ξεχωριστά φύλλα εφαρ-

μόσαμε ταξινόμηση κατά αύξουσα σειρά σύμφωνα με το πεδίο των ημερομηνιών. Στην συνέχεια ξαναενώνουμε όλα τα φύλλα σε ένα.

Σημείωση: Τα παραπάνω γίνονται ευκολότερα με δύο ταυτόχρονα κλειδιά ταξινόμησης.

Στο φύλλο αυτό χρειάστηκαν ακόμα κάποιες αλλαγές. Πρώτα χωρίσαμε το πεδίο με τις μετρήσεις στάθμης των γεωτρήσεων σε δύο άλλα το Absalta και Absalth. Η απόφαση σε ποιο από αυτά τα πεδία θα πάει η κάθε τιμή του παλιού πεδίου γίνεται βάσει του αν η στάθμη μετρήθηκε υπό άντληση (στο Absalta) ή υπό ηρεμία (στο Absalth). Ακόμα περάσαμε σε δύο άλλα νέα πεδία τις συντεταγμένες της κάθε γεώτρησης.

Επιδιώξαμε στο τελικό φύλλο να μην υπάρχει πουθενά κενό κελί μέσα στα δεδομένα. Έτσι όπου είχαμε τιμή μέτρησης στο Absalta συμπληρώσαμε την αντίστοιχη θέση του Absalth με 0 και το αντίστροφο. Τον κωδικό, την ονομασία, το υψόμετρο, την παροχή άντλησης, τις συντεταγμένες κάθε γεώτρησης τις ξαναγράψαμε τόσες φορές όσες οι εγγραφές που αναφέρονται στην γεώτρηση αυτή. Αυτό το κάναμε για να μπορεί το πρόγραμμα να εξετάζει την κάθε εγγραφή αποκομμένα από το σύνολο της βάσης δεδομένων και να μην εξαρτάται από αυτή.

## **4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.**

### **4.1. Σύνδεση γεωτρήσεων χάρτη με περιγραφικά δεδομένα και κατασκευή γραφημάτων.**

#### **4.1.1. Εισαγωγή.**

Από τον χάρτη της περιοχής παρατηρούμε ότι οι ομάδες των γεωτρήσεων της Ν.Δ. Υλίκης και των Ταξιαρχών είναι πολύ κοντά στην λίμνη Υλίκη. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ασβεστολιθικής υπόστασης καρστικοποιημένο υπόβαθρο της περιοχής, δημιουργεί την υπόνοια ότι οι γεωτρήσεις αυτές επικοινωνούν με την λίμνη.

Το σύστημα που κατασκευάστηκε μπορεί να βοηθήσει στο να εξαχθεί ένα συμπέρασμα σχετικά με αυτό. Το σκεπτικό που ακολουθήθηκε είναι το εξής. Αν όντως επικοινωνούν οι γεωτρήσεις με την λίμνη αναμένουμε μια ισχυρή εξάρτηση της διακύμανσης της στάθμης λίμνης με την στάθμη γεωτρήσεων. Αυτό μπορεί να ελεγχθεί εύκολα αν αντιπαραθέσουμε τις χρονοσειρές των μετρήσεων της στάθμης αυτών με μορφή ραβδογραμμάτων. Ο πιο κομψός τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι να μπορεί ο χρήστης να επιλέγει κάθε φορά από τον ψηφιακό χάρτη την γεώτρηση για την οποία θέλει να κάνει αυτή την αντιπαραθέση. Για να γίνει αυτό ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα.

#### **4.1.2. Εισαγωγή του χάρτη της περιοχής.**

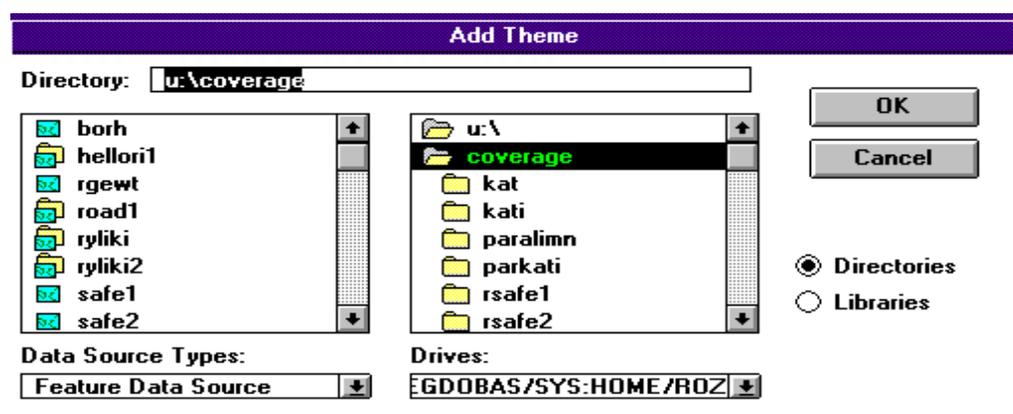
Αφού εξασφαλιστούν σε ψηφιακή μορφή όλα τα χωρικά δεδομένα πρέπει να τα συγκεντρωθούν σε ένα χάρτη. Ενώ είναι ενεργό το παράθυρο "View", με

κλικ στο κουμπί "Add Theme"  (βλ. σχ.4.1) εμφανίζεται ένα πλαίσιο διαλόγου (βλ. σχ.4.2) για την φόρτωση των θεματικών επιπέδων των χαρτών. Από το παράθυρο επιλέγουμε το θέμα που θέλουμε να προσθέσουμε στον χάρτη. Έτσι προσθέτουμε το θεματικό επίπεδο της Υλίκης, των γεωτρήσεων, των γεωλογικών τομών και των ρηγμάτων. Επίσης για λόγους αισθητικής και

προσανατολισμού προσθέτουμε τα θεματικά επίπεδα της Παραλίμνης των ισοϋψών των 200 και 40 μέτρων και την εθνική οδό.



Σχ.4.1 Ενεργά μενού και κουμπιά στην υποενότητα Views.



Σχ.4.2 Πλαίσιο διαλόγου για φόρτωση θεματικών επιπέδων.

#### 4.1.3. Φόρτωση του πίνακα χαρακτηριστικών των θεματικών επιπέδων.

Κάνουμε ενεργό το θεματικό επίπεδο των γεωτρήσεων (κλικ πάνω στο υπόμνημα του). Πατώντας το κουμπί  "Open Theme Table button" το πρόγραμμα φορτώνει τον πίνακα των χαρακτηριστικών του εν λόγω θεματικού επιπέδου (feature attribute table) στην υποενότητα Tables. Ο πίνακας αυτός δημιουργήθηκε κατά την διάρκεια της ψηφιοποίησης με την εντολή «build» και είναι συσχετισμένος με το θεματικό επίπεδο. Δηλαδή επιλέγοντας μια γεώτρηση από τον χάρτη αυτόματα επιλέγεται η αντίστοιχη εγγραφή στον πίνακα και το αντίστροφο. Το αντίστροφο ισχύει επειδή η αντιστοιχία ενός χαρακτηριστικού στον χάρτη με μια εγγραφή στον πίνακα χαρακτηριστικών είναι αυστηρά ένα προς ένα.

Πίνακας 4.1. Ο πίνακας χαρακτηριστικών που αντιστοιχεί στο θεματικό επίπεδο Rgewt.

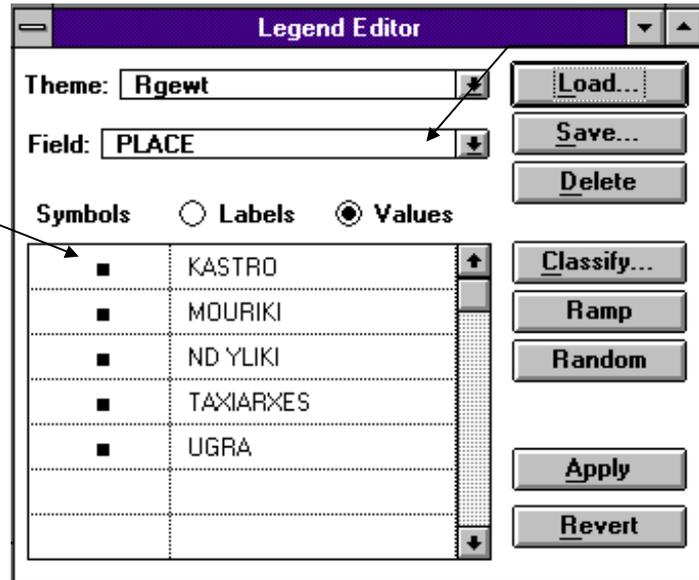
Area	Perimeter	Rgewt_	Rgewt_id
0	0	1	1
0	0	2	2
0	0	3	3
0	0	4	4
0	0	5	5
0	0	6	6
0	0	7	7
0	0	8	8
0	0	9	9
0	0	10	10
0	0	11	11
0	0	12	12
0	0	13	13
0	0	14	14
0	0	15	15
0	0	16	16
0	0	17	17
0	0	18	18
0	0	19	19

#### 4.1.4. Ρύθμιση χαρακτηριστικών χάρτη.

Μέσα από τον διορθωτή υπομνήματος "Legend Editor" (βλ. σχ.4.3) δίνεται η δυνατότητα να καθορισθεί ο τρόπος που θα απεικονίζονται τα χαρακτηριστικά των θεματικών επιπέδων (π.χ. σχήμα για τα σημεία, χρώμα, μοτίβο για τις γραμμές). Αυτό γίνεται κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο σύμβολο του εκάστοτε θέματος το οποίο μας εμφανίζει ένα νέο πλαίσιο διαλόγου με όνομα "Marker Palette" (βλ. σχ.4.4). Επιλέγουμε την καρτέλα με το είδος της ρύθμισης που μας ενδιαφέρει, την ορίζουμε και τέλος την εφαρμόζουμε με το κουμπί "Apply" στον "Legend Editor" .

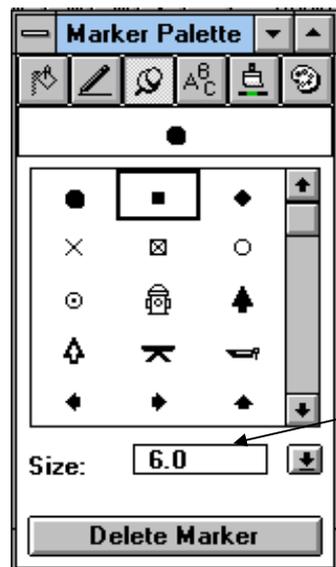
Είναι επιθυμητό το χρώμα της κάθε γεώτρησης να είναι τέτοιο ώστε να υποδηλώνει την ομάδα στην οποία ανήκει. Για να γίνει αυτό στο πλαίσιο κειμένου "Theme" (βλ. σχ.4.3) επιλέγουμε το θέμα "Rgewt" (το θεματικό επίπεδο των γεωτρήσεων) και στο πλαίσιο κειμένου "Field" επιλέγουμε το πεδίο "Place" του πίνακα χαρακτηριστικών των γεωτρήσεων που περιέχει την ονομασία της ομάδας στην οποία ανήκει η κάθε γεώτρηση. Βάσει αυτού του πεδίου θα γίνει μια χρωματική διαβάθμιση των γεωτρήσεων. Δηλαδή το πρόγραμμα θα χρωματίζει την κάθε γεώτρηση ανάλογα με την αντίστοιχη τιμή που είναι καταχωρημένη σε αυτό το πεδίο.

Με διπλό κλικ εδώ ανοίγει το επόμενο πλαίσιο διαλόγου που φαίνεται πιο κάτω.



Εδώ ορίζεται το πεδίο βάσει του οποίου θα γίνει η χρωματική διαβάθμιση.

Σχ.4.3 Legend Editor.



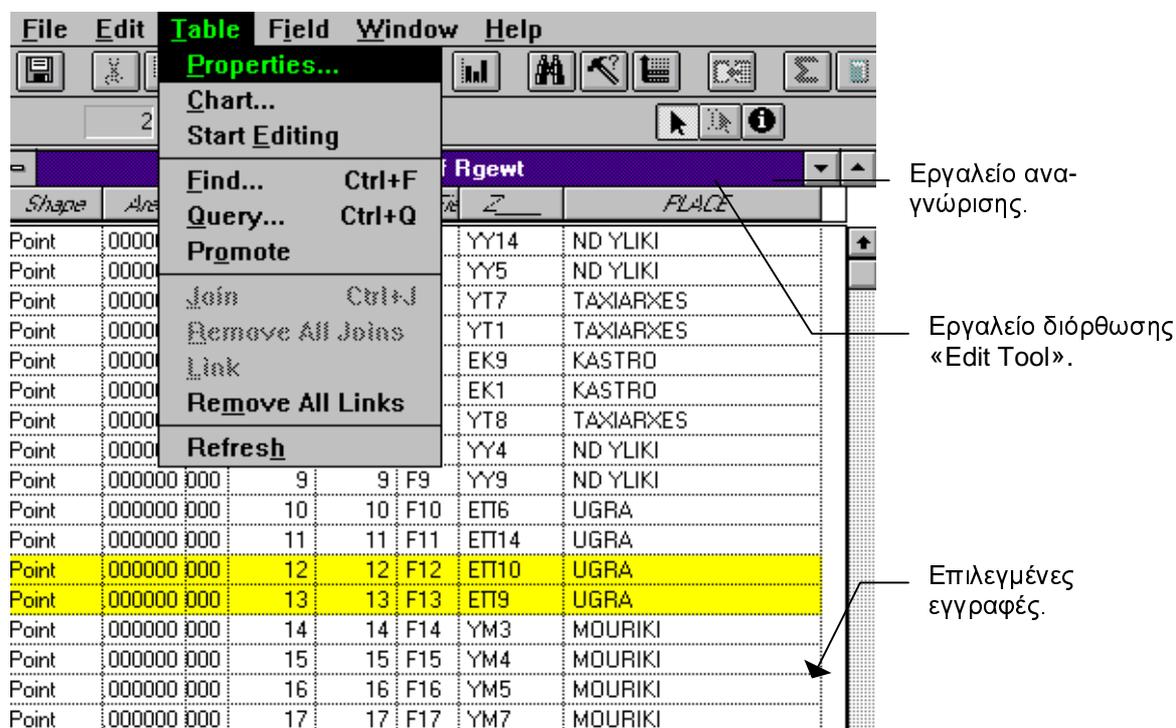
Επιλογή μεγέθους συμβόλου.

Σχ.4.4 Πλαίσιο διαλόγου για επιλογή μοτίβο, χρώματος, μεγέθους χαρακτηριστικών θεματικών επιπέδων.

#### 4.1.5. Διαμόρφωση του πίνακα χαρακτηριστικών των θεματικών επιπέδων.

Από την υποενότητα Tables ανοίγουμε τον πίνακα των χαρακτηριστικών των γεωτρήσεων. Ο πίνακας αυτός περιλαμβάνει τα εξής πεδία : Area, Perimeter, Rgwt\_, Rgwt\_id τα οποία έχουν δημιουργηθεί από την εντολή "build" κατά

την ψηφιοποίηση. Χρειαζόμαστε όμως ακόμα άλλα τρία πεδία και γι' αυτό εργαζόμαστε ως εξής. Από το μενού "Tables" επιλέγουμε "Start Editing". Αυτό καθιστά τον επιλεγμένο πίνακα επιδεκτό σε αλλαγές. Από το "Edit Menu" επιλέγουμε "Add Field" για να εισάγουμε ένα νέο πεδίο. Ένα πλαίσιο διαλόγου που ανοίγει μας ζητάει να καθορίσουμε το είδος των περιεχομένων του νέου πεδίου (αν θα είναι αλφαριθμητικό, ημερομηνία ή αριθμός) και το όνομα του. Αυτό το επαναλαμβάνουμε τρεις φορές. Τα νέα πεδία είναι εντελώς κενά. Κάνουμε κλικ στο κουμπί "Edit Tool" (βλ. σχ.4.5), στοχεύουμε τα κενά κελιά των νέων πεδίων και πληκτρολογούμε τις νέες τιμές. Έτσι περνάμε για κάθε γεώτρηση, στο πρώτο από τα νέα πεδία, τον εσωτερικό κωδικό για χρήση του προγράμματος, στο δεύτερο πεδίο το όνομα της γεώτρησης και στο τρίτο την ομάδα στην οποία ανήκει.



Σχ.4.5 Πίνακας χαρακτηριστικών θεματικού επιπέδου γεωτρήσεων όπου φαίνονται τα νέα πεδία.

