



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



Ξεπαπαδάκη Αικατερίνη

Πτυχιακή Εργασία

Συνδυασμός Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και
Υδρογεωλογικών δεδομένων για την εξαγωγή θεματικών
χαρτών στον Κάμπο Χανίων.

Επιβλέπουσα: Δρ. Μαρία Κούλη

ΧΑΝΙΑ
ΜΑΪΟΣ 2007



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



Συνδυασμός Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και Υδρογεωλογικών δεδομένων για την εξαγωγή θεματικών χαρτών στον Κάμπο Χανίων.

Πτυχιακή Εργασία: Ξεπαπαδάκη Κατερίνα

Επιβλέπων: Κούλη Μαρία

Ημερομηνία παρουσίασης:

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας:

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Δρ. Κούλη Μαρία για την σημαντική και ουσιαστική καθοδήγηση που μου παρείχε, καθώς και για τις γνώσεις που αποκόμισα κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας που μου φανήκαν χρήσιμες.

Ευχαριστώ τον Επίκουρο καθηγητή κ. Σουπιό Παντελή για την επιστημονική του κατάρτιση σε τύπους και όρους που χρησιμοποιήθηκαν στην διπλωματική μου εργασία καθώς επίσης και για τις χρήσιμες παρατηρήσεις του.

Ευχαριστώ θερμά τον Δρ. κ. Σαρρή Απόστολο για την πολύτιμη βοήθεια του όσο αφορά το χαρτογραφικό υπόβαθρο.

Ευχαριστώ τον Γεωλόγο κ. Βοζινάκη Κωνσταντίνο για την παραχώρηση του χαρτογραφικού υποβάθρου.

Εκτός από τους αξιόλογους καθηγητές μου θα ήθελα να ευχαριστήσω κάποιους συμφοιτητές και φίλους μου για την βοήθεια και την υποστήριξη που μου παρείχαν όλο αυτόν τον καιρό. Αυτοί είναι ο Νικολόπουλος Παναγιώτης, η Καρρά Στέλλα και η Πετρίτση Δανάη.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου και για την υπομονή τους.

Σας ευχαριστώ πολύ...

ABSTRACT	1
1.ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ– ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (ΓΣΠ) - GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS)	6
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ	6
2.3 ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΩΝ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	8
2.4 ΤΑ ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	9
2.5 ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	11
2.6 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ARCGIS 9.0	15
3. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟ- ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	20
3.1. ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	20
3.2. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	21
3.3. ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ	21
3.4. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	23
3.5. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ – ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ	25
3.6. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΤΑΥΡΩΝΙΤΗ.....	29
3.7. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΤΑΥΡΩΝΙΤΗ.....	30
4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	33
4.1. ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	33
4.2. ΔΕΛΤΙΑ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ	38
4.3. ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	44
4.4. ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	46
4.5. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	48
4.6. ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ	49
4.7. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	52
4.8. ΜΕΘΟΔΟΙ INTERPOLATION	52
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	53
5.1. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ ΤΟΥ ΚΑΜΠΟΥ ΤΩΝ ΧΑΝΙΩΝ	53
5.2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΤΑΥΡΩΝΙΤΗ.....	66
5.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΗΣ ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΤΑΥΡΩΝΙΤΗ	68
5.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ	69
5.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΣΗΣ ΜΗΝΙΑΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΣΗΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΗΣ.....	73
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	77
6.1. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ	77
6.2. ΧΑΡΤΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΎΔΑΤΟΣ	78
6.3. ΧΑΡΤΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΎΔΑΤΟΣ	78
6.4. ΧΑΡΤΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΎΔΑΤΟΣ.....	79
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	82
ΣΕΛΙΔΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ	83

Abstract

The aim of this undergraduate thesis is the quantification of the hydrologic regime of the Chania prefecture area. For this reason all the available hydrological data collected from the local authorities have been integrated into a GIS environment and several thematic maps have been created using as source hydrological, hydro-geological and meteorological data.

The hydrological and hydro-geological data of the broader area of Chania (wells, springs and shafts) were collected from the Hydro-Geological study of Chania and provided from the Department of Hydrology of the Ministry of Agriculture. These data are in the form of maps and card inventories which contain important information such as the record code, the geographical coordinates of the data, the water supply, the usage and an in-situ time sequence of measurements related to the depth of ground water table, temperature and chemical characteristics of the water (TDS-Total Dissolved Solids and EC-electrical conductivity). In a next step we implemented all the data into a GIS environment and then we performed data digitization with the use of ArcGIS software package.

The above mentioned digital information was analyzed aiming to examine a probable spatial relation between hydro-lithological units, faults, springs, shafts and riverbed distribution. For this purpose, several thematic maps using as source hydrological, hydro-geological and tectonic data were created.

The mapping and interpolation functions of GIS were also used for the production of maps of water quality parameters as well as water supply and groundwater levels. Geological maps of one of the two major drainage basins of the study area, the Tavronitis drainage basin, were used in combination with GIS software in order to categorize rock formations and then infiltration rates were assigned to each geological formation based on literature and recent regional hydro-geological surveys, so as to estimate groundwater recharge.

This approach helped to the determination of the hydrological properties, the evaluation of the chemical characteristics of the underground water and the construction of water level and hydro-chemical maps. Moreover, the positive water balance estimation for the Tavronitis basin, a major watershed of the study area, comes in agreement with the water level observations and the existed water management scenarios of the study area.

1.Σκοπός της Πτυχιακής Εργασίας– Εισαγωγή

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο την εισαγωγή υδρογεωλογικών δεδομένων σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ) προκειμένου να παραχθούν θεματικοί χάρτες για την περιοχή του Κάμπου των Χανίων. Τα υδρογεωλογικά αυτά δεδομένα υπήρχαν διάσπαρτα και στην μορφή αναλογικών χαρτών και πινάκων ως αποτέλεσμα υδρογεωλογικών μελετών που διεξήχθησαν κυρίως από την Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση του Ν. Χανίων. Έτσι δημιουργήθηκε μια Βάση Δεδομένων προκειμένου να διευκολυνθεί η αποτύπωση του Υδρογεωλογικού καθεστώτος του Κάμπου των Χανίων.

Η εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γεωπληροφορικής του Τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος του ΤΕΙ Κρήτης.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση της περιοχής μελέτης. Αναφέρονται τα κλιματολογικά στοιχεία, η γεωλογική και γεωτεκτονική επισκόπηση και η τεκτονική εξέλιξη της περιοχής. Επίσης, παρουσιάζεται η περιοχή της λεκάνης του Ταυρωνίτη καθώς και η γεωλογική επισκόπηση της.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση της διαδικασίας Ανάπτυξης του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών μετά την λήψη των χαρτογραφικών δεδομένων, των δελτίων απογραφής και των βροχομετρικών στοιχείων, περιγράφονται τα στάδια προεπεξεργασίας και επεξεργασίας των αρχικών δεδομένων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφονται τα αποτελέσματα της εργασίας και δίνονται με την μορφή θεματικών χαρτών τόσο για τον Κάμπο των Χανίων όσο και για την λεκάνη του Ταυρωνίτη. Γίνεται, τέλος, ο υπολογισμός της ολικής κατείσδυσης για την λεκάνη του Ταυρωνίτη, ο υπολογισμός του υδρολογικού ισοζυγίου και η μέση μηνιαία και ετήσια κατακρήμνιση και παρουσιάζονται μέσω γραφημάτων.

2. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) - Geographic Information Systems (GIS)

2.1 Εισαγωγή

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) αποτελούν την αιχμή του δόρατος της πληροφορικής. Χρησιμοποιούνται σε ολοένα και περισσότερες εφαρμογές και τείνουν να αντικαταστήσουν σε πολλές εφαρμογές ως και αυτά τα συμβατικά συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων.

Εν αρχή ην η παραμετρική απεικόνιση χαρτών. Τα πρώτα ΓΣΠ είχαν ως αντικείμενο την παραμετρική αναπαραγωγή χαρτών και την θεματική χαρτογραφία. Δανείστηκαν λοιπόν την τεχνολογία των CAD συστημάτων που ήδη χρησιμοποιούνταν για την σχεδίαση ηλεκτρομηχανολογικών εξαρτημάτων, συνδέθηκαν επιπλέον με μια βάση δεδομένων και η παραμετρική απεικόνιση των χαρτών ήταν γεγονός [14].

2.2 Ιστορικά

Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών αναπτύχθηκαν και εξελίχθηκαν μέσα στους αιώνες μέσω δημιουργίας χαρτών και συλλογής γεωγραφικών πληροφοριών και αποθήκευσής τους σε καταχωρητές. Οι πρώτοι γνωστοί χάρτες σχεδιάστηκαν πάνω σε περγαμινές για να δείξουν τα χρυσωρυχεία του Κοππές κατά τη διάρκεια της βασιλείας του Ραμσύ II της Αιγύπτου (1292-1225 π.Χ.). Ίσως νωρίτερα, οι Βαβυλώνιοι με επιγραφές σφηνοειδούς γραφής να περιγράφουν τον τότε γνωστό κόσμο. Αργότερα, οι Αρχαίοι Έλληνες συνέταξαν τους πρώτους πραγματικούς χάρτες. Χρησιμοποίησαν ένα ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων γύρω στο 300 π.Χ. Περίπου 100 χρόνια αργότερα, ο Έλληνας μαθηματικός, αστρολόγος και γεωγράφος Ερατοσθένης (276-194 π.Χ.) έβαλε τα θεμέλια της επιστημονικής χαρτογραφίας, ενώ ένας από τους πιο γνωστούς παγκόσμιους χάρτες δημιουργήθηκε από τον Κλαύδιο τον Πτολεμαίο στην Αλεξάνδρεια (90-168 μ.Χ.).

Οι Ρωμαίοι έριξαν μεγαλύτερο βάρος στην καταγραφή και την καταχώρηση των γεωγραφικών δεδομένων. Οι όροι **cadastre** (ένας επίσημος καταχωρητής ιδιοκτησίας) και **cadastral** (ένας χάρτης ή έρευνα που δείχνει τα σύνορα ιδιοκτησίας) προέρχονται από τα ελληνικά «κατά στίκον» που σημαίνει «γραμμικός». Οι Ρωμαίοι ήταν οι πρώτοι που εισήγαγαν την έννοια της καταγραφής των ιδιοκτησιών, στο **capitumregistra** (τον καταχωρητή γης). Καθώς οι κοινωνίες οργανώνονταν, π.χ. με την εισαγωγή συστημάτων φορολογίας, η καταχώρηση των ιδιοκτησιών συστηματοποιήθηκε εξ' αρχής για να διασφαλίσει το ετήσιο κρατικό εισόδημα.

Αργότερα, χάρτες σχεδιάστηκαν και για να διευκολύνουν τα εμπορικά ακτοπλοϊκά ταξίδια. Οι Άραβες ήταν οι καθοδηγητές χαρτογράφοι του Μεσαίωνα. Η Ευρωπαϊκή χαρτογραφία αναγεννήθηκε με την πτώση της Βυζαντινής αυτοκρατορίας και τη μετάφραση τον 15^ο αιώνα του έργου Geographia του Κλαούδιου του Πτολεμαίου στα Λατινικά που έδινε την τότε εικόνα του κόσμου. Σε πολλές χώρες ευδοκίμησε η χαρτογραφία με την μορφή της καταχώρησης ιδιοκτησιών. Το γνωστότερο παράδειγμα είναι αυτό του Μεγάλου Κτηματολογίου των περιοχών της Αγγλίας που συντάχθηκε το 1086 από τον πρώτο Νορμανδό βασιλιά, Ούιλιαμ τον κατακτητή.

Οι εξερευνήσεις του Μάρκο Πόλο, του Χριστόφορου Κολόμβου, του Βάσκο Ντε Γκάμα κ.ά. είχαν σαν αποτέλεσμα, πέραν της ανάπτυξης του εμπορίου, και την δημιουργία νέων χαρτών. Οι επιτελικοί χάρτες αποτέλεσαν τους καθοδηγητές τόσο για τοπογραφικούς χάρτες ξηράς όσο και για χάρτες πλοήγησης.

Μέχρι το 19^ο αιώνα, η γεωγραφική πληροφορία χρησιμοποιούνταν κυρίως στο εμπόριο, στις εξερευνήσεις, στην συλλογή φόρων και στον στρατό. Καθώς οι κοινωνίες γίνονταν πολυπλοκότερες, νέες εφαρμογές αναπτύχθηκαν για τις επερχόμενες υποδομές (τηλεφωνικές γραμμές, σιδηροδρόμους κλπ.). Οι αεροφωτογραφίες επιτάχυναν την πρόοδο της χαρτογράφησης. Η φωτογραμμετρία, η τεχνική της μέτρησης των αεροφωτογραφιών, αναπτύχθηκε ταχύτητα στις δεκαετίες 1920 και 1930 και κατά το 2^ο Παγκόσμιο πόλεμο.

Σήμερα, με τις δυνατότητες που παρέχουν οι Η/Υ, η χαρτογράφηση διατρέχει μια νέα εποχή. Τα δίκτυα Η/Υ, οι εξομοιωτές, η εικονική

πραγματικότητα αποτελούν τη τελευταία μόδα στην εξέλιξη των γεωγραφικών συστημάτων [15].

2.3 Οι βασικές αρχές των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

Τα περισσότερα από τα ΓΣΠ δανείζονται ακόμα και σήμερα τις βασικές αρχές των συστημάτων CAD (Computer Aided Design) προκειμένου να καταστεί δυνατή η εισαγωγή και αποθήκευση των γεωγραφικών δεδομένων. Έτσι, όπως και στα συστήματα CAD, τις βασικές δομικές μονάδες αποτελούν τα “γραφικά στοιχεία”, όπως είναι η γραμμή, το σημείο και η επιφάνεια. Κάθε ένα από αυτά τοποθετείται πάνω στον ηλεκτρονικό χάρτη σε συγκεκριμένη θέση και απεικονίζεται με συγκεκριμένο τρόπο (π.χ. σύμβολο για τα σημεία, πάχος και χρώμα για τις γραμμές, διαγράμμιση για τις επιφάνειες). Επίσης, τα γραφικά στοιχεία ομαδοποιούνται σε επίπεδα (layers), προκειμένου να καθίσταται δυνατός ο διαχωρισμός και η επιλεκτική αναζήτηση και απεικόνιση ορισμένων μόνο ομάδων γραφικών στοιχείων.

Από την άλλη πλευρά, τα ΓΣΠ προσφέρουν την πρόσθετη, σε σχέση με τα CAD, δυνατότητα αποθήκευσης περιγραφικών δεδομένων, που σχετίζονται με τα γραφικά στοιχεία. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται συνήθως μία σχεσιακή βάση δεδομένων.

Τα ΓΣΠ δίνουν την δυνατότητα σύνδεσης κάθε γραφικού στοιχείου με μία εγγραφή (record) ενός πίνακα της σχεσιακής βάσης. Η σύνδεση πραγματοποιείται με την αυτόματη καταχώρηση από το ίδιο το σύστημα σε κάθε γραφικό στοιχείο ενός μοναδικού κωδικού και την εν συνεχεία τοποθέτηση του κωδικού αυτού ως πρόσθετη στήλη στον αντίστοιχο πίνακα.

Για παράδειγμα, έστω ότι σε ένα ΓΣΠ απαιτείται η αποθήκευση αυτοκινητοδρόμων. Η θέση κάθε δρόμου θα εισαχθεί ως γραμμή πάνω στον ηλεκτρονικό χάρτη, ενώ για τα αντίστοιχα περιγραφικά δεδομένα (π.χ. όνομα, αριθμός λωρίδων, όριο ταχύτητας κ.τ.λ.) θα δημιουργηθεί ένας πίνακας “ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΙ” στη σχεσιακή βάση. Κάθε γραμμή τέλος που αντιστοιχεί σε δρόμο, θα συνδεθεί με μία σειρά του πίνακα αυτού. Έτσι ο χρήστης, επιλέγοντας ένα δρόμο πάνω στο χάρτη έχει τη δυνατότητα ανάκτησης

των αντίστοιχων πληροφοριών, ενώ επίσης επιλέγοντας το όνομα ενός δρόμου, μπορεί να μεταφερθεί στο σημείο του χάρτη όπου βρίσκεται η γραμμή που αντιστοιχεί στο δρόμο αυτό.

Ακόμα, κάθε γραφικό στοιχείο μπορεί να απεικονίζεται με διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με τα αντίστοιχα περιγραφικά δεδομένα. Οι δρόμοι με πολλές λωρίδες για παράδειγμα, μπορεί να εμφανίζονται με γραμμές μεγαλύτερου πάχους σε σύγκριση με άλλους δρόμους με λιγότερες λωρίδες.

Σαν αποτέλεσμα, ένα ΓΣΠ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θεματικών χαρτών, την παραμετρική δηλαδή απεικόνιση διαφόρων γραφικών στοιχείων, ανάλογα με τα περιγραφικά δεδομένα με τα οποία σχετίζονται.

Πέρα από την αποθήκευση και την απεικόνιση των γεωγραφικών δεδομένων όμως, ένα ΓΣΠ προσφέρει επί πλέον δυνατότητες επεξεργασίας αυτών. Για το σκοπό αυτό, κάθε ΓΣΠ συνήθως προσφέρει ένα σύνολο εντολών, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη μακροεντολών ή εν γένει προγραμμάτων, ούτως ώστε να αυτοματοποιηθούν ορισμένες λειτουργίες τις οποίες στη συνέχεια ο χρήστης μπορεί να καλέσει. Οι λειτουργίες αυτές μπορεί να είναι είτε απλές (π.χ. εμφάνιση των σημείων ενός αυτοκινητοδρόμου, στα οποία έχουν συμβεί πολλά ατυχήματα) ή περισσότερο σύνθετες (π.χ. εύρεση όλων των σημείων εντός των ορίων μιας περιοχής που βρίσκονται μακριά από κατοικίες, δεν είναι δασικές εκτάσεις και γενικά πληρούν όλες τις προϋποθέσεις προκειμένου να αποτελέσουν χώρους συγκέντρωσης απορριμμάτων) [14].