#### 4.1.6. Συσχετισμός του πίνακα χαρακτηριστικών των θεματικών επιπέδων με τον πίνακα χρονοσειρών μετρήσεων στάθμης.

Σύνδεση δύο πινάκων σημαίνει η εγκαθίδρυση μιας ένα-προς-πολλά αντιστοιχίας μεταξύ δυο πινάκων συσχετίζοντας τους βάσει ενός πεδίου που πε-

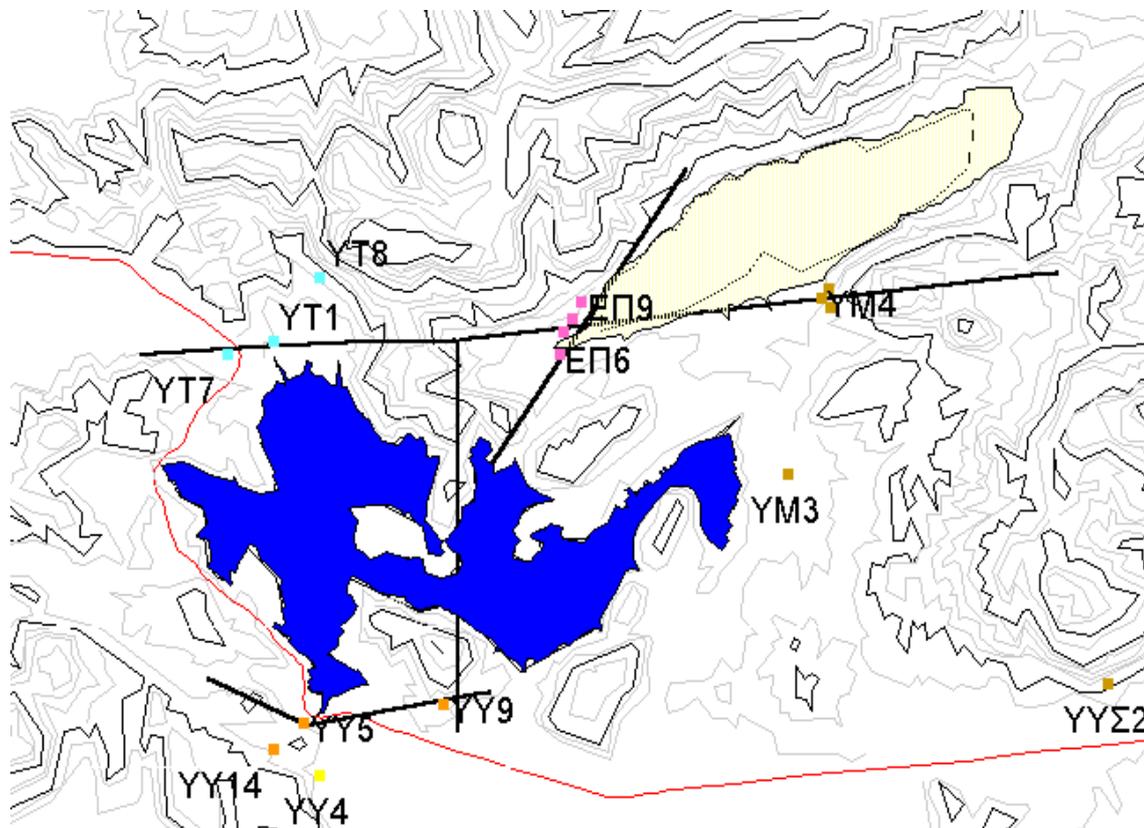
ριέχει κοινά στοιχεία και στους δυο. Έτσι μια εγγραφή στον πίνακα προορισμού συσχετίζεται με μια ή περισσότερες στον πίνακα προέλευσης. Δηλαδή αν φροντίσουμε ο πίνακας χρονοσειρών των μετρήσεων της στάθμης και ο πίνακας των χαρακτηριστικών να έχουν για ίδιες γεωτρήσεις τον ίδιο κωδικό, τότε μεταξύ αυτών μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα σύνδεσμο . Ο πίνακας χρονοσειρών είναι ο παροχέας (προέλευση) δεδομένων ενώ ο πίνακας χαρακτηριστικών είναι ο προορισμός δεδομένων.

Στα σχήμα 4.6 και στους πίνακες 4.2, 4.3 φαίνεται η λειτουργία της σύνδεσης των δυο πινάκων καθώς και η σύνδεση του πίνακα χαρακτηριστικών με το θεματικό επίπεδο των γεωτρήσεων. Έτσι η επιλογή μιας γεώτρησης στον χάρτη επιφέρει την επιλογή της αντίστοιχης εγγραφής στον πίνακα χαρακτηριστικών που με την σειρά της επιφέρει την επιλογή των συσχετισμένων εγγραφών στον πίνακα των χρονοσειρών.

Τα πεδία μέσω των οποίων γίνεται η σύνδεση είναι:

Πίνακας προορισμού: New field.

Πίνακας προέλευσης : Id



Σχ.4.6 Χάρτης περιοχής με τις γεωτρήσεις με επιλεγμένη την YY4.

Area	Perimeter	Rgewt_	Rgewt_id	NewField	Z_	PLACE
0	0	1	1	F1	YY14	ND YLIKI
0	0	2	2	F2	YY5	ND YLIKI
0	0	3	3	F3	YT7	TAXIARXES
0	0	4	4	F4	YT1	TAXIARXES
0	0	5	5	F5	EK9	KASTRO
0	0	6	6	F6	EK1	KASTRO

Πίνακας 4.2 Πίνακας χαρακτηριστικών γεωτρήσεων «Προορισμού».

Id	Gewtr	Alt	Amount	Date	Downdist	Absalth	Absalta	Absaltyliki	Clppm	Notes	X	Y
F1	YY14	136.36	310	15/3/1994	89.95	0	46.41	53.86	35.4	A	433629	4247143
F1	YY14	136.36	310	28/3/1994	89.29	0	47.07	54.34	35.4	A	433629	4247143
F1	YY14	136.36	310	13/4/1994	89.09	0	47.27	55	34	A	433629	4247143
F1	YY14	136.36	310	19/4/1994	88.45	0	47.91	55.06	31.9	A	433629	4247143
F10	ΕΠ6	41.96	60	15/3/1995	4.92	37.04	0	54.97	0	H	439039	4254217
F10	ΕΠ6	41.96	60	27/3/1995	5.39	0	36.57	55.7	54	A	439039	4254217

Πίνακας 4.3 Πίνακας χρονοσειρών «Προέλευσης»

#### 4.1.7. Μεθοδολογία σύνδεσης δυο πινάκων.

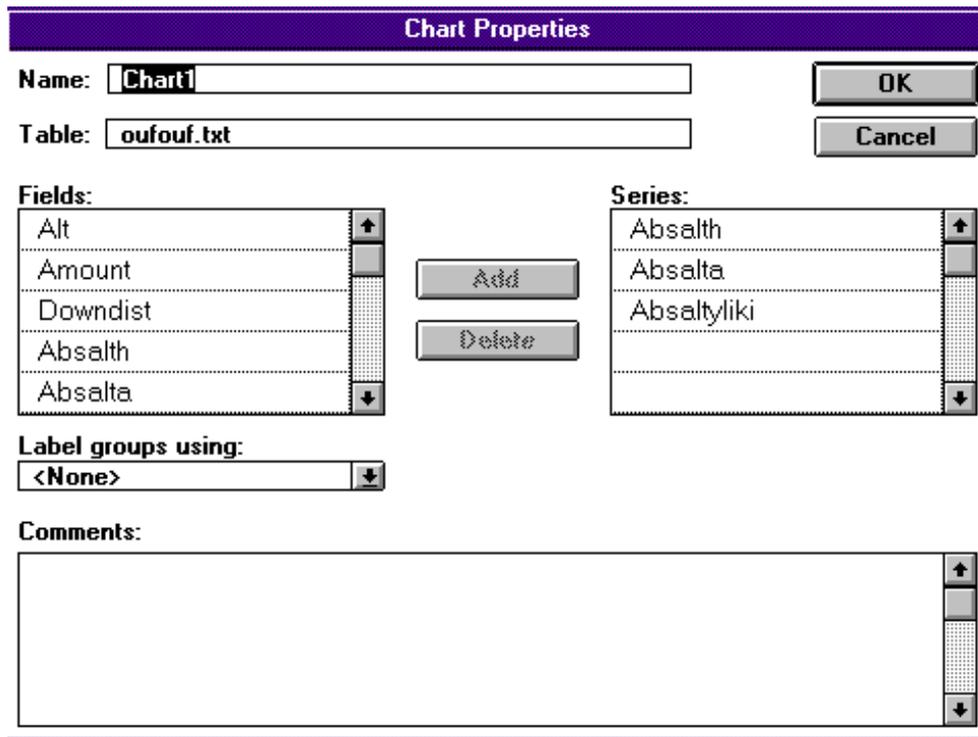
Για την σύνδεση δύο πινάκων ακολουθούνται τα εξής βήματα

1. Ανοίγουμε τον πίνακα προέλευσης δεδομένων (στην περίπτωση μας τον πίνακα που περιέχει τις χρονοσειρές).
2. Κάνουμε κλικ στο όνομα του πεδίου με τα κοινά στοιχεία (κωδικός των γεωτρήσεων).
3. Ανοίγουμε τον πίνακα προορισμού (εδώ τον πίνακα των χαρακτηριστικών).
4. Κάνουμε κλικ στο όνομα του πεδίου με τα κοινά στοιχεία (κωδικός των γεωτρήσεων).
5. Στο μενού «Tables» πατάμε «Link».
6. Αν επιλέξουμε μια εγγραφή στον πίνακα προορισμού όλες οι αντίστοιχες εγγραφές στον πίνακα προέλευσης θα επιλεγθούν.

#### 4.1.8. Κατασκευή του διαγράμματος των χρονοσειρών.

Μέσα από την υποενότητα Charts θα κατασκευάσουμε τα γραφήματα. Τα γραφήματα θα είναι ραβδογράμματα με ταυτόχρονη σχεδίαση τριών πεδίων. Ενώ είμαστε στην υποενότητα Charts στο κεντρικό παράθυρο κάνουμε κλικ στο κουμπί "New". Στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται (βλ. σχ.4.7):

1. Επιλέγουμε τον πίνακα ο οποίος περιέχει τα δεδομένα που θέλουμε να σχεδιάσουμε δηλαδή τον πίνακα χρονοσειρών. Στο γράφημα θα σχεδιάζονται κάθε φορά μόνο οι επιλεγμένες εγγραφές του πίνακα. Η επιλογή των εγγραφών γίνεται αυτόματα κάθε φορά που επιλέγουμε μια γεώτρηση στον χάρτη. Δηλαδή επιλέγοντας μια γεώτρηση από τον χάρτη επιλέγεται ταυτόχρονα και η αντίστοιχη εγγραφή στον πίνακα χαρακτηριστικών. Η επιλογή αυτή περνάει και στον πίνακα χρονοσειρών λόγω του συσχετισμού που υπάρχει. *(επιλογή γεώτρησης στον χάρτη → επιλογή στον πίνακα χαρακτηριστικών → επιλογή πίνακα χρονοσειρών → σχεδίαση χρονοσειρών επιλεγμένης γεώτρησης)*.
2. Υποδεικνύουμε τα πεδία των οποίων τα επιλεγμένα στοιχεία θα σχεδιαστούν. Στην περίπτωση μας τα πεδία που περιέχουν τα υψόμετρα της στάθμης των γεωτρήσεων υπό ηρεμία (Absalth), των γεωτρήσεων υπό άντληση (Absalta) και της Υλικής (Absaltyliki). Το πρόγραμμα θα σχεδιάσει τα περιεχόμενα των επιλεγμένων πεδίων με την σειρά που είναι καταχωρημένα στον πίνακα. Δηλαδή για να έχουμε ορθή γραφική απεικόνιση της εξέλιξης των χρονοσειρών πρέπει να έχουμε εξασφαλίσει την αύξουσα χρονολογική ταξινόμηση των εγγραφών της κάθε ομάδας γεωτρήσεων.



Σχ.4.7 Πλαίσιο διαλόγου κατασκευής γραφημάτων.

Μετά μπορούμε να καθορίσουμε την μορφή του γραφήματος. Με το κουμπί



ζητάμε από το πρόγραμμα να σχεδιάσει το γράφημα με μορφή ραβδογράμματος. Το κουμπί αυτό οδηγεί σε ένα πλαίσιο διαλόγου από το οποίο επιλέγουμε την μορφή του ραβδογράμματος. Αν τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται με την αναμενόμενη μορφή μπορεί να φταίει ότι τα δεδομένα σχεδιάζονται με σειρά στηλών. Για να διορθώσουμε το πρόβλημα πατάμε το κουμπί



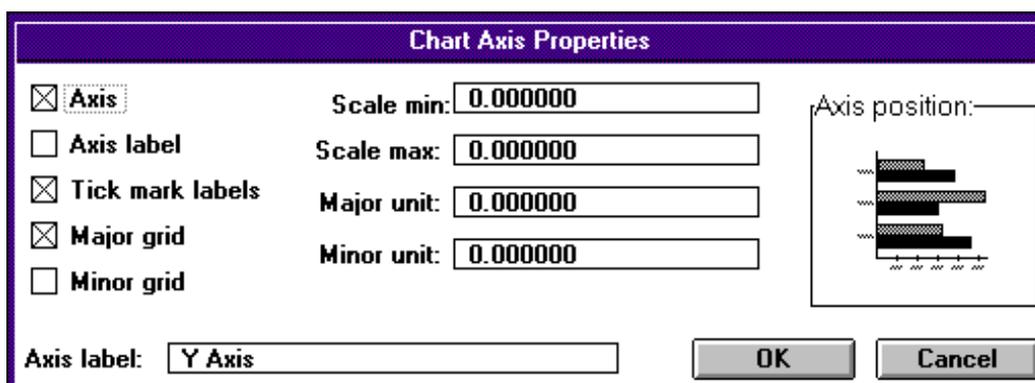
το οποίο εναλλάσσει την μορφή σχεδίασης κατά στήλες ή κατά γραμμές. Πατώντας το κουμπί



(βλ. σχ.4.9) εμφανίζεται ένας καμβάς με χρώματα. Αν επιλέξουμε ένα χρώμα τότε κλικάροντας πάνω σε μια ράβδο του ραβδογράμματος ορίζουμε το χρώμα με το οποίο σχεδιάζονται όλες οι τιμές του πεδίου στο οποίο ανήκει αυτή. Για παράδειγμα τις τιμές του πεδίου «Absalth» τις σχεδιάζουμε με κόκκινες ράβδους, ενώ τα πεδία «Absalta» και

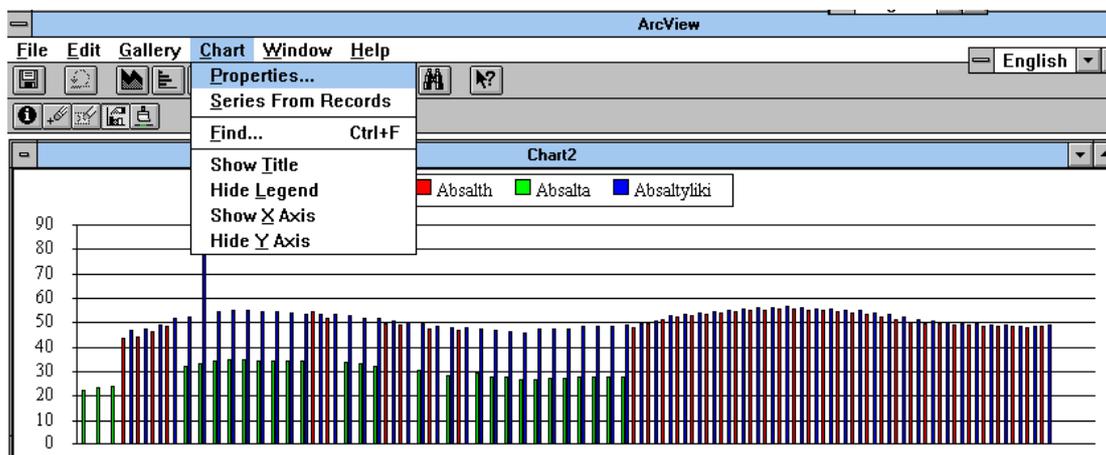
«Absaltyliki» με πράσινες και μπλε αντίστοιχα. Αν πατήσουμε το κουμπί  μπορούμε να κάνουμε κάποιες τροποποιήσεις στο γράφημα. Στοχεύοντας στο υπόμνημα του γραφήματος και κάνοντας κλικ ανοίγει πλαίσιο διαλόγου

από το οποίο μπορούμε να καθορίσουμε την θέση του υπομνήματος σε σχέση με το ραβδόγραμμα. Στοχεύοντας πάνω στο ραβδόγραμμα και κλικάροντας βγαίνει το πλαίσιο διαλόγου (βλ. σχ.4.8) από το οποίο μπορούμε να ορίσουμε αν θα φαίνονται οι άξονες, αν θα φαίνονται τα ονόματα των αξόνων, οι τιμές των αξόνων, αν θα έχουμε τις βασικές ή δευτερεύουσες οριζόντιες διαγραμμίσεις ή και τις δυο.



Σχ.4.8 Πλαίσιο διαλόγου με ιδιότητες γραφήματος.

Από το μενού «Chart» επιλέγουμε να μην φαίνεται ο άξονας των Χ (δεν περιέχει πληροφορία που να χρειάζεται και προκαλεί συμφόρηση στην γραφική παράσταση) και ο τίτλος του «Chart» για να εξοικονομήσουμε χώρο.



Σχ.4.9 Ένα ραβδόγραμμα με τα ενεργά μενού και κουμπιά στην υποενοότητα Tables.

Αν πατήσουμε το κουμπί αναγνώρισης  και κάνουμε κλικ πάνω σε μια μπάρα του ραβδογράμματος τότε παίρνουμε τα στοιχεία της εγγραφής που αντιστοιχούν σε αυτή την μπάρα.

Identify Results	
1: Chart1 - 11	Id F1
	Gewtr YY14
	Alt 136.36
	Amount 310
	Date 5/7/94 0:00:00
	Downdist 90.22
	Absalth 0.00
	Absalta 46.14
	Absalyiki 52.02
Clear	Clear All

Σχ.4.10 Η εγγραφή που αντιστοιχεί στην ΥΥ14 την 5/7/94.

Όπως βλέπουμε στο σχήμα 4.10 αυτή η μπάρα αντιστοιχεί στην γεώτρηση με κωδικό F1 και όνομα ΥΥ14 η οποία έχει διανοιχτεί σε υψόμετρο 136.36. Τα στοιχεία που ακολουθούν έχουν καταγραφεί την 5/7/94. Η στάθμη υπό άντληση της γεώτρησης μετρήθηκε στο 46.12 m, το υψόμετρο της Υλίκης στα 52.02 m και η παροχή άντλησης 310 m<sup>3</sup>/h.

## 4.2. ΕΠΟΠΤΕΙΑ ΤΗΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΑ.

### 4.2.1. Σκεπτικό χάρτη με χρωματικά διαβαθμισμένες γεωτρήσεις.

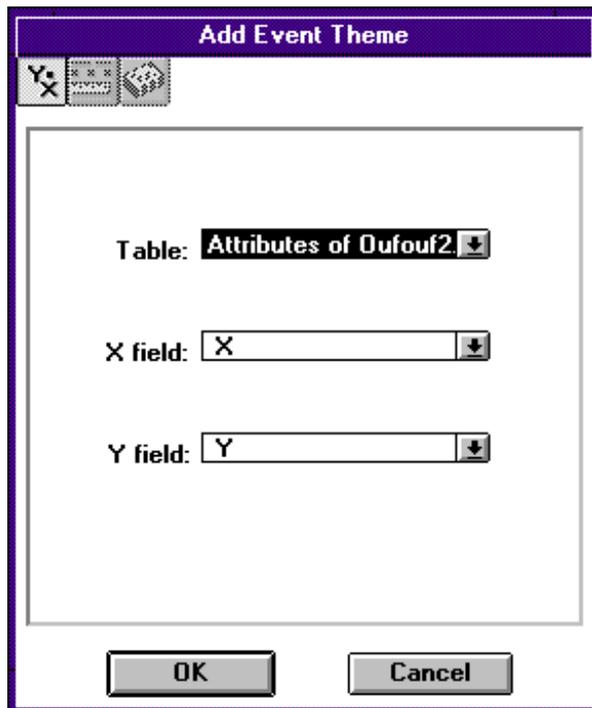
Το γράφημα της διακύμανσης στάθμης μιας γεώτρησης συναρτήσει του χρόνου είναι διαφωτιστικό όσον αφορά την εξέλιξη μιας γεώτρησης αλλά δεν επιτρέπει να την συγκρίνουμε με τη συμπεριφορά άλλων γεωτρήσεων. Ένας τρόπος για να επιτευχθεί αυτή η σύγκριση είναι να χρωματίσουμε τα σύμβολα των γεωτρήσεων στον χάρτη ανάλογα με τα υψόμετρο της στάθμης των. Όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, αυτό μπορούμε να το επιτύχουμε δίνοντας στο κείμενο διαλόγου "Field:" που υπάρχει στον "Legend Editor", το όνομα του πεδίου του πίνακα χαρακτηριστικών που περιέχει τις τιμές βάσει των οποίων θα κατασκευαστεί η χρωματική διαβάθμιση. Είναι προφανές ότι πρέπει ο χρωματισμός μιας γεώτρησης να μπορεί γίνεται βάσει πολλαπλών εγγραφών οι οποίες αναφέρονται σε μετρήσεις στάθμης που έγιναν διαφορετικές ημερομηνίες. Όμως όσον αφορά θεματικά επίπεδα που εισαγάγαμε από άλλα γεωγραφικά προγράμματα π.χ. ARC/INFO, **ο πίνακας χαρακτηριστικών των γεωτρήσεων επιτρέπεται να έχει για κάθε γεώτρηση μόνο μια εγγραφή.** Από την άλλη το πρόγραμμα μπορεί να κάνει τον χρωματισμό των γεωτρήσεων μόνο βάσει πεδίου που υπάρχει μέσα στον αντίστοιχο πίνακα χαρακτηριστικών. Έτσι, κανονικά δεν θα μπορούσαμε παρά να χρωματίσουμε τα σύμβολα των γεωτρήσεων σύμφωνα με τις μετρήσεις μίας μόνο ημερομηνίας. Την λύση του προβλήματος αυτού δίνει η δυνατότητα του ArcView να φτιάχνει θεματικά επίπεδα που περιέχουν σημεία βάσει ενός πίνακα που περιέχει τις καρτεσιανές συντεταγμένες των σημείων αυτών. **Σε αυτά τα θεματικά επίπεδα μπορεί ένα σημείο να αντιστοιχεί σε πολλές εγγραφές στον πίνακα των χαρακτηριστικών.** Εκμεταλλευόμενοι αυτή την δυνατότητα του προγράμματος προσθέτουμε στον πίνακα με τις περιγραφικές πληροφορίες άλλα δυο πεδία που περιέχουν τις συντεταγμένες και φτιάχνουμε ένα νέο θέμα (θεματικό επίπεδο) που περιέχει τις γεωτρήσεις. Έτσι σε κάθε γεώτρηση ,

του νέου θεματικού επιπέδου, θα αντιστοιχούν τόσες εγγραφές στον συσχετισμένο με αυτές πίνακα όσες οι μετρήσεις στάθμης που έχουμε για αυτήν. Μπορούμε να χρωματίσουμε τις γεωτρήσεις βάσει του υψομέτρου τους, για όποια ημερομηνία θέλουμε. Απομένει να χρωματίσουμε την Υλίκη (η Παραλίμνη έχει στερέψει) βάσει του υψομέτρου της στάθμης της. Το ίδιο πρόβλημα υπάρχει και εδώ, μόνο που το ArcView δεν μπορεί να κατασκευάσει χάρτη με πολύγωνα. Εδώ η μόνη λύση είναι να καταφύγουμε σε μία ρουτίνα που θα αναλαμβάνει αυτή την δουλειά. Επίσης και η διαδικασία επιλογής της ημερομηνίας βάσει των μετρήσεων της οποίας θα χρωματίσουμε τις γεωτρήσεις καλό είναι να αυτοματοποιηθεί και αυτή μέσω προγράμματος.

#### 4.2.2. Μεθοδολογία κατασκευής θεματικού επιπέδου.

Η δημιουργία του θεματικού επιπέδου γίνεται ως εξής:

- 1.Επιλέγουμε τον χάρτη στον οποίο θα προσθέσουμε το νέο θέμα.
- 2.Από το View μενού επιλέγουμε Add Event Theme. Θα εμφανιστεί το ένα πλαίσιο διαλόγου (βλ. σχ.4.11).
- 3.Επιλέγουμε το κουμπί  (συνήθως είναι ήδη επιλεγμένο )
- 4.Στην κυλιόμενη λίστα Table επιλέγουμε τον πίνακα που περιέχει τις συντεταγμένες. ( Αν το ArcView βρει σε κάποιο πίνακα πεδία με όνομα X, Y επιλέγει αυτόματα τον πίνακα αυτό και τα ανάλογα πεδία )
- 5.Επιλέγουμε τα πεδία που περιέχουν τις συντεταγμένες X , Y.
- 6.Πατώντας το OK το ArcView προσθέτει το νέο θέμα στον χάρτη.



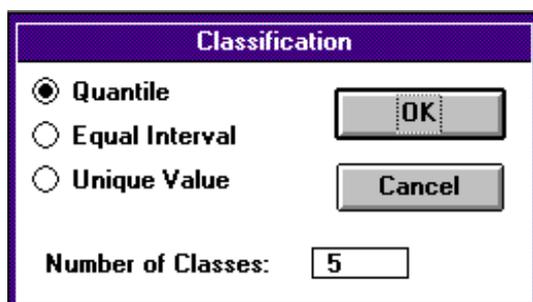
Σχ.4.11 Πλαίσιο διαλόγου κατασκευής θεματικού επιπέδου από πίνακα με συντεταγμένες.

#### 4.2.3. Ορισμός της χρωματικής διαβάθμισης του νέου επιπέδου.

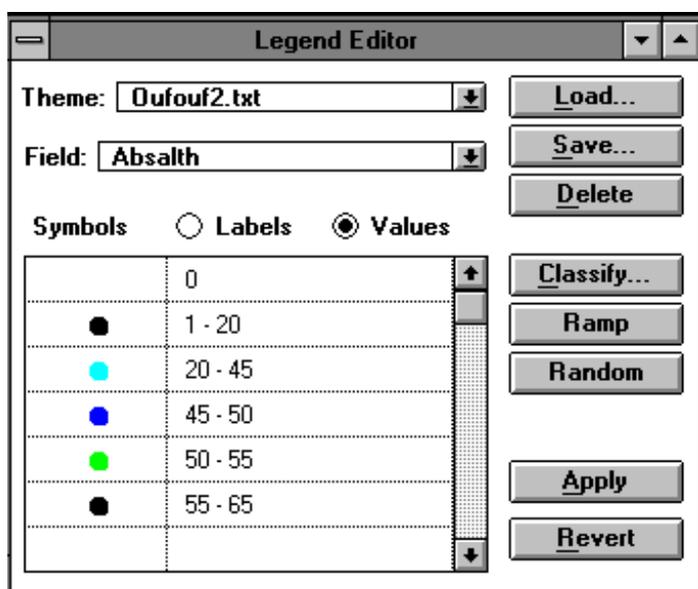
Επιλέγουμε το νέο θέμα και πατάμε το κουμπί που φορτώνει τον πίνακα των χαρακτηριστικών του θέματος. Έτσι φορτώνεται ένας πίνακας με όνομα Attributes of Oufouf2.txt όπου Oufouf2.txt το όνομα του πίνακα που περιέχει τις καρτεσιανές συντεταγμένες. Ο νέος πίνακας είναι απaráλλαχτος με τον Oufouf2.txt αλλά επιπλέον είναι συνδεδεμένος με το νέο θέμα. Δηλαδή η επιλογή μιας γεώτρησης στον χάρτη αντικατοπτρίζεται αμέσως στον πίνακα με το κιτρίνισμα των αντίστοιχων εγγραφών στον Attributes of Oufouf2.txt. Ο παλιός πίνακας μπορεί να απομακρυνθεί από το Project.

Στον διορθωτή υπομνήματος (βλ. σχ.4.13) στο πλαίσιο κειμένου "Field:" συμπληρώνουμε το όνομα του πεδίου που περιέχει τα υψόμετρα της στάθμης των γεωτρήσεων. Πατώντας το κουμπί "Classify.." ανοίγει ένα παράθυρο διαλόγου (βλ. σχ.4.12) στο οποίο καθορίζουμε τον αριθμό των χρωματικών κλάσεων (Number of Classes στην περίπτωση μας 5) και αν θα είναι ισομεγέθεις (Equal Interval) ή, το οποίο και επιλέγουμε, αν θα ορίσουμε εμείς την έκταση της κάθε μιας (Quantile). Αφού ορίσουμε τις πιο πάνω ρυθμίσεις, ξαναγυρνάμε στον "Legend Editor" όπου ακολουθεί ο καθορισμός των διαστημάτων των κλάσεων (βλ. σχ.4.13) Επιλέγουμε μεγάλα διαστήματα διακριτο-

ποίησης για τα υψόμετρα που δεν ενδιαφέρουν (από 0 έως 45) και πιο μικρά για υψόμετρα στα οποία συνήθως κυμαίνονται οι στάθμες.



Σχ.4.12 πλαίσιο διαλόγου επιλογής τρόπου ορισμού εύρους διαστημάτων διακριτοποίησης.



Σχ.4.13 Καθορισμός στον Legend Editor των διαστημάτων διακριτοποίησης.

#### 4.2.4. Ανάπτυξη συστήματος αυτοματισμού.

Επιλέγοντας μια εγγραφή στον πίνακα με τις συντεταγμένες το πρόγραμμα επισημαίνει την αντίστοιχη γεώτρηση. Αναιρώντας την επιλογή η γεώτρηση χρωματίζεται ανάλογα με το που εμπίπτει το υψόμετρο της στάθμης (στην χρωματική διαβάθμιση που όρισαμε προηγουμένως), κατά την ημερομηνία της μόλις πριν επιλεγμένης εγγραφής. Δηλαδή χρειαζόμαστε ένα πρόγραμμα που να "βηματίζει" τις ημερομηνίες και να επιλέγει κάθε φορά όλες τις γεωτρήσεις για τις οποίες έχουμε μέτρηση στάθμης για την "τρέχουσα" ημερομηνία. Ακόμα χρειαζόμαστε το πρόγραμμα να διαβάζει το υψόμετρο της Υλίκης για αυτήν την ημερομηνία και να αποφασίζει τι χρώμα πρέπει να έχει αυτή.

Για να επιτύχουμε αυτή την λειτουργία εισάγουμε ένα νέο πίνακα Dates από τον οποίο το πρόγραμμα θα διαβάζει τις τιμές του ύψους της στάθμης της Υλίκης (οι τιμές αυτές υπάρχουν και στον πίνακα των χρονοσειρών αλλά τις περνάμε και στον νέο πίνακα για απλοποίηση της δομής της ρουτίνας που θα κατασκευάσουμε) καθώς και θα επιλέγει την επόμενη ή προηγούμενη ημερομηνία. Άρα καταρχήν ο πίνακας αυτός πρέπει να περιέχει όλες τις ημερομηνίες μετρήσεων και τα αντίστοιχα υψόμετρα Υλίκης.

Αυτός κατασκευάζεται με την βοήθεια της Microsoft -Access. Στην υποενότητα της Access Ερωτήματα επιλέγουμε τον οδηγό εύρεσης διπλότυπων. Ο οδηγός καταρχήν ζητάει να του υποδείξουμε τον πίνακα στον οποίο θα εφαρμοστεί το κριτήριο καθώς και το πεδίο το οποίο περιέχει τις διπλότυπες εγγραφές. Εμείς του υποδεικνύουμε τον πίνακα Attributes of Oufouf2.txt και το πεδίο με τις ημερομηνίες. Μετά ρωτά αν θέλουμε να συμπεριλάβουμε στον πίνακα που θα φτιάξει το ερώτημα κάποιο άλλο πεδίο. Εδώ του δίνουμε το πεδίο με τα υψόμετρα της Υλίκης. Με την περάτωση του έργου του ερωτήματος έχουμε ένα πίνακα που περιέχει τρία πεδία. Στο πρώτο πεδίο περιλαμβάνονται όλες οι ημερομηνίες στις οποίες έγινε έστω και μία μέτρηση στάθμης ταξινομημένες κατά αύξουσα σειρά και στο δεύτερο έχουμε τον αριθμό των διπλότυπων για κάθε ημερομηνία.

Αυτός ο πίνακας πρέπει τώρα να συνδεθεί με τον πίνακα Attributes of Oufouf2.txt. Αυτό γίνεται βάσει του κοινού πεδίου των ημερομηνιών. Έτσι επιλέγοντας μια ημερομηνία στον πίνακα Dates επιλέγονται στον συνδεδεμένο πίνακα και στον χάρτη όλες οι γεωτρήσεις για τις οποίες έχουμε καταγραφή στάθμης εκείνη την ημερομηνία. Μετά προχωρώντας στην αναίρεση της επιλογής οι γεωτρήσεις χρωματίζονται ανάλογα. Αν επιλέξουμε στον πίνακα Dates μια ημερομηνία για την οποία να μην έχει γίνει καταμέτρηση στάθμης σε καμία γεώτρηση τότε θα αναιρεθεί η επιλογή σε όλες τις γεωτρήσεις και έτσι θα γίνει αυτό που θέλουμε δηλαδή η γεώτρηση θα χρωματιστεί ανάλογα με το που εμπίπτει το υψόμετρο της στάθμης. Άρα χρειαζόμαστε μια ακόμα εγγραφή την οποία εισάγουμε χειρονακτικά και φροντίζουμε να μην αντιστοιχεί σε καμία εγγραφή του πίνακα Attributes of Oufouf2.txt. Αν επιλέξουμε αυτή την εγγραφή θα αναιρεθεί η όποια επιλογή στον πίνακα Attributes of Oufouf2.txt.

Για να μπορεί το πρόγραμμα να βηματίζει μπρος-πίσω κατά μήκος των ημερομηνιών χρειάζεται ένα ακόμα πεδίο (πεδίο βηματισμού) με περιεχόμενα της μορφής «f1,f2,f3...». Το πεδίο αυτό και τα περιεχόμενα του τα περνάμε με τον τρόπο που δείξαμε στο κεφάλαιο 4.1.5 . Έτσι μια τεχνική για να επιλεγεί η επόμενη εγγραφή είναι να αυξηθούν κατά ένα τα περιεχόμενα μιας μεταβλητής. Για την αυτοματοποίηση αυτής της δουλειάς χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα προγράμματα. Ένα κάνει αρχικοποίηση μεταβλητών όταν πρωτανοίγουμε το Project και εκτελείται μια φορά. Δυο για την επιλογή προηγούμενης-επόμενης εγγραφής και ένα που κάνει αναίρεση των επιλεγμένων εγγραφών και ξανα-σχεδιάζει τον χάρτη αν είναι απαραίτητο. Αυτά θα εκτελούνται με το πάτημα τριών κουμπιών που θα φτιάξουμε και θα προσθέσουμε στα ήδη υπάρχοντα της υποενότητας Views.

#### **4.2.5. Εισαγωγή στην γλώσσα Avenue.**

Η Avenue είναι αντικειμενοστραφής γλώσσα. Δηλαδή ο προγραμματισμός γίνεται εφαρμόζοντας τελεστές στα διάφορα αντικείμενα που αποτελούν την εφαρμογή. Ο τελεστής δεν αρκείται στον απλό κατονομασμό του αντικείμενου αλλά πρέπει να ορίσουμε μια πλήρη διαδρομή μέσα στην δενδροειδή ταξινόμηση που χρησιμοποιεί η γλώσσα για τα αντικείμενα της. Αυτή η λογική θυμίζει τους κατάλογους και υποκαταλόγους φύλαξης αρχείων. Για παράδειγμα αν θέλουμε να επεξεργαστούμε το κείμενο text.txt μέσα στον δίσκο που βρίσκεται στον υποκατάλογο home του δίσκου C:, θα πούμε «edit c:/home/text.txt». Δηλαδή εφαρμόσαμε μια εντολή σε ένα αντικείμενο του οποίου όμως πιο πριν ορίσαμε πλήρως την διαδρομή. Συνήθως ταξινομούμε ομοειδή αντικείμενα σε ένα κατάλογο του δίσκου. Το αντίστοιχο στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό ονομάζεται κλάση. Δηλαδή αντικείμενα με κοινά χαρακτηριστικά τα οργανώνουμε σε κλάσεις. Για παράδειγμα όλοι οι χάρτες ( View1 View2 View3.. ) οργανώνονται στην κλάση των χαρτών.