2.4 Τα μέρη ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών

Για να λειτουργήσει ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών απαιτούνται τα εξής τέσσερα συστατικά (Εικόνα 2.1) :

2.4.1. Υπολογιστικό Σύστημα και τα περιφερειακά του

- Ένας προσωπικός υπολογιστής (PC) ή ένας σταθμός εργασίας (workstation)
- Ένα σύστημα απεικόνισης που να υποστηρίζει έγχρωμες γραφικές απεικονίσεις υψηλής ανάλυσης

- Ένα σύστημα αποθήκευσης με υψηλή χωρητικότητα
- Ένα σύστημα εισαγωγής δεδομένων. Το σύστημα αυτό μπορεί να περιέχει:
 - Ψηφιοποιητές (Digitizers)
 - Σαρωτές (Scanners)
- Ένα σύστημα παρουσίασης των αποτελεσμάτων σε έντυπη μορφή:
 - Εκτυπωτές (Printers)
 - Αυτόματοι Σχεδιαστές (Plotters)

2.4.2. Λογισμικό

Ένα λογισμικό ΓΣΠ το οποίο να παρέχει δυνατότητες δημιουργίας Βάσης Δεδομένων, ψηφιοποίησης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και εξαγωγής των δεδομένων.

2.4.3. Δεδομένα

Τα δεδομένα που εισάγονται και χρησιμοποιούνται στα ΓΣΠ χωρίζονται γενικά σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

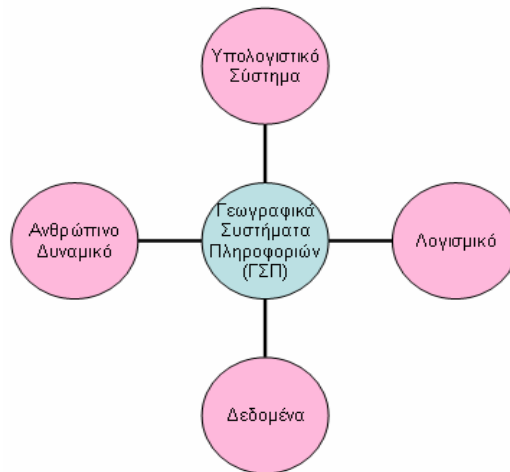
- Χωρικά Δεδομένα
- Μη Χωρικά ή Περιγραφικά Δεδομένα

2.4.4. Ανθρώπινο Δυναμικό

Το προσωπικό το οποίο χειρίζεται ένα ΓΣΠ πρέπει να είναι άρτια εκπαιδευμένο. Εκτός όμως από τους επαγγελματίες και τους επιστήμονες, και οι χρήστες των χαρτών, συμμετέχουν στη δομή των ΓΣΠ αφού αυτοί είναι οι τελικοί καταναλωτές. Μερικά παραδείγματα ανθρώπων οι οποίοι περιέχονται στην δομή των ΓΣΠ είναι:

- Οι τεχνικοί: σχεδιάζουν και συντηρούν το σύστημα
- Οι επιστήμονες: εισάγουν τα δεδομένα στο σύστημα
- Οι υπεύθυνοι Βάσεων Δεδομένων: ανακτούν τα δεδομένα που εισήχθησαν από τους επιστήμονες σε τέτοια μορφή ώστε να είναι εύληπτα στο διαχειριστή.

- Οι αναλυτές: εφαρμόζουν μεθόδους προκειμένου να επιλύσουν γεωγραφικά προβλήματα.



Εικόνα 2.1. Σχηματική απόδοση των συστατικών ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών.

2.5 Δεδομένα

2.5.1. Ψηφιακή Αναπαράσταση – Δομή Δεδομένων

Ο πραγματικός χώρος αποτελείται από μία απειρία οντοτήτων με πληθώρα διαφορετικών χαρακτηριστικών. Για την αναπαράσταση του πραγματικού χώρου στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, δημιουργείται ένα «μοντέλο» το οποίο επιτρέπει τη διαχείριση στοιχείων που περιγράφουν διάφορα φαινόμενα και τα οποία καταχωρούνται σαν δεδομένα.

Ένα μοντέλο χωρικών δεδομένων (spatial data model) είναι ένα σύνολο αντικειμένων με αυστηρά καθορισμένες λειτουργίες και κανόνες [1], ενώ η δομή δεδομένων (data structure) αποτελεί την βάση της μεθόδου διαχείρισης των [2].

Σύμφωνα με μία γενική θεώρηση, υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι αναπαράστασης της πραγματικότητας με ψηφιακό τρόπο: η διανυσματική αναπαράσταση (vector), η αναπαράσταση με τη μορφή καννάβου (raster) και η υβριδική αναπαράσταση [3]. Στις μέρες μας χρησιμοποιούνται οι δύο πρώτοι τύποι αναπαράστασης. Τέλος υπάρχει μία τάση τα σύγχρονα λογισμικά G.I.S να

παρέχουν δυνατότητες τόσο για διανυσματική αναπαράσταση δεδομένων, όσο και για αναπαράσταση δεδομένων σε κάρναβο.

2.5.1.1. Διανυσματική Αναπαράσταση (vector)

Σύμφωνα με αυτό τον τρόπο αναπαράστασης οντότητες στο χώρο περιγράφονται και επεξεργάζονται με τη χρήση διανυσμάτων. Έτσι ο χώρος θεωρείται συνεχής. Σαν δομική μονάδα θεωρείται ένα χωρίς διαστάσεις κομβικό σημείο (link) [4].

Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, κάθε οντότητα στο χώρο περιγράφεται με τη χρήση πολυγώνων, γραμμών (ή καμπυλών) και σημείων (Εικόνα 2.2). Επίσης αυτό το μοντέλο συμπεριλαμβάνει αλγόριθμους βάσει των οποίων συσχετίζονται τα δεδομένα στο χώρο.

Έτσι κάθε σημείο ορίζεται από ένα ζεύγος χ , ψ συντεταγμένων, κάθε γραμμή από μία σειρά σημείων και κάθε επιφάνεια από μία κλειστή διάταξη γραμμών η οποία δημιουργεί το πολύγωνο.

Η κωδικοποίηση των στοιχείων του διανυσματικού μοντέλου γίνεται με τη χρήση εγγραφών στη βάση δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα για κάθε στοιχείο αποθηκεύονται:

- για τα σημεία (points), οι κωδικοί αναγνώρισης τους, καθώς και οι συντεταγμένες τους χ , ψ .
- για τις επιφάνειες (areas), οι κωδικοί αναγνώρισης τους
- για κάθε γραμμή (line ή arc), ο κωδικός αναγνώρισης της, ο κωδικός του κόμβου εκκίνησης, ο κωδικός του κόμβου κατάληξης, ο κωδικός της επιφάνειας η οποία βρίσκεται αριστερά της γραμμής και ο κωδικός της επιφάνειας η οποία βρίσκεται δεξιά της γραμμής [5].

Με τη διανυσματική μέθοδο τα χωρικά φαινόμενα αναπαρίστανται με βαθμό ακρίβειας τέτοιο που να επιτρέπει αξιόπιστες μετρήσεις και ποσοτικοποιήσεις. Η μέθοδος αυτή έχει μικρές αποθηκευτικές απαιτήσεις. Οι «τοπολογικές» σχέσεις μεταξύ των χωρικών οντοτήτων, περιγράφονται με πληρότητα με βάσει το μοντέλο αυτό. Άλλα σημαντικά πλεονεκτήματα αυτής της

μεθόδου είναι η δυνατότητα παραγωγής χαρτών μεγάλης ακρίβειας, καθώς και οι δυνατότητες ανάκτησης και αναθεώρησης των δεδομένων.

Από την άλλη πλευρά οι διανυσματικές αναπαράστασεις δεδομένων είναι αρκετά πολύπλοκες [6], έχοντας σαν βασικό μειονέκτημα ότι ο συνδυασμός με υπέρθεση μεταξύ δύο ή περισσότερων επιπέδων πληροφορίας είναι μία αρκετά χρονοβόρα υπολογιστική διαδικασία στην οποία εμπλέκονται αρκετοί και πολύπλοκοι αλγόριθμοι. Σημαντικά επίσης μειονεκτήματα είναι η πλημμυρική αναπαράσταση φαινομένων στο χώρο τα οποία μεταβάλλονται συνεχώς, καθώς και οι δυσκολίες συνδυασμού των διανυσματικών δομών με τα δεδομένα Τηλεανίχνευσης, τα οποία έχουν τη μορφή καννάβου.

2.5.1.2. Αναπαράσταση σε μορφή καννάβου (raster)

Σύμφωνα με αυτή την αναπαράσταση, ο χώρος διαιρείται σε ισομεγέθη τετράγωνα (pixels, cells). Σε κάθε ένα από αυτά τα τμήματα αποθηκεύονται τα χαρακτηριστικά του σαν περιγραφικά δεδομένα. Η τιμή του χαρακτηριστικού για κάθε pixel, θεωρείται, κατά σύμβαση, ότι αντιστοιχεί σε όλη τη περιοχή την οποία αυτό καλύπτει (Εικόνα 2.2).