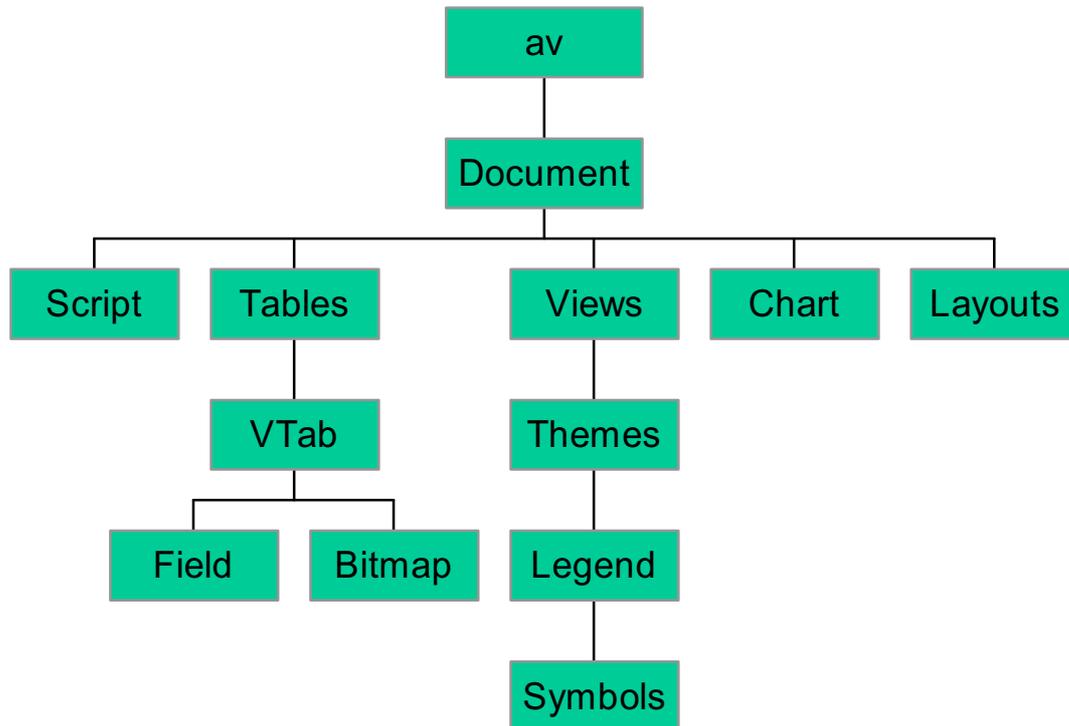
Το σχήμα 4.14 δείχνει πως ιεραρχούνται οι κλάσεις και τα αντικείμενα στο ArcView. Πρώτη είναι η κλάση (av) που περιέχει τα Project (η έκδοση 2.1 του ArcView έχει την δυνατότητα να έχει ανοικτό μόνο ένα Project) μια από τις υποκλάσεις είναι η Document στην οποία περιέχονται και οι πέντε υποενότητες του εγγράφου: Scripts, Tables, Views, Charts, Layouts (το πρόγραμμα που

θα φτιάξουμε ασχολείται με τις κλάσεις Views και Tables). Η κλάση Tables περιέχει τα αντικείμενα VTab και Bitmap . Κάθε πίνακας που περιλαμβάνεται στο πακέτο (Project) έχει το αντίστοιχο VTab του. Το VTab δεν είναι τίποτα άλλο από το αντίγραφο του πίνακα. Κάθε αλλαγή που κάνουμε στους πίνακες στην υποενότητα Tables δεν επηρεάζει το πρωτότυπο αλλά το VTab του. Επίσης κάθε πίνακας σχετίζεται με ένα Bitmap το οποίο καταδεικνύει ποιες εγγραφές είναι επιλεγμένες σε αυτόν. Η κλάση Views περιέχει την υποκλάση themes που περιέχει όλα τα θεματικά επίπεδα. Πιο κάτω βρίσκεται η κλάση legend που περιέχει το υπόμνημα και τέλος η Symbols που περιέχει τα διάφορα σύμβολα που αναπαριστούν τις γραφικές οντότητες στον χάρτη. Δηλαδή αν θέλουμε να αλλάξουμε το χρώμα του πολυγώνου που αφορά την λίμνη Υλίκη ακολουθούμε την εξής διαδρομή για να εφαρμόσουμε τον τελεστή SetColor.

**av.GetProject.FindDoc("View1").GetThemes.Get(1).GetLegend.GetSymbols.  
Get(0).SetColor( color.getblue)**

<b>av</b>	<i>Η ευρύτερη κλάση περιέχει τα Project</i>
<b>Document("View1")</b>	<i>Τον «View1» χάρτη από τη κλάση Views</i>
<b>Themes.Get(1)</b>	<i>Το δεύτερο θέμα από την κλάση Themes</i>
<b>GetLegend</b>	<i>Το υπόμνημα το θέματος.</i>
<b>GetSymbols</b>	<i>Τα σύμβολα του.</i>
<b>Get(0).SetColor(color.getblue)</b>	<i>Το πρώτο από τα σύμβολα.</i>

## Ιεράρχηση αντικειμένων.



Σχ.4.14 Ιεράρχηση κλάσεων στην γλώσσα Avenue.

Σημείωση: Πολλές ρίζες της ιεράρχησης δεν εμφανίζονται εδώ.

Όπως βλέπουμε στην πιο πάνω εντολή, στις αντικειμενοστραφείς γλώσσες η σύνταξη απαιτεί να ορίζουμε πρώτα την διαδρομή για το αντικείμενο και μετά να του ζητάμε να κάνει κάτι. Δηλαδή η τυπική εντολή αντικειμενοστραφούς γλώσσας είναι :

**Κλάση.Υποκλάση.Υποκλάση...Αντικείμενο.Τελεστής**

**Τι είναι αντικείμενο** (ESRI Using Avenue 1996)

Θα μπορούσε να πει κανείς αντικείμενο είναι οτιδήποτε έχει

-Χαρακτηριστικές ιδιότητες

-Λειτουργίες που εκτελεί

-Τρέχουσα κατάσταση

Δηλαδή ένα αυτοκίνητο είναι ένα αντικείμενο γιατί έχει.

- Χαρακτηριστικές ιδιότητες ,χρώμα, μάρκα, αριθμό θυρών

- Τρέχουσα κατάσταση , ταχύτητα, ποσότητα καυσίμων
- Λειτουργίες που εκτελεί ξεκινάει , σταματάει , στρίβει.

### **Τι ενέργειες εκτελούν οι τελεστές.**

Με τους τελεστές μπορούμε να:

Διαβάσουμε μια ιδιότητα ενός αντικειμένου.

Να μεταβάλλουμε την τρέχουσα κατάσταση του.

Να το κάνουμε να εκτελέσει μια λειτουργία.

### **4.2.6. Δομή των προγραμμάτων.**

#### 1.Initialz

Πρόκειται για το πρόγραμμα που δίνει αρχικές τιμές στις καθολικές μεταβλητές που περιέχουν

- `_val` = τιμή του ύψους Υλίκης .
- `_preval` = αμέσως προηγούμενη τιμή του ύψους Υλίκης .
- `_num` = αριθμός που αναφέρεται στο πεδίο βηματισμού.

Το «`_`» πριν τα ονόματα των μεταβλητών σημαίνει ότι οι μεταβλητές είναι προσβάσιμες από όλα τα προγράμματα μέσα σ' αυτό το πακέτο δηλαδή είναι καθολικές. Οι τιμές `_preval` και `_val` είναι απαραίτητες για να γίνει μια σύγκριση στο πρόγραμμα `Desine`.

#### 2.Select

Το πρόγραμμα αυτό αφού αυξήσει την τιμή τη μεταβλητής `_num` κατά ένα, εφαρμόζει επιλογή στον πίνακα `Dates` βάσει ενός κριτηρίου που ζητάει το πεδίο βηματισμού να ισούται με την τιμή «`f '+ _num`». Μετά διαβάζει την τιμή του ύψους Υλίκης της επιλεγμένης εγγραφής και την αποθηκεύει στην μεταβλητή `_val` ενώ έχει φροντίσει να αποθηκεύσει τα προηγούμενα περιεχόμενα της `_val` στην `_preval`. Κατόπιν εξετάζει σε ποιο διάστημα πέφτει μέσα η `_val` και αποφασίζει τι χρώμα θα έχει η Υλίκη αλλά δεν το εφαρμόζει στον χάρτη. Αυτό είναι δουλειά του προγράμματος `Desine`.

#### 3.Select -

Το ίδιο πρόγραμμα με το Select μόνο που επιλέγει την προηγούμενη εγγραφή.

#### 4.Desine

Το πρόγραμμα αυτό επιλέγει την εγγραφή που δεν αντιστοιχεί σε καμία τιμή στον πίνακα Attributes of Rgewt και έτσι αίρεται η επιλογή σε όλες τις γεωτρήσεις. Μετά συγκρίνει τις τιμές `_val`, `_preval` και αν διαπιστώσει ότι αυτές βρίσκονται σε διαφορετικά διαστήματα (δηλαδή έστω `_val=47.89` και `_preval=51.65` ενώ τα δύο πιο κοντινά διαστήματα διακριτοποίησης για την χρωματική διαβάθμιση που έχουμε ορίσει είναι `[45 ,50]` `[50 ,55]` ) ξανασχεδιάζει τον χάρτη και έτσι αυτός ενημερώνεται για την αλλαγή της ιδιότητας του χρώματος της Υλίκης. Η υπό συνθήκη ξανασχεδίαση γίνεται για να μην φορτώνεται άσκοπα το πρόγραμμα.

#### 4.2.7. Προσαρμογή του ArcView.

Το ArcView δίνει την δυνατότητα να αυτοματοποιήσουμε ορισμένες διαδικασίες με την βοήθεια της ενσωματωμένης γλώσσας Avenue. Επιπλέον δίνει την δυνατότητα να προσαρτήσουμε σε ένα νέο κουμπί ή σε μια νέα εντολή ενός μενού ένα πρόγραμμα Avenue και έτσι να έχουμε εύκολα πρόσβαση σε αυτό. Αυτό το επιτυγχάνουμε μέσω του πλαισίου διαλόγου (βλ. σχ.4.15) που ανοίγει με διπλό κλικ πάνω στην μπάρα με τα κουμπιά. Μέσα από το πλαίσιο αυτό καθορίζουμε, σε ποιάς υποενότητας την μπάρα θα τοποθετηθεί το νέο κουμπί, τι εικονίδιο θα έχει, που θα τοποθετηθεί στην μπάρα καθώς και ποιά ρουτίνα θα εκτελείται κατά το πάτημα του. Με αυτό τον τρόπο εισάγουμε τρία νέα κουμπιά, για τα προγράμματα Desine, Select, Select-.

Το πρόγραμμα Initialz θα εκτελείται μια φορά κατά το άνοιγμα του Project. Αυτό γίνεται θέτοντας του την ιδιότητα «Startup». Για να το κάνουμε αυτό ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

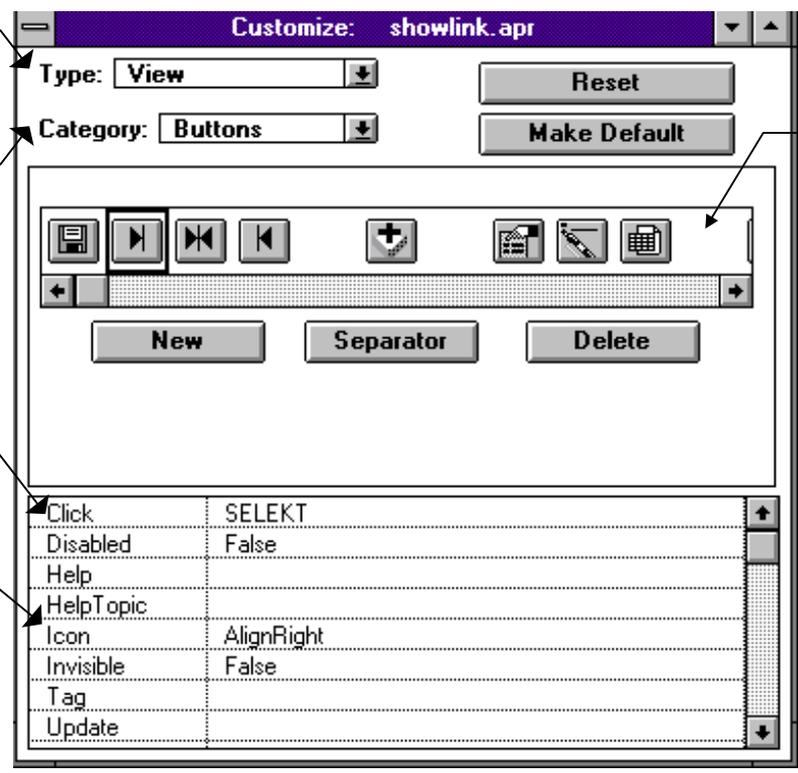
1. Κάνουμε το κεντρικό παράθυρο ενεργό (Project Window)
2. Από το μενού Project επιλέγουμε Properties
3. Στο πλαίσιο διαλόγου που εμφανίζεται, εισάγουμε το όνομα του προγράμματος «Initialz», στο κείμενο διαλόγου που λέει Startup.

Καθορισμός υποενότητας

Δήλωση εισαγωγής νέου κουμπιού.

Καθορισμός προγράμματος που εκτελείται.

Επιλογή εικονιδίου του κουμπιού.



Θέση που τοποθετείται το νέο κουμπί στην μπάρα.

Σχ.4.15 Πλαίσιο προσαρμογής μενού και κουμπιών του Arc View.

### **4.3. ΕΝΕΡΓΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ**

#### **4.3.1. Εισαγωγή.**

Η έρευνα του συσχετισμού στάθμης Υλίκης και γεωτρήσεων περνάει σαφώς από την γεωλογική σύσταση και δομή του υπεδάφους. Έτσι κρίθηκε αναγκαία η κατασκευή μερικών γεωλογικών τομών οι οποίες να περνάνε από τις γεωτρήσεις καθώς και μια ενδεικτική που να περνάει από την Υλίκη.

Η κατασκευή έγινε με κλασικό τρόπο μέσω τοπογραφικού και γεωλογικού χάρτη και ακολούθησε η μετατροπή σε ψηφιακή μορφή.

#### **4.3.2. Κατασκευή γεωλογικής τομής.**

##### *4.3.2.1. Κατασκευή της τοπογραφικής τομής.*

Χαράζουμε την τομή πάνω στον τοπογραφικό χάρτη. Προβάλουμε σε μια ευθεία στο χαρτί μιλιμετρέ τα σημεία που κόβει η τομή τις ισοϋψείς. Παράλληλα καταγράφουμε το ύψος του κάθε σημείου που ισούται με αυτό της αντίστοιχης ισοϋψούς. Επιλέγουμε την επιθυμητή κλίμακα μηκών- υψών και υλοποιούμε τα σημεία πάνω στο χαρτί με την βοήθεια των κανάβων του μιλιμετρέ.

##### *4.3.2.2.Κατασκευή της γεωλογικής τομής.*

Στο γεωλογικό χάρτη της περιοχής (Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας 1/50000, φ. Θήβα, φ. Βάγια, 1970) δίνονται οι εμφανίσεις των γεωλογικών στρωμάτων στην επιφάνεια. Επίσης για κάθε γεωλογικό στρώμα υπάρχουν πάνω στον χάρτη οι παρατάξεις του (κλίσεις και διευθύνσεις). Μετρούμε τη γωνία που σχηματίζει η τομή με τη διεύθυνση του στρώματος. Με την βοήθεια πινάκων και βάσει της γωνίας τομής-διεύθυνσης, καθώς και της κλίσης του σχηματισμού υπολογίζουμε την γωνία και το πάχος που φαίνεται να έχει το στρώμα στην τομή (φαινόμενη κλίση, πάχος). Οι μείζονες ασυνέχειες (ρήγματα) αποδίδονται στην τομή σαν γραμμικά στοιχεία, το άλμα των οποίων λαμβάνεται υπόψη στην απόδοση της συνέχειας των σχηματισμών. Αφού υπολογίσουμε αυτά για την περιοχή του γεωλογικού χάρτη που μας ενδιαφέρει, σχεδιάζουμε στην τοπογραφική τομή τα γεωλογικά στρώματα.

### 4.3.3. Μετατροπή γεωλογικών τομών σε ψηφιακή μορφή.

#### 1. Ψηφιοποίηση των γεωλογικών τομών.

Τώρα έχουμε έτοιμες τις γεωλογικές τομές στο χαρτί. Πρέπει να τις περάσουμε σε ψηφιακή μορφή. Με το σκεπτικό ότι από το χαρτί μιλιμετρέ έχουμε εύκολα καρτεσιανές συντεταγμένες για οποιοδήποτε σημείο της γεωλογικής τομής, διαλέγουμε το Autocad για αυτή την δουλειά (θα μπορούσε να γίνει μέσω του ArcInfo και με την χρήση ψηφιοποιητή το πέρασμα των τομών στην ψηφιακή μορφή). Καταρχήν περνάμε σε ένα αρχείο όλες τις συντεταγμένες σημείων της τομής που κρίνουμε ότι χρειάζονται για την ορθή μεταφορά της σε ψηφιακή μορφή. Αυτό το αρχείο το εκτελούμε μέσα από το Autocad και έτσι έχουμε τα σημεία αυτά πλοταρισμένα στην οθόνη. Ακολουθώντας τα ενώνουμε με ευθείες και έτσι έχουμε την τομή στην οθόνη. Με την λειτουργία «Fill» γεμίζουμε τα πολύγωνα που αναπαριστούν τα γεωλογικά στρώματα με διαφορετικό μοτίβο και χρώμα. Τέλος γράφουμε τα υψόμετρα στον κατακόρυφο άξονα, χαράζουμε τις προβολές των γεωτρήσεων πάνω στην τομή και φτιάχνουμε ένα είδος υπομνήματος που δείχνει με τι συμβολίζεται το κάθε στρώμα. Την τομή αυτή τη περνάμε στον Clipboard και την μεταφέρουμε σε μια εφαρμογή επεξεργασίας εικόνας (π.χ. PaintBrush). Από εκεί την σώζουμε σαν εικόνα.

#### 2. Ενσωμάτωση εικόνων στο Project.

Τώρα πρέπει να ενσωματώσουμε τις εικόνες αυτές που έχουν τις γεωλογικές τομές στο Project. Το ArcView δίνει την δυνατότητα να δημιουργήσουμε στον χάρτη ενεργούς συνδέσμους. Δηλαδή την δυνατότητα να συνδέσουμε οποιασδήποτε μορφής δεδομένα (εικόνα, βίντεο λογιστικό φύλλο) με ένα χαρακτηριστικό του χάρτη και να έχουμε πρόσβαση σε αυτά κλικάροντας πάνω του. Έτσι κάνοντας κλικ πάνω στις ευθείες που αναπαριστούν στην οριζοντιογραφία τις γεωλογικές τομές ανοίγει αυτόματα η εικόνα που περιέχει την αντίστοιχη γεωλογική τομή.

Για να φτιάξουμε τους ενεργούς συνδέσμους εργαζόμαστε ως εξής :

Προσθέτουμε ένα πεδίο στον πίνακα χαρακτηριστικών των τομών. Σε αυτό το πεδίο περνάμε την διεύθυνση στον δίσκο των εικόνων των γεωλογικών τομών. Φροντίζουμε να αντιστοιχίσουμε τις σωστές εικόνες στις σωστές ευθείες

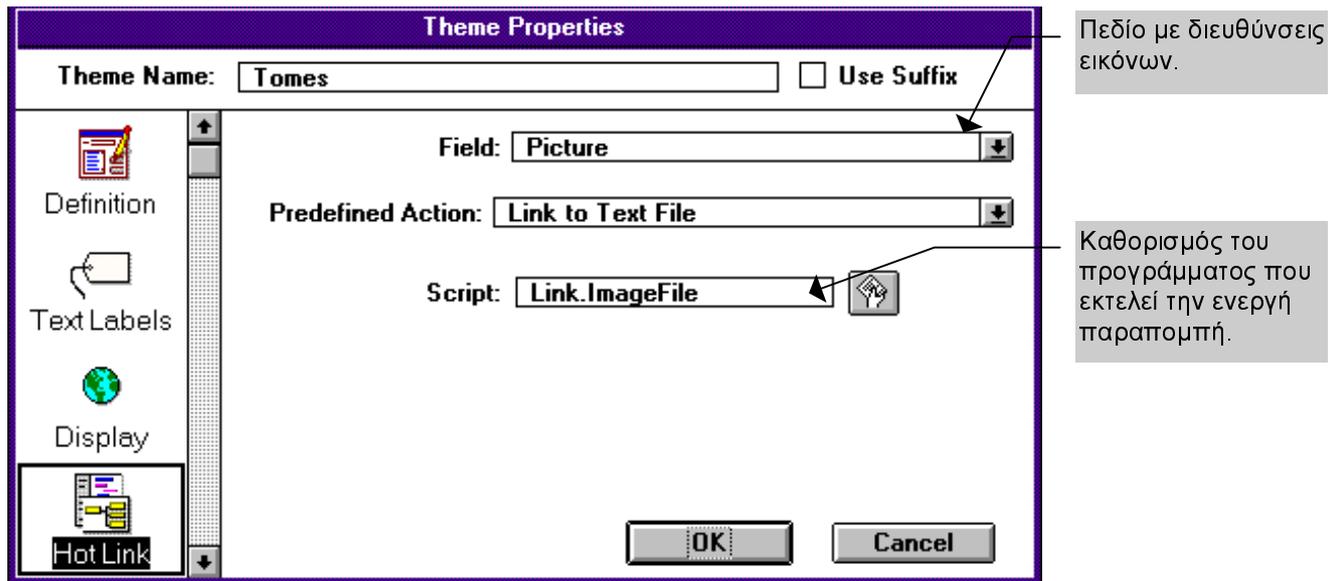
που αναπαριστούν τις τομές. Σε αυτό μπορεί να διευκολύνει η ακόλουθη διαδικασία. Κλικάρουμε κάθε φορά σε διαφορετική ευθεία στον χάρτη και παρατηρούμε ποίο πεδίο του πίνακα χαρακτηριστικών επιλέγεται επίσης. Έτσι βρίσκουμε σε ποια εγγραφή αντιστοιχεί η κάθε εικόνα γεωλογικής τομής και καταχωρούμε στη νέα κενή θέση της την κατάλληλη διεύθυνση στο σύστημα αποθήκευσης αρχείων.

Πίνακας 4.4 Πίνακας χαρακτηριστικών τομών με το νέο πεδίο με τις συνδεδεμένες εικόνες.

Fnode_	Tnode_	Lpoly_	Rpoly_	Length	Tomes	Tomes_id	Picture
1	2	0	0	3195.173	1	1	u:/tomhbb.bmp
3	4	0	0	2060.057	2	2	u:/tomhgg.bmp
1	2	0	0	6906.563	3	1	u:/tomhdd.bmp
3	4	0	0	11378.59	4	2	u:/tomhaa2.bmp
5	6	0	0	6946.541	5	3	u:/tomhee.bmp
7	8	0	0	2729.38	6	4	u:/tomhbb.bmp
9	10	0	0	3505.748	7	5	u:/tomhgg.bmp

Μετά πατώντας το κουμπί  ανοίγει το πλαίσιο διαλόγου "Theme Properties" (βλ. σχ.4.17) από το οποίο ορίζουμε ότι το θέμα Tomes θα έχει ενεργό σύνδεσμο. Στο πλαίσιο κειμένου "Field" δίνουμε το όνομα του πεδίου με τις διευθύνσεις των εικόνων . Στο πλαίσιο κειμένου "Script" δίνουμε την ρουτίνα που θα εκτελείται για να διεκπεραιωθεί ο σύνδεσμος. Μπορούμε να επιλέξουμε μία από τις έτοιμες ρουτίνες ή να κατασκευάσουμε μία δική μας. Εμείς επιλέγουμε το έτοιμο πρόγραμμα Link.ImageField το οποίο συνδέει ένα χαρακτηριστικό του χάρτη με μια εικόνα.

Αν επιλέξουμε το θέμα με τις τομές τότε το κουμπί  ενεργοποιείται δείχνοντας ότι υπάρχει διαθέσιμος ενεργός σύνδεσμος για αυτό το θέμα. Εάν πατήσουμε αυτό το κουμπί, σημαδέψουμε μια τομή και κάνουμε κλικ τότε ανοίγει η αντίστοιχη εικόνα γεωλογικής τομής.



Σχ.4.17 Πλαίσιο διαλόγου καθορισμού ενεργών παραπομπών.

## 5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.

### 5.1. Μελέτη ισοζυγίου λίμνης Υλίκης.

Σε ένα ταμειυτήρα η διαφορά των εισροών από τις εκροές για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα θα πρέπει να ισούται με την μεταβολή του αποθηκευμένου όγκου  $\Delta V$ . Δηλαδή:

$$\Delta V = \text{εισροές} - \text{εκροές} \quad \text{ή} \quad \text{εισροές} - \text{εκροές} - \Delta V = 0 .$$

Αναλύουμε τον παράγοντα εκροές σε δύο όρους τις διαφυγές, έστω  $\Delta$ , και τις υπόλοιπες εκροές, έστω  $K$ . Συμβολίζουμε τις εισροές με  $I$ . Τότε η πιο πάνω εξίσωση γράφεται:  $I - (\Delta + K) - \Delta V = 0$  ή  $I - \Delta - K - \Delta V = 0$  ή  $\Delta = I - K - \Delta V$ .

Οι εισροές, οι υπόλοιπες εκροές και η μεταβολή του αποθηκευμένου όγκου υπολογίζονται ανα μήνα. Αναλυτικά για τον ταμειυτήρα της Υλίκης ισχύει:

#### **Εισροές:**

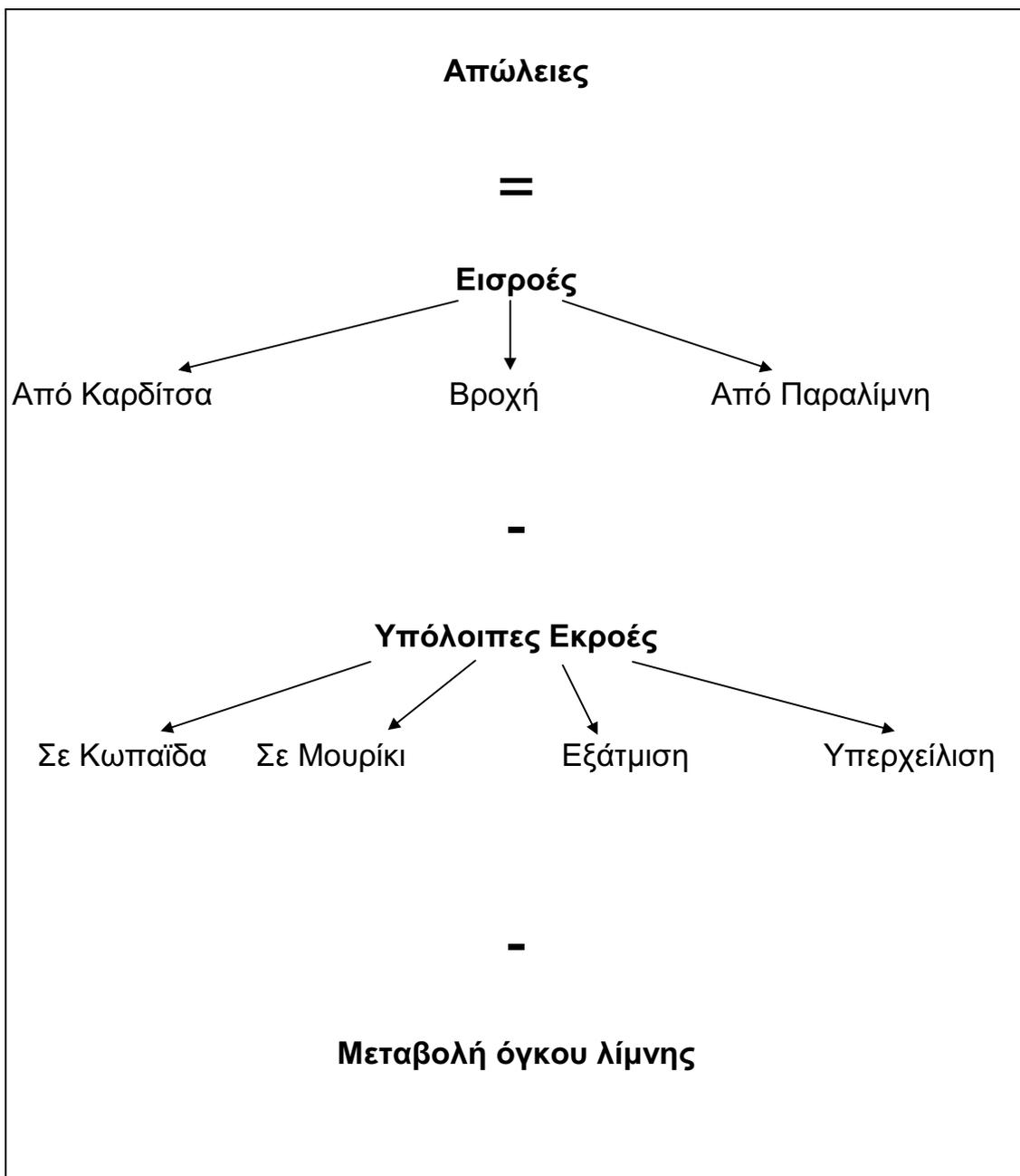
1. **Εισροές από βροχή**=(Υψος βροχής)\*(Επιφάνεια της Υλίκης): Το ύψος της βροχής υπολογίζεται από βροχόμετρα ή βροχογράφους εγκατεστημένους στην περιοχή. Η επιφάνεια της Υλίκης εκτιμάται από το ύψος της στάθμης της μέσω της καμπύλης στάθμης-επιφάνειας. Στον παραπάνω τύπο ο παράγοντας Επιφάνεια της Υλίκης, θεωρείται ο μέσος όρος των εκτιμώμενων επιφανειών στην αρχή και στο τέλος της θεωρούμενης περιόδου.
2. **Επιφανειακή απορροή:** Πρόκειται για την εισροή υδάτων στην λίμνη που προέρχονται πρωτίστως από την λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού. Σε αυτή προσθέτουμε και τα νερά που προέρχονται από την απορροή στην λεκάνη της Υλίκης. Αυτά τα νερά συνυπολογίζονται έμμεσα με εμπειρικό τρόπο μέσω προσαύξησης 6% των "από Καρδίτσα" υδάτων. (...)
3. **Από Παραλίμνη:** Στο παρελθόν υπάρχει καταγεγραμμένη εισροή υδάτων και από την Παραλίμνη (με άντληση) τη οποία παίρνουμε υπόψη μας για την πληρότητα και την ορθότητα του δείγματος.

#### **Εκροές:**

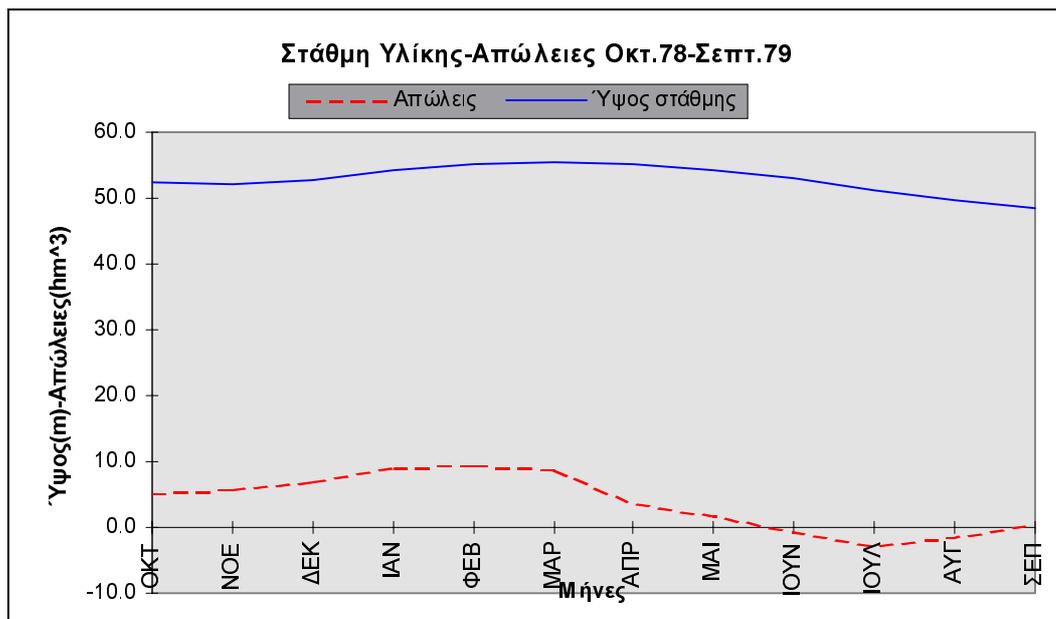
1. **Εξάτμιση=(ύψος εξατμιζομένου νερού)\*(Επιφάνεια της Υλίκης):**  
Το ύψος του εξατμιζομένου νερού υπολογίζεται από τον τύπο του Penman (Ξανθόπουλος, 1990) που σαν δεδομένα απαιτεί το ποσοστό ωρών ηλιοφάνειας την θερμοκρασία και την ταχύτητα του ανέμου. Αυτά τα μετεωρολογικά χαρακτηριστικά είναι εξασφαλισμένα από μετρήσεις μετεωρολογικών σταθμών της περιοχής. Η επιφάνεια της Υλίκης υπολογίζεται όπως και στην περίπτωση της βροχής.
2. **Υπερχείλιση:** Ορισμένα έτη με πολύ έντονες βροχοπτώσεις παρατηρήθηκε και υπερχείλιση της Υλίκης προς την Παραλίμνη. Τα νερά αυτά υπολογίζονται με άμεσες μετρήσεις.
3. **Σε Κωπαΐδα:** Τους καλοκαιρινούς μήνες και όταν υπάρχει ικανό νερό στην Υλίκη, αντλείται ποσότητα για άρδευση των εκτάσεων στην Κωπαΐδα. Τα νερά αυτά υπολογίζονται με άμεσες μετρήσεις.
4. **Σε Μουρίκι:** Απόληψη νερού για την υδροδότηση της Αθήνας, η οποία εκτιμάται από τη ΕΥΔΑΠ μέσω των ωρών άντλησης.

#### **Μεταβολή αποθέματος λίμνης:**

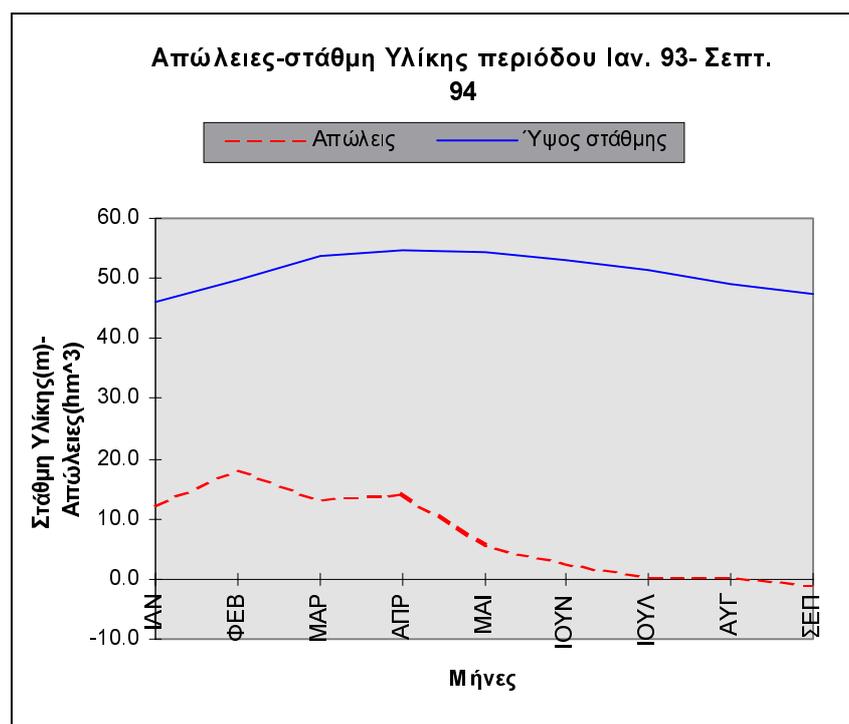
1. Μέσω της καμπύλης ύψους στάθμης-όγκου λίμνης υπολογίζεται ο όγκος του νερού στην λίμνη κάθε μήνα. Η μεταβολή του αποθέματος στην λίμνη υπολογίζεται από την διαφορά του όγκου του νερού μεταξύ δύο διαδοχικών μηνών. Αν δεν υπήρχαν απώλειες θα ισούταν με τις εισροές μείον τις υπόλοιπες εκροές. Η λογιστική διαφορά που υπάρχει δίνει τις απώλειες στην λίμνη λόγω των διαφυγών από τον πυθμένα.