Το μέγεθος των τετραγώνων ορίζει και την ακρίβεια της αναπαράστασης. Κάθε οντότητα του πραγματικού χώρου, σύμφωνα με το μοντέλο καννάβου, αναπαρίσταται από μία ή περισσότερες ομοιογενείς δομικές μονάδες.

Η απλότητα αυτού του τρόπου αναπαράστασης του πραγματικού χώρου αποτελεί και το βασικό του πλεονέκτημα. Οι διαδικασίες ανάλυσης γίνονται αρκετά εύκολα, με τη χρήση αλγόριθμων. Ο τρόπος οργάνωσης της πληροφορίας, με τη βοήθεια γραμμών και στηλών του καννάβου, επιτρέπει ομογενείς καταχωρίσεις στη μνήμη του υπολογιστή, οι οποίες με τη σειρά τους είναι υπεύθυνες για τον εύκολο και γρήγορο εντοπισμό των δεδομένων. Επίσης σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της δομής των δεδομένων αποτελεί η συμβατότητα τους με άλλα δεδομένα τα οποία επίσης έχουν τη δομή καννάβου (π.χ. δεδομένα Τηλεανίχνευσης).

Τα μειονεκτήματα των μοντέλων καννάβου, σε γενικές γραμμές, αφορούν στην ακρίβεια αναπαράστασης της πραγματικότητας, η οποία είναι σε άμεση

συνάρτηση με τη διακριτική ικανότητα, που καθορίζεται από τον όγκο της ψηφιακής πληροφορίας, ο οποίος είναι πολύ μεγάλος για ακριβείς αναπαραστάσεις. Επίσης οι διαδικασίες γεωγραφικής προσαρμογής των δεδομένων καννάβου είναι αρκετά χρονοβόρες. Τέλος, σημειώνονται ανακρίβειες στην πιστή αναπαράσταση και απεικόνιση της πληροφορίας [7].



Εικόνα 2.2: Παρουσίαση δεδομένων σε μορφή διανύσματος (αριστερά) και σε μορφή καννάβου (δεξιά).

2.5.2. Συλλογή Δεδομένων

Ένας χάρτης αναπαριστά γεωγραφικά χαρακτηριστικά ή άλλα χωρικά φαινόμενα συγχωνεύοντας τα χωρικά δεδομένα με τις περιγραφικές ιδιότητες των χαρακτηριστικών. Πιθανές πηγές προέλευσης των δεδομένων είναι οι αισθητήρες οργάνων (Τηλεπισκόπηση), οι ήδη υπάρχοντες αναλογικοί χάρτες και οι επιτόπιες μετρήσεις (Εικόνα 2.3). Τα χωρικά δεδομένα περιγράφουν την θέση των αντικειμένων (χαρακτηριστικών) πάνω στη γήινη επιφάνεια καθώς και την μεταξύ των αντικειμένων χωρική σχέση (π.χ. την μικρότερη απόσταση ή την εγγύτητα). Οι μη χωρικές ή περιγραφικές πληροφορίες περιγράφουν ιδιότητες των αντικειμένων όπως το όνομα τους, το είδος τους ή ποσοτικές πληροφορίες όπως το μήκος ή η περίμετρος των αντικειμένων.



Εικόνα 2.3. Δεδομένα από διαφορετικές πηγές μπορούν να εισαχθούν σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών. Όπως φαίνεται και στο σχήμα τα ΓΣΠ υπεισέρχονται στα στάδια της διαχείρισης και της διάδοσης των πληροφοριών.

2.6 Συνοπτική παρουσίαση του λογισμικού ArcGIS 9.0

Κατά την διάρκεια των πρώτων δεκαετιών ανάπτυξης των ΓΣΠ, οι επαγγελματίες είχαν κυρίως επικεντρωθεί στην συλλογή των δεδομένων αφιερώνοντας τον περισσότερο χρόνο στη δημιουργία βάσεων δεδομένων. Σταδιακά, άρχισαν να χρησιμοποιούν αυτές τις γνώσεις σε πολυάριθμες εφαρμογές των ΓΣΠ. Επιπλέον η ανάπτυξη των προσωπικών υπολογιστών, η ανάπτυξη του διαδικτύου και η παγκόσμια υιοθέτηση των ΓΣΠ επέδρασαν καταλυτικά στην ανάπτυξη και συνεχή βελτίωση των λογισμικών.

Το λογισμικό ArcGIS της εταιρίας ESRI Inc. αποτελεί το πιο εμπορικό και πιο διαδεδομένο λογισμικό ΓΣΠ στον κόσμο. Το ArcGIS παρέχει την δυνατότητα ενασχόλησης με τα ΓΣΠ σε έναν απλό χρήστη, σε πολλούς χρήστες ταυτόχρονα σε μεμονωμένους προσωπικούς υπολογιστές, σε τοπικά δίκτυα, στο διαδίκτυο αλλά και στο υπαίθριο πεδίο.

Το ArcGIS 9.0 είναι ένας συγκερασμός πολλών λογισμικών για μικρότερες εφαρμογές, προκειμένου να οικοδομηθεί ένα πλήρες λογισμικό πακέτο ΓΣΠ.

Αποτελείται από τα εξής πλαίσια εφαρμογής:

- ArcGIS Desktop
- ArcGIS Engine
- Server GIS-ArcSDE, ArcIMS, ArcGIS Server
- Mobile GIS-ArcPad

2.6.1. ArcGIS Desktop

Το ArcGIS Desktop είναι διαθέσιμο σε τρεις εκδόσεις (Εικόνα 2.4) και κάθε μια από αυτές προορίζεται για να καλύψει τις ανάγκες πολλών διαφορετικών χρηστών. Οι εκδόσεις αυτές είναι:

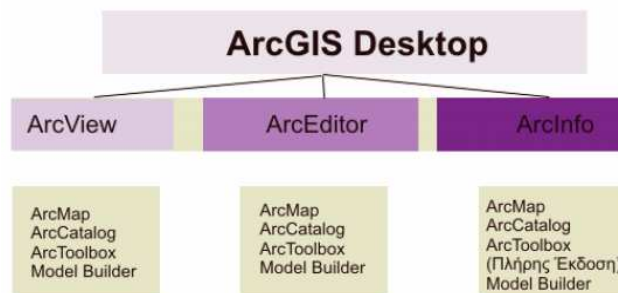
- ArcView: επικεντρώνει στην αναλυτική χρήση των δεδομένων, στην χαρτογράφηση και στην ανάλυση αυτών.
- ArcEditor: προσφέρει όλες τις δυνατότητες του ArcView και επιπλέον χωρικές επεξεργασίες ενώ επιτρέπει και την δημιουργία δεδομένων.
- ArcInfo: αποτελεί ένα ολοκληρωμένο, επαγγελματικό πακέτο το οποίο συνδυάζει την λειτουργικότητα με πλήθος εργαλείων χωρικής επεξεργασίας. Παρέχει τα περισσότερα εργαλεία ανάλυσης χωρικών δεδομένων.



Εικόνα 2.4. Οι τρεις εκδόσεις του ArcGIS Desktop.

Κάθε μια από τις εκδόσεις του ArcGIS Desktop περιλαμβάνει ένα σύνολο εφαρμογών (Εικόνα 2.5):

- ArcMap
- ArcCatalog
- ArcToolbox
- ModelBuilder



Εικόνα 2.5. Το σύνολο εφαρμογών του ArcGIS Desktop.

Επιπλέον, κάθε έκδοση περιλαμβάνει προαιρετικά συστατικά (προεκτάσεις-extensions) τα οποία αν προστεθούν εμπλουτίζουν τις δυνατότητες του λογισμικού, όπως:

- Spatial Analyst
- 3D Analyst
- Geostatistical Analysis
- Survey Analyst
- ArcPress

Χρησιμοποιώντας όλες τις παραπάνω εφαρμογές μπορεί να εκτελεστεί οποιαδήποτε λειτουργία των ΓΣΠ από απλή έως ιδιαίτερα περίπλοκη.

2.6.2. Arc Map

Το ArcMap αποτελεί την κεντρική εφαρμογή του ArcGIS Desktop. Σε αυτό εκτελούνται όλες οι λειτουργίες οι οποίες βασίζονται σε χάρτες και περιλαμβάνουν χαρτογραφία, ανάλυση του χάρτη και επεξεργασία. Τα αρχεία τα οποία δημιουργεί το ArcMap έχουν την προέκταση .mxd

2.6.2.1. Δυνατότητες της εφαρμογής του ArcMap

- Δημιουργία χαρτών
- Επεξεργασία χαρτών
- Εμφάνιση, επεξεργασία και ανάλυση γεωγραφικών δεδομένων
- Αναζήτηση των χωρικών δεδομένων
- Συμβολισμός των δεδομένων με πολυάριθμους τρόπους
- Δημιουργία γραφημάτων
- Διαμόρφωση των αρχείων σε εκτυπώσιμους χάρτες

2.6.2.2. ArcCatalog

Το ArcCatalog είναι μια εφαρμογή διαχείρισης των γεωγραφικών δεδομένων. Εκτελεί παρόμοιες λειτουργίες με τον Windows Explorer, προσανατολισμένο όμως στα γεωγραφικά δεδομένα. Με το ArcCatalog διερευνούμε και διαχειριζόμαστε χωρικά δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα, διαγράφουμε, αντιγράφουμε ή μετονομάζουμε ένα θεματικό επίπεδο ή ένα σύνολο δεδομένων. Ακόμα, με το ArcCatalog ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει νέα δεδομένα.

2.6.2.3. ArcToolbox

Στις παλαιότερες εκδόσεις του ArcGIS ο ArcToolbox αποτελούσε αυτόνομη εφαρμογή ενώ στην νεότερη έκδοση, στο ArcGIS 9.0, είναι ενσωματωμένο στο περιβάλλον εργασίας του ArcMap.

Το ArcToolbox είναι η τρίτη εφαρμογή του ArcGIS, συμπληρώνει τις άλλες δύο εφαρμογές (ArcMap και ArcCatalog) και παρέχει πληθώρα εργαλείων γεωεπεξεργασίας. Με την εφαρμογή αυτή ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μετατρέψει χωρικά δεδομένα από μια μορφή σε άλλη, να αλλάξει το προβολικό σύστημα των δεδομένων του, να εκτελέσει χωρικές πράξεις μεταξύ των αρχείων, κ.τ.λ. Το ArcToolbox διανέμεται σε δυο εκδόσεις. Η πρώτη έκδοση είναι η πλήρης έκδοση του Arc/Info, η οποία περιλαμβάνει περίπου 150 εργαλεία για γεωεπεξεργασία, μετατροπή δεδομένων, διαχείριση χαρτογραφικών φύλλων,

αλληλεπίθεση επιπέδων, χαρτογραφικών προβολών κ.τ.λ. και γενικά εργαλεία για χωρική ανάλυση. Η δεύτερη έκδοση, που αναφέρεται και ως έκδοση του ArcView παρέχει πολύ λιγότερα εργαλεία [8].

3.2. Κλιματολογικά Στοιχεία

Η μορφολογία του εδάφους και η θέση της Κρήτης στο κέντρο της Μεσογείου έχουν άμεση επίδραση στο κλίμα του νομού Χανίων, που χαρακτηρίζεται εύκρατο μεσογειακό, με ηλιοφάνεια κατά περίπου το 70% των ημερών του έτους. Ο χειμώνας είναι ήπιος, και ο καιρός από το Νοέμβριο μέχρι τον Μάρτιο χαρακτηρίζεται κρύος, όχι όμως παγερός, ενώ σημειώνονται συχνά βροχοπτώσεις.

Ο Ιούνιος, ο Ιούλιος και ο Αύγουστος είναι οι τρεις πιο ζεστοί μήνες του χρόνου, χωρίς βροχοπτώσεις. Στα ημιορεινά και τα ορεινά του νομού οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερη (20-23°C), ενώ αντίθετα στα νότια παράλια και την πεδινή ενδοχώρα είναι κατά μερικούς βαθμούς υψηλότερη (29-32 °C) (Πίνακας 3.1) [18].

Μέσες θερμοκρασίες ημέρας	Ιαν.	Φεβρ.	Μαρτ.	Απρ.	Μάιος	Ιούν.	Ιούλ.	Αύγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Νοεμ.	Δεκ.
Ανώτερη	16	16	17	23	25	29	32	32	28	25	21	17
Κατώτερη	9	9	11	16	18	20	23	23	20	17	14	11
Θάλασσας	15	15	16	18	19	24	26	26	23	22	19	16

Πίνακας 3.1. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίας ημέρας ανά μήνα στον Ν. Χανίων.

3.3. Γεωτεκτονική Επισκόπηση της Κρήτης

Από γεωτεκτονική άποψη, η Κρήτη τοποθετείται αφενός μεν στο Κέντρο του Ελληνικού Τόξου, αφετέρου δε στο νότιο κλάδο του Αλπικού Ορογενούς και μάλιστα στη θέση εκείνη όπου ο ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης γενικός άξονας της πτύχωσης κάμπτεται προς ΑΝΑ με συνέπεια η Κρήτη να αποτελεί τη γεωτεκτονική μετάβαση από τις Ελληνίδες στις Ταυρίδες Οροσειρές.

Η πολύπλοκη γεωλογική δομή της Κρήτης η οποία χαρακτηρίζεται από τη συσσώρευση σειράς επωθημένων τεκτονικών καλυμμάτων των εσωτερικών και εξωτερικών Ελληνικών γεωτεκτονικών ζωνών, οφείλεται στα αλληπάλληλα

τεκτονικά γεγονότα που έπληξαν την περιοχή κατά τη διάρκεια της γεωλογικής της ιστορίας.

Συγκεκριμένα το λεπιοειδές οικοδόμημα των τεκτονικών καλυμμάτων αποδίδεται σε ένα συμπιεστικό γεγονός Ολιγόκαινικής έως ΚάτωΜειοκαινικής ηλικίας, το οποίο έλαβε χώρα κατά διεύθυνση Β-Ν και το οποίο προκάλεσε τη συσσώρευση των καλυμμάτων επάνω στο αυτόχθονο σύστημα με ταυτόχρονη ανάπτυξη μεταμόρφωσης υψηλής πίεσης (HP) και χαμηλής θερμοκρασίας (LT) στα κατώτερα τεκτονικά καλύμματα. Τα τεκτονικά καλύμματα ανάλογα με την τεκτομεταμορφική τους εξέλιξη και την τεκτονική τους θέση, διακρίνονται στα: α) κατώτερα και β) ανώτερα τεκτονικά καλύμματα, τα οποία διαχωρίζονται μεταξύ τους από ένα κύριο εφελκυστικό ρήγμα απόσπασσης.

α) Κατώτερα τεκτονικά καλύμματα:

A. Η ενότητα των Πλακωδών Ασβεστόλιθων (Ιόνιος ζώνη), η ηλικία σχηματισμού της οποίας τοποθετείται χρονολογικά μεταξύ του Πέρμιου και του Ολιγόκαινου. Τα ανθρακικά αυτά πετρώματα θεωρείται ότι ανήκουν στο αυτόχθονο σύστημα της Κρήτης.

B. Η ενότητα Τρυπαλίου η οποία συνίσταται από ανθρακικά πετρώματα και της οποίας η ηλικία σχηματισμού τοποθετείται χρονολογικά μεταξύ άνω-Τριαδικού και Ιουρασικού ή και νεότερα.

Γ. Η ενότητα των Φυλλιτών-Χαλαζιτών η οποία είναι επωθημένη επάνω στις δύο προηγούμενες ενότητες.

Κύριο κοινό χαρακτηριστικό γνώρισμα των τριών παραπάνω τεκτονικών καλυμμάτων, είναι η μεταμόρφωση των πετρωμάτων τους, η οποία έλαβε χώρα μεταξύ του άνω Ολιγόκαινου και κάτω-Μειόκαινου.

β) Ανώτερα τεκτονικά καλύμματα:

A. Οι ασβεστόλιθοι της Γεωτεκτονικής Ζώνης της Τρίπολης, η ηλικία σχηματισμού των οποίων τοποθετείται χρονολογικά μεταξύ Κάτω Τριαδικού και Ηώκαινου.

Β. Τα πετρώματα της Γεωτεκτονικής Ζώνης της Πίνδου και συγκεκριμένα ο φλύσχης του Παλαιογενούς, οι ασβεστόλιθοι του Κρητιδικού και τα μέλη της σχιστο-κερατολιθικής διάπλασης η οποία τοποθετείται χρονολογικά μεταξύ του Άνω Τριαδικού και Κάτω Κρητιδικού.

Γ. Στο δυτικό τμήμα της Κρήτης το κάλυμμα της Πίνδου αποτελεί το ανώτερο από τα καλύμματα της περιοχής. Στο υπόλοιπο τμήμα της Κρήτης συναντώνται επίσης τα τεκτονικά καλύμματα των οφιολιθικών ενότητων Βάτου - Μιαμού - Άρβης.

Δ. Τα Παλαιοζωικής ηλικίας μεταμορφωμένα πετρώματα της Ενότητας των Αστερουσίων.

Ε. Τα οφιολιθικά πετρώματα τα οποία αποτελούνται από σερπεντινίτες, βασάλτες και διαβάσες και τα οποία είναι επωθημένα επάνω στην Ενότητα των Αστερουσίων. Το οφιολιθικό αυτό σύστημα χαρακτηρίζεται ως το ανώτερο τεκτονικό κάλυμμα της Κρήτης.

3.4. Τεκτονική Εξέλιξη Ευρύτερης Περιοχής

Το πολύπλοκο και ετερογενές σύνολο των τεκτονικών καλυμμάτων, θεωρείται ως το αποτέλεσμα μιας μακράς τεκτονο-μεταμορφωτικής διεργασίας η οποία ξεκίνησε μεταξύ του Άνω Ιουρασικού και Κάτω Κρητιδικού και ολοκληρώθηκε κατά το Τριτογενές ακολουθώντας την εξέλιξη της αμφιθεατρικής βύθισης της Αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας.