Σχ.5.1 Σχηματικό διάγραμμα υπολογισμού απωλειών.



Σχ.5.2 Στάθμη Υλίκης-απώλειες υδρολογικού έτους 1978.



Σχ.5.3. Στάθμη Υλίκης-Απώλειες Ιαν.93 - Σεπτ.94

Στα Σχήματα 5.2 και 5.3 φαίνονται οι απώλειες για διάφορα ύψη της στάθμης της Υλίκης. Το Σχ.5.2 αναφέρεται στο υδρολογικό έτος 1978 (πριν την διάνοιξη των γεωτρήσεων) ενώ το Σχ.5.3 στην περίοδο του υδρολογικού έτους 1993 (μετά την διάνοιξη των γεωτρήσεων) για την οποία έχουμε μετρήσεις

παροχής για τις γεωτρήσεις. Οι απώλειες δίνονται σε εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Επιλέχθηκαν αυτές οι χρονικές περιόδους γιατί η Υλίκη παρουσιάζει σχεδόν πανομοιότυπα ύψη στάθμης.

Το σκεπτικό ότι, αφού οι γεωτρήσεις αντλούν νερό που προέρχεται από την Υλίκη και της το επιστρέφουν άρα βοηθάνε στην μείωση των διαφυγών, δεν φαίνεται να τεκμηριώνεται από τα διαγράμματα. Δηλαδή δεν παρατηρείται μείωση των διαφυγών μετά την λειτουργία των γεωτρήσεων σε σχέση με την τις διαφυγές πριν την διάνοιξη αυτών.

Εξάλλου ο πίνακας 5.1.1 δείχνει παροχή άντλησης νερού τον Απρίλιο του 1994 των επτά γειτονικών στην Υλίκη γεωτρήσεων. Το άθροισμα των παροχών είναι  $1569\text{m}^3/\text{h}$ . Άρα σε αυτό τον μήνα η ποσότητα που αντλήθηκε είναι  $1569 \cdot 24 \cdot 30 = 1.1\text{hm}^3$  έναντι αντίστοιχων εκτιμώμενων απωλειών  $12\text{hm}^3$ . Δηλαδή η ποσότητα που αντλούν οι γεωτρήσεις είναι μικρό ποσοστό των διαφυγών της ίδιας περιόδου. Επομένως το ότι δεν παρατηρείται σημαντική μεταβολή στα διαγράμματα Στάθμης-Απωλειών δεν μπορεί να οδηγήσει σε ισχυρά συμπεράσματα.

Πίνακας 5.1.1 Άντληση γεωτρήσεων παρακείμενες στη Υλίκη περιόδου 01/04/94-30/04/94 σε  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Γεώτρηση	Παροχή άντλησης ( $\text{m}^3/\text{h}$ )
ΥΥ4	324
ΥΥ5	340
ΥΥ9	0
ΥΥ14	310
ΥΤ1	150
ΥΤ7	175
ΥΤ8	270
Άθροισμα	1569

## 5.2. Μελέτη συμπεριφοράς γεωτρήσεων.

### 5.2.1. Γεωτρήσεις περιοχής Ν.Δ. Υλίκης.

#### 5.2.1.1. Ιστορικό.

Οι γεωτρήσεις ΥΥ4, ΥΥ5, ΥΥ9, ΥΥ14 αντλούνται για όλη την διάρκεια των μετρήσεων (περίοδος 5/1/94 - 19/12/95) με κάποια ενδιάμεσα διαλείμματα.

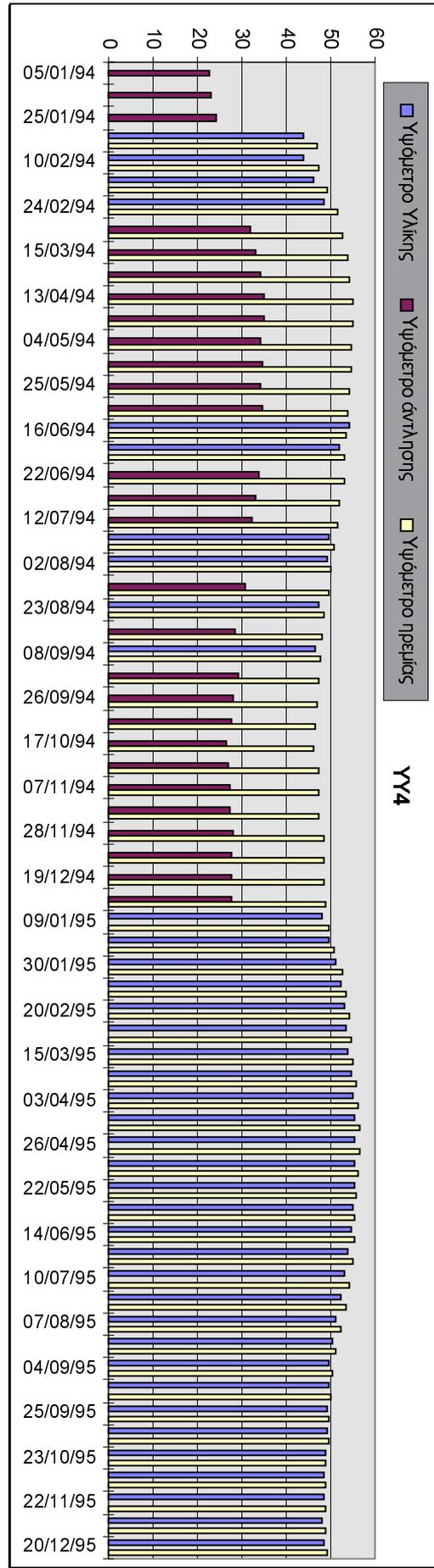
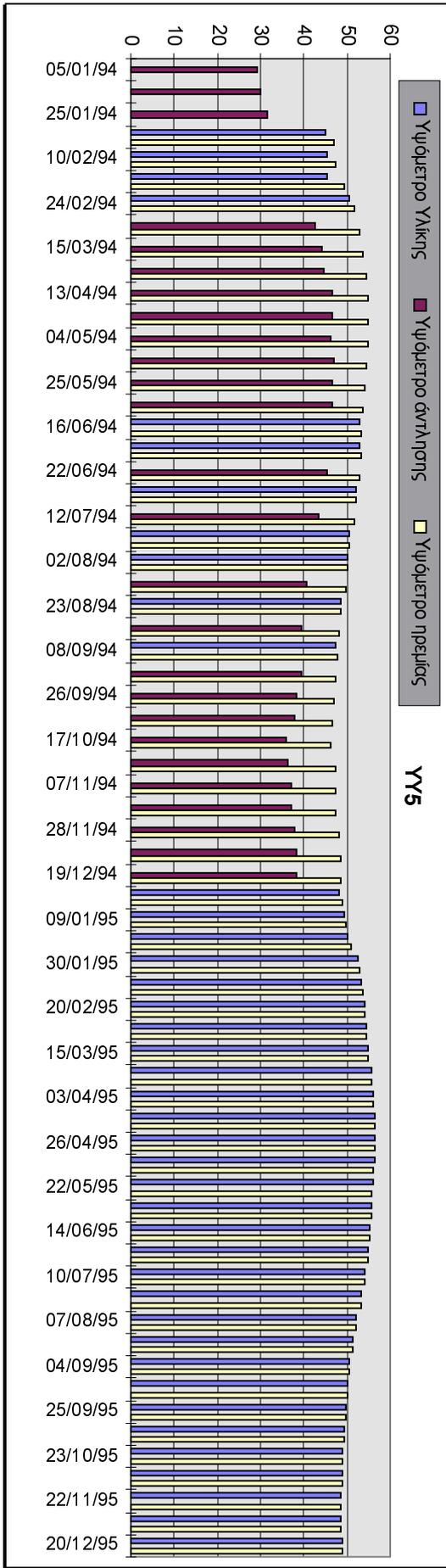
#### 5.2.1.2. Στατιστικά στοιχεία.

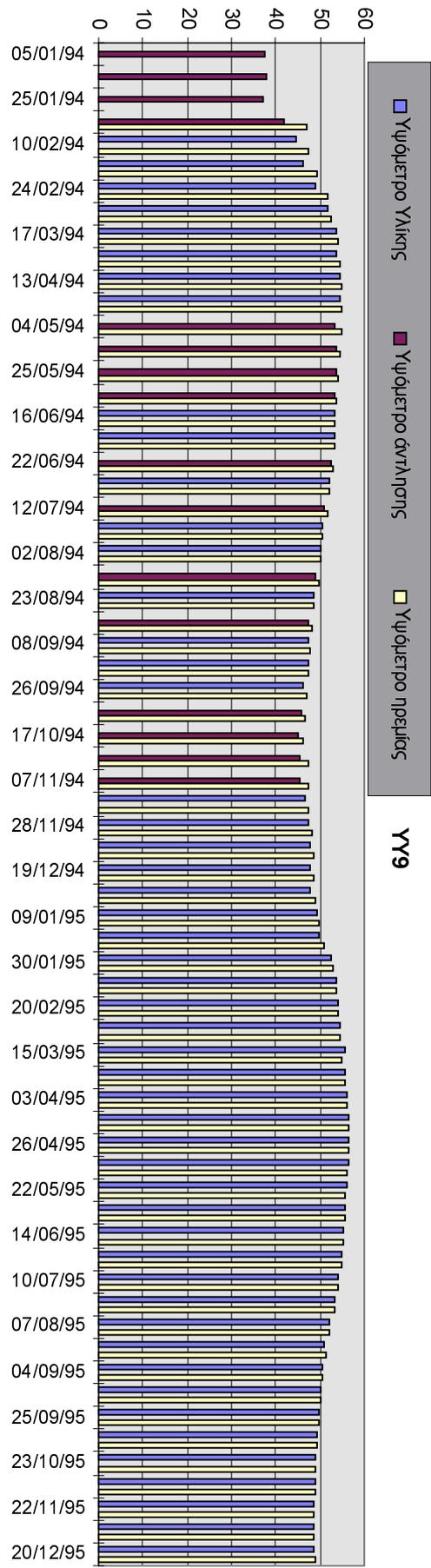
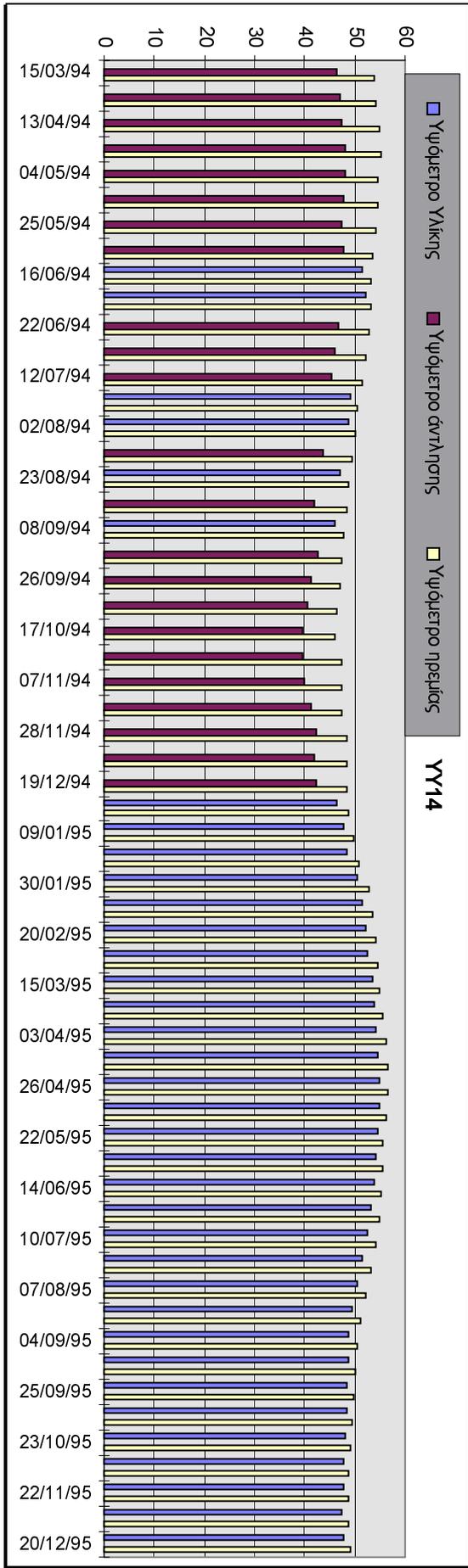
Πίνακας 5.2.1 Στατιστικά στοιχεία γεωτρήσεων περιοχής Ν.Δ. Υλίκης.

Γεωτρήσεις	Μέση διαφορά στάθμης ηρεμίας γεώτρησης από Υλίκη (m).	Μέση διαφορά στάθμης άντλησης γεώτρησης από Υλίκη (m).	Συντελεστής συσχέτισης στάθμης ηρεμίας γεώτρησης με Υλίκη.	Παροχή άντλησης (m <sup>3</sup> /h)	Απόσταση από Υλίκη (m)
ΥΥ4	-1	-22	0.96	324	1141
ΥΥ5	0	-12	0.98	340	289
ΥΥ9	-1	-3	0.98	300	1357
ΥΥ14	-1	-8	0.99	310	1099

Οι γεωτρήσεις αυτής της ομάδας παρουσιάζουν σχεδόν το ίδιο μέσο υψόμετρο στάθμης υπό ηρεμία με το μέσο υψόμετρο της Υλίκης (52 μέτρα). Η γεώτρηση ΥΥ5 που βρίσκεται κοντά στην λίμνη έχει ακριβώς το ίδιο. Ο μεγάλος συντελεστής συσχέτισης και το πλήθος των μετρήσεων δίνουν μεγάλη βαρύτητα σε αυτές τις ενδείξεις που υποδηλώνουν επικοινωνία των γεωτρήσεων με την Υλίκη. Εντύπωση προκαλούν η μικρή μέση διαφορά, στάθμης άντλησης της γεώτρησης ΥΥ9 από την στάθμη της Υλίκης. Το αντίθετο ισχύει για την ΥΥ4 όπου η μεγάλη διαφορά δεν μπορεί να αιτιολογηθεί από τους παράγοντες απόσταση και παροχή άντλησης.

#### 5.2.1.3. Ραβδογράμματα γεωτρήσεων ΥΥ4, ΥΥ5, ΥΥ9, ΥΥ14 και παρατηρήσεις.







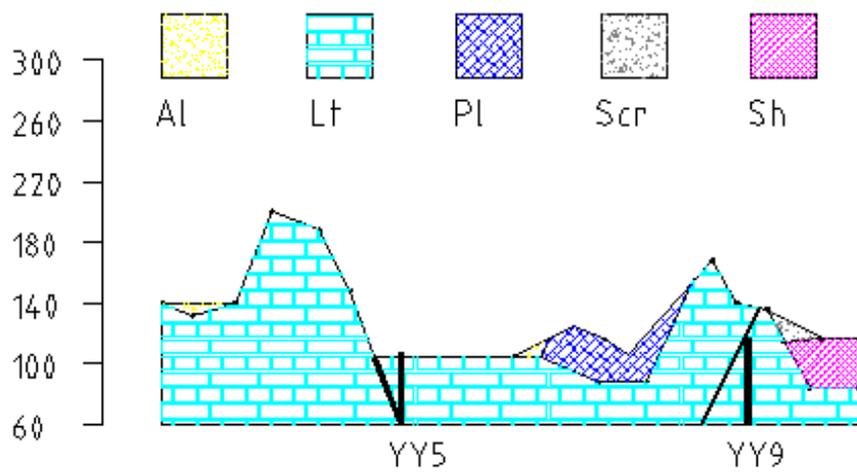
Από τα διαγράμματα φαίνεται ότι η στάθμη υπό ηρεμία των γεωτρήσεων ακολουθεί πιστά την στάθμη της Υλίκης. Φαίνεται ακόμα ότι υπάρχει απόλυτη συμφωνία φάσης στην διακύμανση αυτών των δύο μεγεθών. Δεν μπορεί με κανένα τρόπο να θεωρηθεί ότι οι γεωτρήσεις αυτές αντλούν από υδροφορέα εντελώς ανεξάρτητο της Υλίκης.

#### *5.2.1.4. Γεωλογία περιοχής γεωτρήσεων και συμπεράσματα.*

Για να ερμηνεύσουμε την ακραία συμπεριφορά των γεωτρήσεων ΥΥ9 (μικρή πτώση στάθμης υπό άντληση) και ΥΥ4 (μεγάλη πτώση στάθμης υπό άντληση) αναζητούμε τα αίτια στην γεωτεκτονική μορφή των σχηματισμών που αυτές συνάντησαν.