Μετά το συμπιεστικό γεγονός του Άνω Ηώκαινου κάτω από την πλάκα της Ευρασίας, το οποίο προκάλεσε τη δημιουργία ανάστροφων ρηγμάτων με φορά προς Ν και ζώνες διάτμησης, ακολούθησε κατά το Μέσο-Άνω Μειόκαινο ένα εφελκυστικό γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα την άνοδο και εκταφή των κατώτερων τεκτονικών καλυμμάτων.

Κατά την περίοδο μεταξύ του Άνω Μειόκαινου και Κάτω Πλειόκαινου, ένα νέο συμπιεστικό τεκτονικό γεγονός με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ προκάλεσε τη δημιουργία ανάστροφων ρηγμάτων με φορά προς ΝΔ και ζώνες ολίσθησης οι οποίες επηρέασαν το σύνολο των τεκτονικών καλυμμάτων αλλά και των Μειοκαινικών ιζημάτων.

Κατά την περίοδο του Πλειο-Τεταρτογενούς ακολούθησε η νεοτεκτονική εφελκυστική τεκτονική η οποία δημιούργησε τα μεγάλης κλίσης κανονικά ρήγματα και προκάλεσε τον κατακερματισμό του βραχώδους υπόβαθρου της Κρήτης δίνοντας το σημερινό της διάγραμμα.

Η σημερινή δομή της ευρύτερης περιοχής με τα ημιορεινά συγκροτήματα, τις απότομες βραχώδεις ακτές και τις έντονες χαραδρώσεις, οφείλεται κυρίως στην επίδραση των έντονων τεκτονικών γεγονότων που έλαβαν χώρα από το Μειόκαινο έως σήμερα.

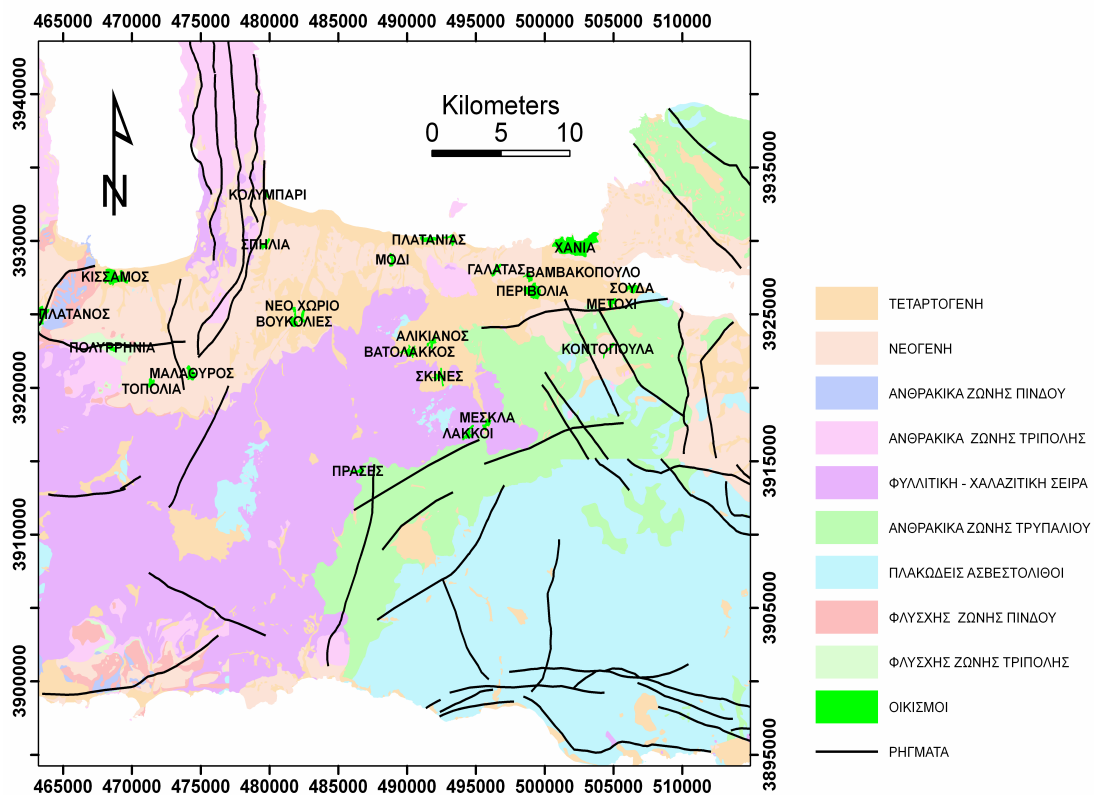
Στις μέρες μας, η περιοχή βρίσκεται υπό την επίδραση ευστατικών και τεκτονικών κινήσεων οι οποίες προκαλούν κυρίως ανυψωτικές μετατοπίσεις. Τα παλαιά και νέα τεκτονικά γεγονότα που δρουν στην περιοχή συνέβαλαν, στην εκδήλωση των ποικίλων παραμορφωτικών φάσεων που εκφράζονται στα πετρώματα με τη μορφή της πτυχογόνου και της ρηξιγενούς τεκτονικής. Η ρηξιγενής τεκτονική είναι ιδιαίτερα έκδηλη στην περιοχή και αντιπροσωπεύεται από πλήθος ρηγμάτων, ρωγματώσεων και διακλάσεων που, λόγω του συμπαγούς χαρακτήρα των ανθρακικών πετρωμάτων, δημιουργούν χαρακτηριστικές και εμφανείς θραυσιγενείς επιφάνειες.

Η θέση της Κρήτης ως προς τις συγκλίνουσες λιθοσφαιρικές πλάκες, αποτελεί περιοχή παρατήρησης τεκτονικών φαινομένων, σε συνδυασμό με την μεγάλη σεισμικότητα που την χαρακτηρίζει. Η βύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική στο χώρο της Κρήτης, συντελείται με διεύθυνση προς ΒΑ, κλίση 35° και μέση ταχύτητα σύγκλισης $3,5 \text{ cm/y}$. Κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ 2220 π.Χ έως το 280 μ.Χ περίπου, η Δυτική Κρήτη έχει υποστεί 10 καταβυθίσεις που το μέγεθός της καθεμίας ήταν μέχρι $0,25\text{m}$. Από το 430 μ.Χ περίπου άρχισε η ανάδυση της Δυτικής Κρήτης και πιθανόν η καταβύθιση της Ανατολικής που συνεχίζεται μέχρι και σήμερα

Παράλληλα και συγχρόνως με τις παραπάνω κινήσεις, ολόκληρο το υπόβαθρο της Κρήτης και της ευρύτερης περιοχής ωθείται από το εσωτερικό του τόξου (περιοχή Αιγαίου) προς τα έξω με διεύθυνση από ΒΑ προς ΝΔ. Η Κρήτη κατά την διάρκεια των παραπάνω συγχρόνων τεκτονικών κινήσεων δεν συμπεριφέρεται σαν μια ενιαία συμπαγής και άκαμπτη πλάκα, αλλά σαν ένα

σύστημα τεκτονικών τεμάχων, τα οποία χωρίζονται από μεγάλα ρήγματα. Κάθε τέμαχος αποκτά διαφορετικά μεγέθη κίνησης, με αποτέλεσμα τη μεγάλη σεισμική δραστηριότητα που χαρακτηρίζει το νησί.

Η ρηξιγενής τεκτονική εμφανίζει δύο κύριες διευθύνσεις (ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ) και πολλές δευτερεύουσες (ΒΒΔ-ΝΝΑ, Β-Ν, ΑΒΑ-ΔΝΔ και Α-Δ) σε ένα πυκνό δίκτυο ρηγμάτων και διακλάσεων (Χάρτης 3.2).



Χάρτης 3.2. Γεωλογικός Χάρτης του Νομού Χανίων με υπέρθεση του επιπέδου των κύριων τεκτονικών ρηγμάτων με διευθύνσεις ΒΑ-ΝΔ, ΒΔ-ΝΑ και Α-Δ.

3.5. Γεωλογική Επισκόπηση – Στρωματογραφία

Οι στρωματογραφικές και τεκτονικές ενότητες που συνιστούν την γεωλογική δομή του νομού Χανίων (Χάρτης 3.3), από τις νεότερες και προς τις παλαιότερες, είναι:

Τεταρτογενείς αποθέσεις

Αποτελούνται από χαλαρά αργιλοαμμώδη υλικά, πηλούς, ψαμμίτες, κροκάλες-λατύπες ποικίλης σύστασης αναλόγως της προέλευσης τους, ασύνδετες έως συνεκτικά συνδεδεμένες, καθώς και από υλικά του αλλουβιακού μανδύα. Απαντώνται κυρίως σε απολήξεις λεκανών ανοικτών προς τη θάλασσα, στις μείζονες κοίτες των ποταμών, σε μικρές εσωτερικές λεκάνες καθώς και με την μορφή πλευρικών κορημάτων και αναβαθμίδων χειμάρρων.

Νεογενείς αποθέσεις

Αποτελούνται από εναλλασσόμενα στρώματα κίτρινων-κιτρινόλευκων μαργών και κλαστικών μαργαϊκών ασβεστολίθων. Είναι συχνά βιογενείς-υφαλογενείς, ομοιόμορφα στρωματωμένες αποθέσεις, που το πάχος τους κυμαίνεται από μερικά εκατοστά έως ένα-δύο μέτρα. Εντός των αποθέσεων αυτών συναντώνται και μαργαϊκοί ψαμμίτες, αμμώδες άργιλοι, λατύπες και κροκαλοπαγή. Τα κροκαλοπαγή-λατυποπαγή εμφανίζονται κυρίως στην περιοχή Χοιροσπηλίου νοτιότερα της Αγίας και στην περιοχή Τοπολίων. Χαρακτηριστικό τους γνώρισμα η έντονη συνεκτικότητα την οποία παρουσιάζουν με ανθρακικό συνδετικό υλικό. Οι λατύπες και κροκάλες που συνιστούν τις παραπάνω αποθέσεις, έχουν προέλθει από την διάβρωση και απόθεση των προϊόντων, τόσο του τεκτονικού καλύμματος της ζώνης Τρίπολης όσο σε μικρότερο βαθμό και των άλλων ενοτήτων που αποτελούν το υπόβαθρο των νεογενών αποθέσεων. Οι ενότητες που επίσης συμμετέχουν στην παραπάνω διεργασία είναι η Φυλλιτική-Χαλαζιτική, των Πλακωδών Ασβεστόλιθων του τεκτονικού καλύμματος της Πίνδου.

Τεκτονικό κάλυμμα της ζώνης Πίνδου

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί του τεκτονικού αυτού καλύμματος περιορισμένη εμφάνιση στον νομό Χανίων. Εμφανίζονται κυρίως στο βορειοδυτικό τμήμα του νομού, καθώς και στην ευρύτερη περιοχή της Παλαιόχωρας. Αποτελούνται από πελαγικούς ασβεστόλιθους με παρεμβολές κερατολίθων.

Τεκτονικό κάλυμμα της ζώνης Τρίπολης

Οι σχηματισμοί της ενότητας αυτής καταλαμβάνουν σχετικά μεγάλη έκταση στον νομό Χανίων. Είναι συνηθισμένο φαινόμενο να είναι επωθημένοι αυτοί οι σχηματισμοί, είτε στην ενότητα Ταλέα Όρη-Πλακώδεις Ασβεστόλιθοι, είτε στην ενότητα των Φυλλιτών-Χαλαζιτών. Αποτέλεσμα είναι να εμφανίζονται στην βάση τους έντονα κατακερματισμένοι λόγω τεκτονισμού. Τα χαμηλότερα στρώματα συνίστανται από δολομίτες-δολομιτικούς ασβεστόλιθους παχυστρωματώδεις μέχρι άστρωτους, έντονα τεκτονισμένους και καρστικοποιημένους, με σπηλαιώδη υφή. Το χρώμα τους κυμαίνεται από τεφρό έως τεφρόλευκο.

Στους σχηματισμούς της ενότητας των υψηλότερων στρωμάτων εμφανίζονται ασβεστόλιθοι που το χρώμα τους κυμαίνεται από μαύρο έως τεφρόμαυρο. Το πάχος των σχηματισμών είναι μέσο και συνήθως παρουσιάζουν μικρο-λατυποπαγή υφή. Χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι το έντονο ανάγλυφο και το φτωχό υδρογραφικό δίκτυο, που συμπίπτει με τεκτονικές ασυνέχειες. Εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό είναι το φαινόμενο καρστικής διάλυσης που εμφανίζεται με διάφορες μορφές, μεγέθη και σχήματα. Το πάχος της ζώνης φθάνει τις λίγες εκατοντάδες μέτρα και η ηλικία αυτής της σειράς κυμαίνεται από το Άνω Τριαδικό έως και το Άνω Κρητιδικό.

Τεκτονικό κάλυμμα της ενότητας των Φυλλιτών-Χαλαζιτών

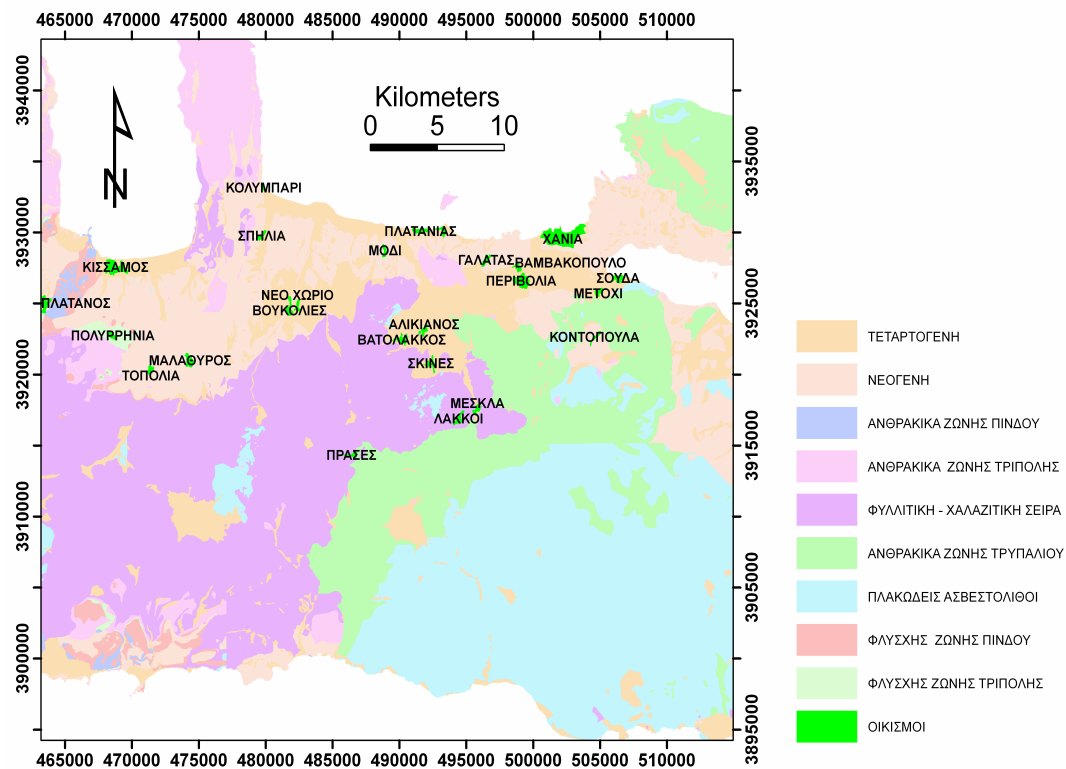
Η ενότητα αυτή καταλαμβάνει σημαντική έκταση στο δυτικό τμήμα του νομού Χανίων. Οι σχηματισμοί που συναντώνται στο τεκτονικό κάλυμμα είναι κυρίως μαρμαρυγιακοί-ανθρακικοί ασβεστόλιθοι, σερικιτικοί-χλωριτικοί φυλλίτες και χαλαζιακοί μεταψαμμίτες. Στα πετρώματα αυτά παρεμβάλλονται τόσο ποσότητες χαλαζία σημαντικού πάχους υπό μορφή φλεβών, όσο και ενστρώσεις μαύρων κρυσταλλικών κατακερματισμένων ασβεστόλιθων μικρού πάχους. Χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτής της σειράς είναι οι εμφανίσεις γύψου σε περιοχές όπως η Σούγια και η Παλαιόχωρα. Η ηλικία της ενότητας κυμαίνεται μεταξύ Περμίου και Άνω Τριαδικού, ενώ το πάχος της μπορεί και να ξεπερνάει σε ορισμένες περιπτώσεις τα 1500 μέτρα στην περιοχή της δυτικής Κρήτης.

Τεκτονικό κάλυμμα της ενότητας Τρυπαλίου

Το κάλυμμα Τρυπαλίου αποτελεί το πρώτο τεκτονικό κάλυμμα της Κρήτης. Η μεγαλύτερη ανάπτυξη του γίνεται στην περιοχή του Ομαλού των Λευκών Ορέων. Οι σχηματισμοί της ενότητας αυτής βρίσκονται επωθημένοι πάνω στην ενότητα των Πλακωδών ασβεστόλιθων. Τα πετρώματα που εμφανίζονται σε αυτή την ενότητα είναι μάρμαρα, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, δολομίτες και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι. Πιο συγκεκριμένα, στην βάση του σχηματισμού εμφανίζεται τεκτονικό λατυποπαγές με σημαντικό πάχος μερικές φορές. Στα κατώτερα πετρώματα της ενότητας επικρατούν κυψελώδεις δολομίτες. Συνήθως, αυτό το κάλυμμα περιέχει λεπτές κερατολιθικές ενστρώσεις ή βολβούς κερατολίθων γεγονός που το καθιστά όμοιο πετρογραφικά με την ενότητα Ταλέα Όρη-Πλακώδεις Ασβεστόλιθοι. Το πάχος του καλύμματος φθάνει τα 400 μέτρα, ενώ η ηλικία του σχηματισμού αυτού κυμαίνεται μεταξύ Τριαδικού και Κάτω Ιουρασικού.