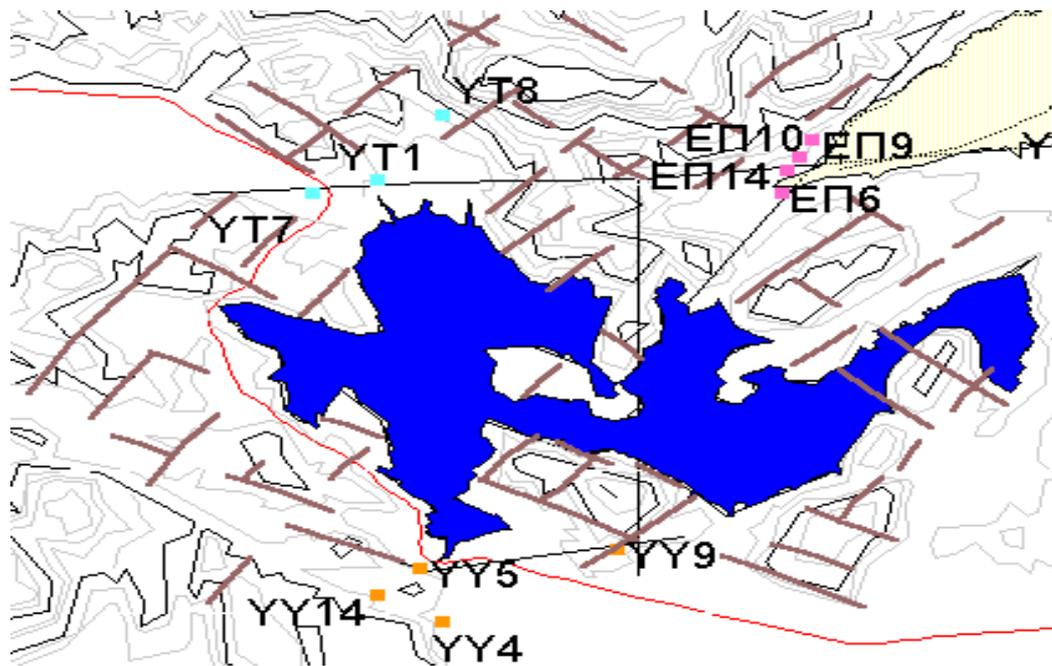
Επειδή η ΥΥ4 απέχει από την τομή περίπου 1000 μέτρα οι σχηματισμοί που συναντάει δεν είναι ακριβώς αυτοί που βλέπουμε στην τομή. Εξαιρετικά διαφωτιστική θα ήταν η εξέταση των πυρήνων δειγματοληπτικής γεώτρησης δίπλα στην γεώτρηση άντλησης. Για την ΥΥ4 δεν στάθηκε δυνατό να εξασφαλιστεί η στήλη με τα πετρώματα που αυτή συνάντησε. Όμως η συμπεριφορά της ΥΥ4 παρουσιάζει μεγάλη ομοιότητα με αυτή της ΕΠ14 για την οποία μιλάμε παρακάτω. Άρα μπορούμε να αποδεχθούμε την ύπαρξη ισοδύναμων γεωλογικών διευθετήσεων και σχηματισμών μεταξύ τους. Επομένως μπορούμε να αποδώσουμε την συμπεριφορά της στους ίδιους λόγους.

Όσον αφορά την γεώτρηση ΥΥ9 από ότι φαίνεται στην γεωλογική τομή (σχ.5.2.1) σημειώνεται η παρουσία ρήγματος κοντά της. Όπως είναι γνωστό ένα ρήγμα με τον κερματισμό, μυλωνιτίωση που προκαλεί κατά μήκος του είναι ο καλύτερος σύμμαχος στη δράση του υπεδαφικού νερού το οποίο διεισδύει στην μάζα του ασβεστόλιθου ευκολότερα και έτσι επιταχύνεται η καρστικοποίηση του. Αυτό σημαίνει ότι η ΥΥ9 είναι ανοιγμένη σε μια έντονα καρστικοποιημένη ζώνη. Επίσης στην οριζοντιογραφία (σχ.5.2.2) φαίνεται ότι αυτό το ρήγμα κατευθύνεται προς την Υλίκη (ένα δεύτερο ρήγμα εγκάρσιο στο πρώτο φαίνεται επίσης να περνάει κοντά από την ΥΥ9 και να κατευθύνεται προς την Υλίκη) σε αντίθεση με το ρήγμα που περνάει από την ΥΥ5. Άρα το νερό κινείται εύκολα προς την ΥΥ9 διαμέσου της καρστικοποιημένης ζώνης. Αυτό δίνει την μικρή πτώση στάθμης κατά την άντληση της ΥΥ9 αφού νέο νερό αναπληρώνει σχεδόν άμεσα αυτό που αντλείται.



Σχ.5.2.1 Γεωλογική τομή γεωτρήσεων Ν.Δ. Υλίκης.

(Al=Αλούβια, Lt=Τριαδικός ασβεστόλιθος, Pl=Πλειστόκαινο, Scr=Κορήματα, Sh=Σχιστοκερατόλιθοι)



Σχ.5.2.2 Χάρτης με γεωλογικά ρήγματα πλησίον Υλίκης.

## 5.2.2. Γεωτρήσεις περιοχής Ταξιαρχών.

### 5.2.2.1. Ιστορικό.

Οι γεωτρήσεις ΥΤ7, ΥΤ8 αντλούνται συνεχόμενα για τις περιόδους 15/3/94 - 7/6/94 και 16/9/94 - 19/12/94. Η ΥΤ1 αντλείται σχεδόν καθ' όλη την διάρκεια των μετρήσεων.

### 5.2.2.2. Στατιστικά στοιχεία.

Πίνακας 5.2.3 Στατιστικά στοιχεία γεωτρήσεων περιοχής Ταξιαρχών.

Γεωτρήσεις	Μέση διαφορά στάθμη ηρεμίας γεώτρησης από Υλίκη (m).	Μέση διαφορά στάθμη άντλησης γεώτρησης από Υλίκη (m).	Συντελεστής συσχέτισης στάθμης ηρεμίας γεώτρησης με Υλίκη.	Παροχή άντλησης(m <sup>3</sup> /h)	Απόσταση από Υλίκη(m)
ΥΤ1	2	-1	0.98	300	361
ΥΤ7	0	-13	0.97	175	1091
ΥΤ8	-3	-14	0.96	270	1569

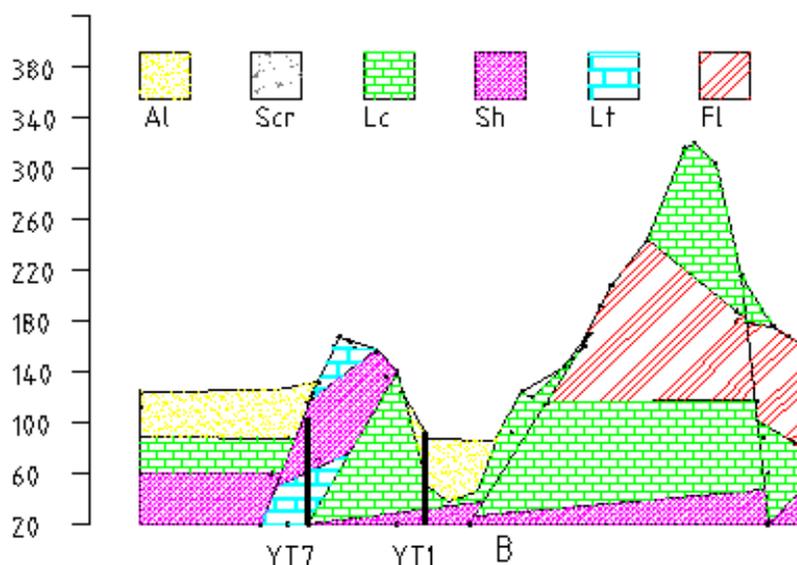
Οι γεωτρήσεις αυτές παρουσιάζουν υψηλό συντελεστή συσχέτισης με την στάθμη της Υλίκης όπως και οι γεωτρήσεις της Ν.Δ Υλίκης. Η γεώτρηση ΥΤ1 παρουσιάζει υψηλότερη μέση στάθμη από την μέση στάθμη της Υλίκης κατά δύο μέτρα. Επίσης παρουσιάζει μόνο ένα μέτρο ταπείνωσης της μέσης στάθμης άντλησης κάτω από την στάθμη της Υλίκης. Όλες οι γεωτρήσεις παρουσιάζουν ελάχιστη μέση διαφορά στάθμη ηρεμίας γεώτρησης από στάθμη της Υλίκης και μεγάλο συντελεστή συσχέτισης πράγμα που οδηγεί σε υπόνοιες επικοινωνίας του υδροφορέα αυτών με την Υλίκη. Η σημαντική πτώση στάθμης που παρατηρείται στις ΥΤ7 και ΥΤ8 κατά την άντληση μας προϊδεάζει για κίνηση νερού από Υλίκη προς αυτές τις γεωτρήσεις.

### 5.2.2.3. Ραβδογράμματα γεωτρήσεων ΥΤ1, ΥΤ7, ΥΤ8 και παρατηρήσεις.

Οι στάθμες ηρεμίας των γεωτρήσεων ΥΤ7 και ΥΤ8 ακολουθούν την μεταβολή της στάθμης της Υλίκης με "συνέπεια" και με ελάχιστη διαφορά ύψους. Όταν όμως αντλούνται η συμπεριφορά τους αλλάζει. Η στάθμη τους παρουσιάζει διαφορά ύψους και δεν δείχνουν να ακολουθούν τις διακυμάνσεις της Υλίκης. Αντιθέτως η στάθμη της ΥΤ1 ακολουθεί πιστά αυτήν της Υλίκης και κατά την διάρκεια της άντλησης. Επίσης η στάθμη της δεν παρουσιάζει παρά ελάχιστη ταπείνωση.

#### 5.2.2.4. Γεωλογία περιοχής γεωτρήσεων και συμπεράσματα.

Το υψόμετρο στάθμης ηρεμίας της γεωτρήσης ΥΤ1 είναι κατά τι υψηλότερο από την στάθμη της Υλίκης. Αυτό σημαίνει ότι σε αυτό το σημείο υπάρχει κίνηση υπογείου νερού προς την Υλίκη. Αν προσέξουμε τον χάρτη, θα δούμε ότι η ΥΤ1 βρίσκεται στην εκβολή του Βοιωτικού Κηφισού πράγμα που ερμηνεύει το πιο πάνω. Όμως η γεώτρηση ΥΤ1 παρουσιάζει αφύσικα μικρή πτώση σε σχέση με τις άλλες γειτονικές τις γεωτρήσεις. Στην γεωλογική τομή του Σχ5.2.3 φαίνεται ότι η υπόψη γεώτρηση είναι διανοιγμένη σε μεγάλο πάχους αλουβιακές προσχώσεις οι οποίες φτάνουν αρκετά πιο κάτω από την στάθμη της Υλίκης. Οι αλουβιακές προσχώσεις της περιοχής είναι εξαιρετικά χαλαροί και χονδρόκοκκοι σχηματισμοί με αποτέλεσμα να επιτρέπουν στο νερό να κινείται ανεμπόδιστα και μαζικά μέσα τους.



Σχ.5.2.3 Γεωλογική τομή που περνάει από ΥΤ7 και ΥΤ1.

(Al=Αλούβια, Scr=Κορήματα, Lc=Κρητιδικός ασβεστόλιθος, Sh=Σχιστοκερατόλιθος, Lt=Τριαδικός ασβεστόλιθος, Fl=Φλύσχη)

### 5.2.3. Γεωτρήσεις περιοχής Ούγγρας.

#### 5.2.3.1. Ιστορικό.

Οι γεωτρήσεις ΕΠ6, ΕΠ9, ΕΠ10, ΕΠ14 αντλούνται για όλη την διάρκεια των μετρήσεων (περίοδος 5/1/94 - 19/12/94) με κάποια ενδιάμεσα διαλύματα. Η λίμνη Παραλίμνη στέρεψε μετά την έναρξη των αντλήσεων. Το νερό της Παραλίμνης, από το οποίο υδρεύονταν η Χαλκίδα, παρουσίαζε έντονα φαινόμενα ευτροφισμού με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πολλά προβλήματα κατά την διύλιση του. Οι γεωτρήσεις αυτές εξασφαλίζουν καθαρό νερό με ελάχιστες απαιτήσεις επεξεργασίας.

#### 5.2.3.2. Στατιστικά στοιχεία.

Πίνακας 5.2.5 Στατιστικά στοιχεία γεωτρήσεων περιοχής Ούγγρας.

Γεωτρήσεις	Μέση διαφορά στάθμη ηρεμίας γεώτρησης από Υλίκη (m).	Μέση διαφορά στάθμη άντλησης γεώτρησης από Υλίκη (m).	Συντελεστής συσχέτισης στάθμης ηρεμίας γεώτρησης με Υλίκη.	Παροχή άντλησης(m <sup>3</sup> /h)	Απόσταση από Υλίκη(m)
ΕΠ6	-15	-16	0.96	60	2348
ΕΠ9	-19	-21	0.58	220	2005
ΕΠ10	-20	-22	0.66	375	3133
ΕΠ14	-20	-34	0.67	205	2737

Παρατηρούμε ότι οι γεωτρήσεις αυτές έχουν μέση στάθμη ηρεμίας αρκετά πιο χαμηλά από την μέση στάθμη της Υλίκης πράγμα αναμενόμενο λόγω της μεγάλης αποστάσεως από αυτήν. Εντύπωση προκαλεί η μικρή ταπείνωση στάθμης που προκαλεί η άντληση στις γεωτρήσεις ΕΠ6, ΕΠ9, ΕΠ10. Αντιθέτως η ΕΠ14 παρουσιάζει σημαντική πτώση στάθμης κατά την άντληση. Ο σχετικά μεγάλος συντελεστής συσχέτισης αποδεικνύει κάποια επικοινωνία των υδροφορέων της περιοχής με την Υλίκη.

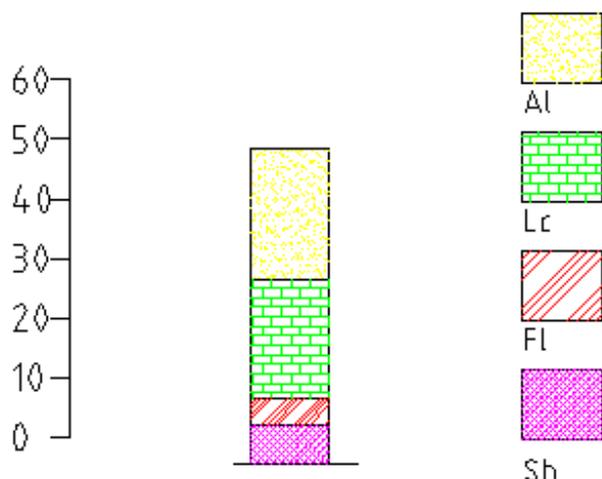
#### 5.2.3.3. Ραβδογράμματα των γεωτρήσεων ΕΠ6, ΕΠ9, ΕΠ10, ΕΠ14 και παρατηρήσεις.

Οι γεωτρήσεις ΕΠ6, ΕΠ9, ΕΠ10 παρουσιάζουν "λεία" ραβδογράμματα καθ' όλη την διάρκεια των μετρήσεων. Η ΕΠ14 παρουσιάζει "εκτινάξεις" των ράβδων στα σημεία που σταματάει η άντληση.

#### 5.2.3.4. Γεωλογία περιοχής γεωτρήσεων και συμπεράσματα.

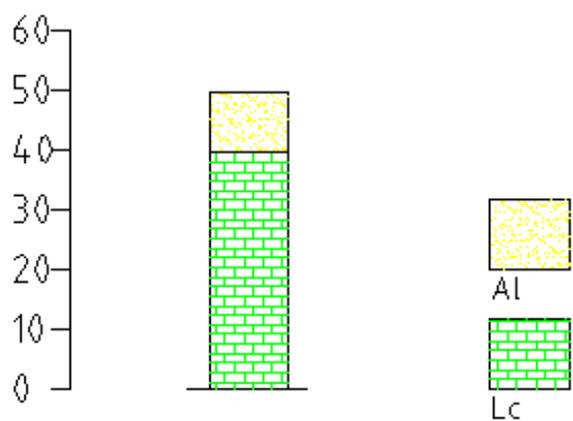
Η γεωτρήσεις ΕΠ6, ΕΠ9, ΕΠ10 συναντήσανε σχεδόν το ίδια πετρώματα στα ίδια βάθη. Στην στήλη διάτρησης των γεωτρήσεων (σχ.5.2.5) αυτών φαίνεται ότι αυτές μετά από ένα σχετικά λεπτό στρώμα αλουβιακών προσχώσεων συνάντησαν ένα εξαιρετικά μεγάλο πάχους στρώμα κρητιδικών ασβεστόλιθων. Οι ασβεστόλιθοι αυτοί παρουσιάζουν υδροφορία. Η μεγάλη περατότητα τους σε συνδυασμό με το μεγάλο πάχος τους δίνει την ελάχιστη πτώση στάθμης υπό άντληση στις γεωτρήσεις ΕΠ6, ΕΠ9, ΕΠ10.

Η ΕΠ14 συναντάει μόνο 20 μέτρα του κρητιδικού ασβεστόλιθου (Σχ. 5.2.4) ο οποίος εμφανίζεται επωθημένος στα νεότερα αυτού και πρακτικά στεγανά ιζημάτα του φλύσχη. Έτσι όταν η γεώτρηση αντλείται, εξαντλεί εύκολα τον υδροφόρο ορίζοντα που συναντάει μέσα σε αυτόν.



Σχ.5.2.4 Στήλη γεώτρησης ΕΠ14.

(Al=Αλούβια, Lc=Κρητιδικός ασβεστόλιθος, Fl=Φλύσχη,Sh=Σχιστοκερατόλιθος)



Σχ.5.2.5 Στήλη γεωτρήσεων ΕΠ6, ΕΠ9, ΕΠ10.  
(Al=Αλούβια, Lc=Κρητιδικός ασβεστόλιθος)

## 5.2.4. Γεωτρήσεις περιοχής Μουρικίου.

### 5.2.4.1. Ιστορικό.

Οι γεωτρήσεις ΥΜ4, ΥΜ5, ΥΜ7 και ΥΥΣ2 παρουσιάζουν πολύ χαμηλή στάθμη και αυξημένα χλωριόντα πράγμα που τις καθιστά ακατάλληλες για εκμετάλλευση. Οι γεωτρήσεις αυτές δεν αντλήθηκαν παρά για λίγες μέρες στην αρχή της περιόδου των μετρήσεων. Εξαιρεση αποτελεί η ΥΜ3 που αντλείται (με κάποια διαλύματα) όλη την περίοδο των μετρήσεων.

### 5.2.4.2. Στατιστικά στοιχεία.

Πίνακας 5.2.6 Στατιστικά στοιχεία γεωτρήσεων περιοχής Μουρικίου.

Γεωτρήσεις	Μέση διαφορά στάθμη ηρεμίας γεώτρησης από Υλίκη (m).	Μέση διαφορά στάθμη άντλησης γεώτρησης από Υλίκη (m).	Συντελεστής συσχέτισης στάθμης ηρεμίας γεώτρησης με Υλίκη.	Παροχή άντλησης(m <sup>3</sup> /h)	Απόσταση από Υλίκη(m)
ΥΜ3	11	-10	0.75	190	903
ΥΜ4	-36	-36	0.90	300	3045
ΥΜ5	-35	-40	0.72	285	3028
ΥΜ7	-36	-37	0.68	180	3284
ΥΜ10	-40	-54	0.85	80	10494
ΥΥΣ2	-38	-	0.85	95	7585

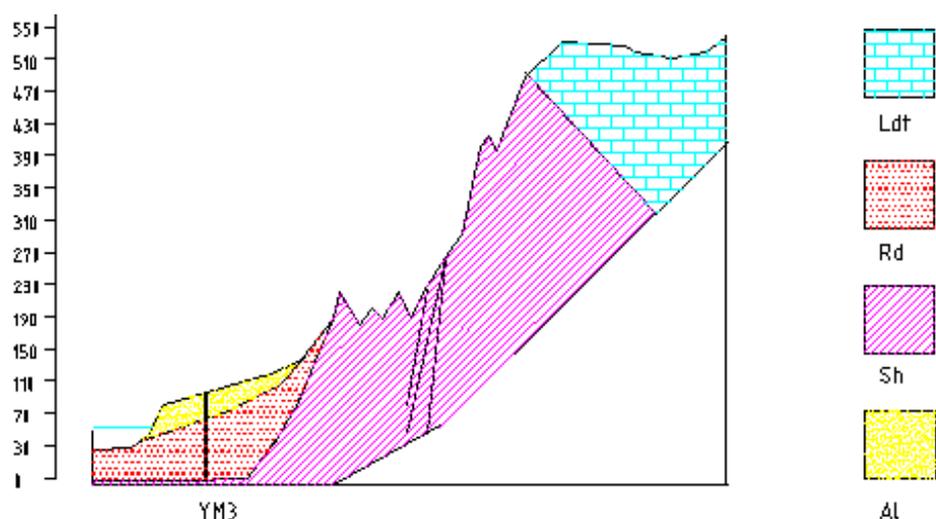
Οι γεωτρήσεις αυτής της ομάδας παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαμηλό υψόμετρο (εκτός από ΥΜ3), σχεδόν 15 μόνο μέτρα πάνω από την στάθμη της θάλασσας. Εντύπωση προκαλεί ο μεγάλος συντελεστής συσχέτισης που συναντάμε και σε αυτή την ομάδα των γεωτρήσεων παρόλο την μεγάλη απόσταση από την Υλίκη (ΥΜ10 βρίσκεται στα ανατολικά της Υλίκης και αν και απέχει 10 χιλιόμετρα από αυτήν έχει συντελεστή συσχέτισης 0.85). Η ΥΜ3 είναι η μόνη γεώτρηση που παρουσιάζει 11 μέτρα υψηλότερη μέση στάθμη ηρεμίας από την μέση στάθμη της Υλίκης (52 μέτρα). Όταν αντλείται όμως η ΥΜ3 παρουσιάζει μέση πτώση 10 μέτρων κάτω από την στάθμη της Υλίκης.

### 5.2.4.3. Ραβδογράμματα των γεωτρήσεων ΥΜ3, ΥΜ4, ΥΜ5, ΥΜ7, ΥΜ10, ΥΥΣ2 και παρατηρήσεις.

Εντύπωση προκαλεί το ραβδόγραμμα της ΥΜ3 που είναι το μόνο με τις ράβδους που αντιστοιχούν στις μετρήσεις στάθμης υπό ηρεμία τόσο υψηλότερα από τις αντίστοιχες της Υλίκης. Επίσης στο ραβδόγραμμα της ΥΜ10 παρατηρούμε ότι η στάθμη υπό άντληση έπεσε κάτω από το επίπεδο της θάλασσας!

#### 5.2.4.4. Γεωλογία περιοχής γεωτρήσεων και συμπεράσματα.

Ο λόγος που η ΥΜ3 παρουσιάζει υψηλότερη μέση στάθμη ηρεμίας από την μέση στάθμη της Υλίκης ερμηνεύεται από την γεωλογική τομή που περνάει από την ΥΜ3 (σχ.5.2.6) και τον τοπογραφικό χάρτη. Εκεί φαίνεται ότι η ΥΜ3 είναι διανοιγμένη σε μία αρκετά ευρεία περιοχή με μικρή κλίση που περιβάλλεται από υψηλά όρη. Δηλαδή η υπολεκάνη απορροής που αντιστοιχεί στην ΥΜ3 είναι αρκετά μεγάλη. Από την άλλη από την γεωλογική τομή φαίνεται ότι η ΥΜ3 περνάει μέσα από ένα στρώμα «χονδροκόκκων υλικών ποτάμιων αναβαθμίδων» το οποίο βρίσκεται πάνω στον σχιστοκερατόλιθο, το πέτρωμα από το οποίο αποτελούνται τα περιβάλλοντα όρη. Ο σχιστοκερατόλιθος είναι πέτρωμα με μικρή υδραυλική αγωγιμότητα. Το νερό της βροχής διεισδύει μέσα στην μάζα του από τις κερματισμένες ζώνες που βρίσκονται παραπλεύρως των ρηγμάτων καθώς και από το όριο με τον δολομιτικό ασβεστόλιθο και κινείται προς την λίμνη με μικρές ταχύτητες. Το νερό αυτό περνάει και στα υλικά των ποτάμιων αναβαθμίδων και σχηματίζει υδροφόρο ορίζοντα ο οποίος κλίνει προς την Υλίκη.



Σχ.5.2.6 Γεωλογική τομή που περνάει από ΥΜ3.  
(Ldt=Δολομιτικός Ασβεστόλ., Rd=Ποτάμιες αναβαθμίδες, Sh=Σχιστοκερατόλιθος, Al= Αλούβια)

## 5.2.5. Γεωτρήσεις περιοχής Κάστρου.

### 5.2.5.1.Ιστορικό.

Οι γεωτρήσεις ΕΚ1 και ΕΚ9 της περιοχής των ταξιαρχών δεν αντλούνται λόγω ασαφούς ιδιοκτησιακού καθεστώτος.

### 5.2.5.2.Στατιστικά στοιχεία.

Πίνακας 5.2.7 Στατιστικά στοιχεία γεωτρήσεων περιοχής Κάστρου.

Γεωτρήσεις	Μέση διαφορά στάθμη ηρεμίας γεώτρησης από Υλίκη (m).	Μέση διαφορά στάθμη άντλησης γεώτρησης από Υλίκη (m).	Συντελεστής συσχέτισης στάθμης ηρεμίας γεώτρησης με Υλίκη.	Παροχή άντλησης(m <sup>3</sup> /h)	Απόσταση από Υλίκη(m)
ΕΚ1	2	-	0.82		10729
ΕΚ9	2	-	0.91		10389

Και εδώ παρατηρούμε μεγάλο συντελεστή συσχέτισης παρόλο τις μεγάλες αποστάσεις όπως και μικρή μέση διαφορά στάθμης ηρεμίας γεώτρησης από Υλίκη. Η γεωτρήσεις αυτές βρίσκονται στα βορειοδυτικά της Υλίκης και μαζί με τις γεωτρήσεις της ομάδας Μουρικίου ορίζουν μια περιοχή ακτίνας 10 χιλιομέτρων στην οποία φαίνεται ότι όλοι οι υδροφορείς επικοινωνούν.

### 5.2.5.3.Ραβδογράμματα των γεωτρήσεων ΕΚ1, ΕΚ9 και παρατηρήσεις.

Στα ραβδογράμματα αυτών των γεωτρήσεων φαίνεται ότι σε κάποια διαστήματα αυτές παρουσιάζουν μια σημαντική ανύψωση της στάθμης σε σχέση με την Υλίκη (μέχρι και 10 μέτρα) ενώ σε κάποια άλλα διαστήματα διατηρούν ελαφρά χαμηλότερη στάθμη από αυτήν της Υλίκης. Τα διαστήματα που παρατηρείται η ανύψωση της στάθμης συμπίπτουν με τα διαστήματα που η στάθμη της Υλίκης ανέρχεται. Άρα αυτή η ανύψωση μπορεί να αποδοθεί στις βροχές. Από την άλλη στα διαστήματα που η στάθμη της Υλίκης κατεβαίνει (άρα δεν λαμβάνουν χώρα σημαντικές βροχοπτώσεις) η στάθμη αυτών των γεωτρήσεων βρίσκεται ελαφρά πιο κάτω από αυτή της Υλίκης.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η εισαγωγή σε Η.Υ. των διαθέσιμων πληροφοριών για τις παρακείμενες στην Υλίκη γεωτρήσεις και η αξιολόγηση τους. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε ένα σύστημα γεωγραφικής πληροφορίας, στο οποίο με τις εργασίες της ψηφιοποίησης και της κατασκευής της βάσης δεδομένων καταχωρήθηκαν όλα τα διαθέσιμα γεωγραφικά και περιγραφικά δεδομένα για τις γεωτρήσεις αυτές.

Όλα αυτά τα δεδομένα (των γεωτρήσεων και της Υλίκης) εισήχθησαν στο πρόγραμμα γεωγραφικής πληροφορίας ArcView για να υπάρχει για κάθε γεώτρηση άμεση πρόσβαση στα στοιχεία που την αφορούν. Έτσι με την υπόδειξη στον χάρτη της γεώτρησης για την οποία ενδιαφερόμαστε, μπορούμε να έχουμε άμεση και παράλληλη έκθεση όλων των διαθέσιμων δεδομένων.

Οι γεωτρήσεις της περιοχής Υλίκης-Παραλίμνης ανοίχθηκαν στην περίοδο της λειψυδρίας με την λογική να γίνει εκμετάλλευση του σχετικά πλούσιου υδροφορέα της περιοχής. Όμως ορισμένες από τις γεωτρήσεις αυτές συνέχισαν να αντλούνται και μετά την περίοδο αυτή. Επειδή οι γεωτρήσεις αυτές βρίσκονται πολύ κοντά στην Υλίκη και επειδή είναι γνωστή η ύπαρξη γεωλογικού υποβάθρου ασβεστολιθικής σύστασης οδηγούμαστε στη σκέψη ότι αυτές μπορεί να αντλούν το νερό της Υλίκης.

Για να οδηγηθούμε σε κάποιο συμπέρασμα σχεδιάστηκαν με την βοήθεια του συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας τα ραβδογράμματα των υψόμετρων στάθμης (ηρεμίας και άντλησης) των γεωτρήσεων καθώς και των υψόμετρων της Υλίκης. Επίσης με την βοήθεια λογιστικού πακέτου έγινε στατιστική επεξεργασία των δεδομένων. Ακόμα σχεδιάστηκαν οι γεωλογικές τομές που περνούν από τις γεωτρήσεις καθώς και, όπου στάθηκε δυνατό να εξασφαλιστούν στοιχεία, η στήλη με τα πετρώματα που συνάντησε η γεώτρηση.

Αυτά όλα οδήγησαν σε ενδείξεις ότι αρκετές από τις γεωτρήσεις αντλούν νερό που προέρχεται από την Υλίκη.

Τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η πλειονότητα των γεωτρήσεων δεν έχει νόημα να αντλείται παρά μόνο αν η στάθμη της Υλίκης πέσει σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα και υπάρχει κίνδυνος άντλησης απ' αυτήν ποιοτικά υποβαθμισμένου νερού. Εξαιρέση αποτελούν οι γεωτρήσεις της περιοχής

Ούγγρων που είναι οι μόνες που αξίζουν εκμετάλλευση διότι εξασφαλίζουν νερό ικανοποιητικής ποιότητας με λίγες ανάγκες επεξεργασίας. Πάντως φαίνεται ότι και το νερό αυτό θα κατέληγε στην Παραλίμνη, αλλά η άντληση του από τις γεωτρήσεις Ούγγρων υπερέχει ποιοτικά.

## 7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για τον αυτοματοποίηση διάφορων εργασιών στο ArcView.

### Initialz.

\_preval=48.25

\_val=47.78

\_num=40

*Πρόκειται για την ρουτίνα που εκτελείται κατά το φόρτωμα του πακέτου και δίνει αρχικές τιμές στις μεταβλητές που περιέχουν τις τιμές του υψομέτρου Υλίκης στην προηγούμενη (\_preval )και στην τρέχουσα (\_val) ημερομηνία καθώς στην μεταβλητή που δείχνει την χρονολογική σειρά τις επιλεγμένης εγγραφής.*

## Desine.

### Define the table.

```
theVTab = av.GetProject.finddoc("dates21.txt").GetVTab  
theBitmap = theVTab.GetSelection
```

*Εδώ επιλέγουμε κινούμενοι κάτω στην ιεραρχία, το «VTab» του πίνακα που περιέχει τις ημερομηνίες των γεωτρήσεων. Επίσης καθορίζουμε τον δείκτη «theBitmap» του πίνακα.*

### Build a query string.

```
SearchStr = "f"+ "100"  
theQuery = "[Numid] = " + SearchStr.Quote
```

*Καθορίζεται σαν κριτήριο για την επιλογή εγγραφής στον πίνακα ημερομηνιών το ID=f100. Σε αυτή την εγγραφή δεν αντιστοιχεί καμία καταχώρηση στον πίνακα χαρακτηριστικών-δεδομένων.*

### Query and apply selection.

```
theVTab.Query(theQuery, theBitmap, #VTAB_SELTYPE_NEW)  
theVTab.SetSelection(theBitmap)  
theVTab.UpdateSelection
```

*Εφαρμόζεται το κριτήριο.*

### Define theme.

```
theTheme = av.getproject.FindDoc("View1").GetThemes.Get(1)
```

*Επιλέγουμε κινούμενοι κάτω στην ιεραρχία, τον χάρτη και μετά το θέμα που μας ενδιαφέρει ( Υλίκη ) .*

**Redraw theme and legend!**

if ((\_preval >50) and (\_val<50)) then theTheme.UpdateLegend end

if ((\_preval <50) and (\_val>50)) then theTheme.UpdateLegend end

*Εδώ ξανασχεδιάζουμε των χάρτη και έτσι ενημερώνεται η αλλαγή χρώματος της Υλίκης μόνο αν ανιχνευτεί ότι το υψόμετρο μεταπήδησε σε άλλο διάστημα.*

## Select

```
' Define the table  
theVTab = av.GetProject.finddoc("dates21.txt").GetVTab  
theBitmap = theVTab.GetSelection
```

*Επιλογή του πίνακα dates21.txt και καθορισμός του δείκτη theBitmap.*

```
' Build a query string  
_num=_num+1  
  
if (_num = 81) then msgbox.info("Thats all folks", "") end  
if (_num = 81) then _num=_num-1 end  
  
SearchStr = "f"+_num.asstring  
theQuery = "[Numid] = " + SearchStr.Quote
```

*Εδώ αφού ελεγχθεί ότι δεν φτάσαμε στην τελευταία γεώτρηση αυξάνουμε το ID της γεώτρησης κατά ένα και ορίζουμε το κριτήριο.*

```
' Query and apply selection  
theVTab.Query(theQuery, theBitmap, #VTAB_SELTYPE_NEW)  
theVTab.SetSelection(theBitmap)  
theVTab.UpdateSelection
```

*Εφαρμόζουμε το κριτήριο που οδηγεί στην επόμενη γεώτρηση.*

```
' Read the record  
thefield=thevtab.findfield("Absaltyliki field")  
for each rec in theVtab.Getselection  
_preval=_val  
_val=theVtab.ReturnValue(thefield ,rec)  
end
```

Εδώ διαβάζεται το υψόμετρο στάθμης γεώτρησης της επιλεγμένης εγγραφής και περνιέται στην καθολική μεταβλητή `_val` το προηγούμενο υψόμετρο κρατείται στην `_preval`.

' **Define the Theme**

```
theTheme = av.GetProject.FindDoc("View1").GetThemes.Get(1)
```

Το δεύτερο θέμα (Υλικί) του χάρτη View1.

' **Get theTheme's legend and theLegend's symbol list.**

```
theLegend = theTheme.GetLegend  
theSymbols = theLegend.GetSymbols
```

Το σύμβολο του θέματος.

' **Alter the properties of the symbol.**

```
if (_val > 45) then theSymbols.Get(0).SetColor( color.getblue)  
end  
if (_val > 50) then theSymbols.Get(0).SetColor( color.getgreen)  
end
```

Ανάλογα με το υψόμετρο της Υλικής, χρωματίζουμε μπλε το σύμβολο ( $50 > \text{υψ.} > 45$ ) ή πράσινο ( $\text{υψ.} > 50$ )

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Γεωλογικός χάρτης Ελλάδας κλίμακας 1/50000, φύλλο Θήβα και φύλλο Βάγια, 1970.
- Κουτσογιάννης Δ,
- Ξανθόπουλος Θ., Εισαγωγή στην τεχνική υδρολογία, 1990.
- Παπαπέτρος Π., Συνολική παρακολούθηση-βελτίωση των συνθηκών ύδρευσης της Αθήνας μέσω γεωτρήσεων, Ιανουάριος 1994.
  
- Αγγελόπουλος Γ., Κατασκευή γεωγραφικής βάσης δεδομένων του υδροδοτικού συστήματος Αθήνας, Διπλωματική Εργασία, Μάρτης 1997.
- Λαζαρίδου Π. Λ. & Μίχας Σ. Ν., Κατάρτιση μοναδιαίου υδρογραφήματος με τη βοήθεια Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, Διπλωματική Εργασία, 1994.
- Χατζηχρήστος Δ., Διερεύνηση λειτουργίας δικτύων αποχέτευσης ομβρίων με Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας, Διπλωματική Εργασία, 1995.
  
- ESRI, ARC/INFO, Understanding G.I.S / The ARC/INFO Method, 1991.
- ESRI, Using Avenue, 1996
- ESRI, Introducing ArcView, 1994