Ενότητα Ταλέα Όρη-Πλακώδεις ασβεστόλιθοι

Πρόκειται κατά κανόνα για ανακρυσταλλωμένους Ασβεστόλιθους, οι οποίοι σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν υποστεί μεταμόρφωση και έχουν μετατραπεί σε μάρμαρα. Εμφανίζονται καλοστρωμένοι σε πάγκους, που το πάχος τους κυμαίνεται από μερικά εκατοστά έως και ένα μέτρο. Στα κατώτερα μέλη τους εμφανίζονται παχυστρωματώδεις, ενώ προς τα ανώτερα εξελίσσονται σε μεσοστρωματώδεις και στη συνέχεια σε λεπτοστρωματώδεις. Το χρώμα τους μπορεί να είναι από τεφρό έως και τεφρόμαυρο. Συχνά παρατηρείται εμφάνιση πυριτικού υλικού είτε με την μορφή ενστρώσεων, είτε με την μορφή φακών. Η εμφάνιση του πυριτικού υλικού στα μεσαία μέλη του σχηματισμού είναι μεγάλη, σε αντιδιαστολή με τα υπόλοιπα μέλη όπου οι παρεμβολές αυτές περιορίζονται αισθητά. Η καρστικοποίηση του σχηματισμού είναι περιορισμένη και ανομοιόμορφη. Στο φαινόμενο αυτό συμβάλλουν οι πυριτικές παρεμβολές. Το πάχος της ενότητας φθάνει τα 1200 μέτρα και η ηλικία της προσδιορίζεται στο Μέσο Ιουρασικό-Ηώκαινο [9].



Χάρτης 3.3. Γεωλογικός Χάρτης του Νομού Χανίων.

3.6. Υδρογεωλογική Επισκόπηση της Υδρολογικής Λεκάνης του Ποταμού Ταυρωνίτη

Η λεκάνη του ποταμού Ταυρωνίτη είναι μια από τις σημαντικότερες υδρολογικές λεκάνες του Νομού Χανίων. Βρίσκεται στο βόρειο κεντρικό τμήμα της επαρχίας Κυδωνίας με διεύθυνση του κύριου άξονα Βορράς-Νότος και σε μέση απόσταση από την πόλη των Χανίων 25 km περίπου.

Η περιοχή της λεκάνης περιβάλλεται εξωτερικά από τα χωριά Μάλεμε, Κυτάρισσος, Ψαθόγιαννος, Μανωλιόπουλο, Ορθούνιον, Καρές, Βούβες ενώ στις παρυφές της λεκάνης βρίσκονται τα χωριά Σίριλι, Χρυσαιγή, Νεριανά, Νέο Χωριό, Βουκολιές.

Η λεκάνη του Ταυρωνίτη έχει έκταση περίπου 130 km² και περιλαμβάνει τρεις κύριες υπολεκάνες πέμπτης τάξης (ταξινόμηση κατά Strahler): την λεκάνη του Σεμπρενιώτη (22 km²), την λεκάνη του Ρουματιανού (27 km²) και την λεκάνη του Ντεριανού (55 km²). Οι δύο πρώτες απολήγουν ανάντη των Βουκολιών. Ο

Ντεριανός εκφορτίζεται στην κατάντη κοίτη του Ταυρωνίτη, 3.5 km περίπου ανάντη της παλαιάς (παραλιακής) εθνικής οδού. Η υπόλοιπη έκταση (26 km²) αντιστοιχεί σε μικρότερες υπολεκάνες του Ταυρωνίτη.

Η υπόγεια αποστράγγιση της λεκάνης γίνεται προς βορρά και παρουσιάζεται ανεξάρτητη της υπόγειας υδροφορίας των νεογενών αποθέσεων.

Η κλίση της υπόγειας πιεζομετρικής επιφάνειας δεν είναι ίδια κατά μήκος της πεδιάδας. Στο τμήμα μεταξύ Σιρίλιου και θάλασσας είναι περί το 0,5% στο τμήμα μεταξύ Νεριανών – Βουκολιών, περί το 1,1% και τέλος στο ανάντη τμήμα ανέρχεται σε 1,7%. Η πιεζομετρία είναι άμεσα συνδεδεμένη με την τροφοδοσία από τα νερά της απορροής.

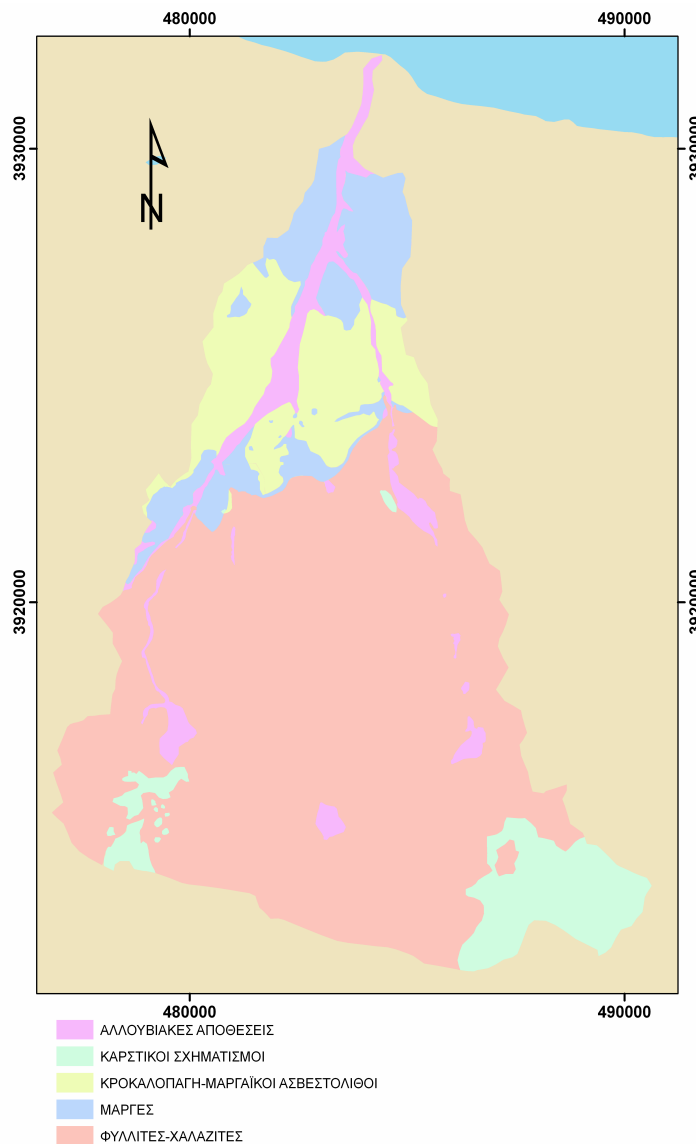
Με βάση τις παρατηρήσεις της ετήσιας διακύμανσης της υπόγειας στάθμης παρατηρείται ότι στο κατάντη τμήμα (Σιρίλι - Ταυρωνίτη) έχουμε μια πτώση περί τα 5 m μεταξύ ξηρής και υγρής περιόδου, στο τμήμα Σιρίλι-Βουκολίες κατά θέσεις 2-5 m και τέλος στο ανάντη τμήμα των Βουκολιών 0-1 m. Στο τελευταίο αυτό τμήμα παρατηρείται ροή του ποταμού όλο το χρόνο ενώ πολλά από τα πηγάδια (κατά την ξηρή περίοδο) στερεύουν.

3.7. Γεωλογική επισκόπηση της Υδρολογικής Λεκάνης του Ταυρωνίτη

Το μεγαλύτερο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνίτη, 85 km² περίπου, αναπτύσσεται σε φυλλιτικούς-χαλαζιτικούς σχηματισμούς (Χάρτης 3.4), οι οποίοι τοπικά καλύπτονται από αλλούβια και υλικά τεταρτογενών αναβαθμίδων μικρής έκτασης και πάχους. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που συναντώνται στα ανάντη νότια τμήματα της λεκάνης (Ντεριανός, Ρουματιανός) καλύπτουν 15 km². Στο κατάντη τμήμα της λεκάνης αναπτύσσονται οι νεογενείς σχηματισμοί (κυρίως μάργες) σε έκταση περίπου 25 km². Η υπόλοιπη έκταση (περίπου 5 km²) αντιστοιχεί σε τεταρτογενείς αποθέσεις αναβαθμίδων και σύγχρονων αλλουβίων, σχηματισμοί οι οποίοι καλύπτουν νεογενείς αποθέσεις και καταλαμβάνουν τα όρια της ευρύτερης κοίτης του Ταυρωνίτη (μέχρι το ύψος των Βουκολιών) και του χειμάρρου Ντεριανού. Μικρές επίσης εκτάσεις τεταρτογενών αναβαθμίδων καλύπτουν νεογενείς σχηματισμούς σε θέσεις εκτός

της κοίτης των χειμάρρων, οι οποίες δεν έχουν από μόνες τους υδρογεωλογικό ενδιαφέρον και εντάσσονται στις εκτάσεις των νεογενών.

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που αναπτύσσονται στα νότια τμήματα της λεκάνης δεν εκφορτίζονται εντός αυτής και μεταγγίζουν τα νερά τους προς διπλανές λεκάνες (Λεκάνη Ποταμού Κερίτη και Λεκάνες Νότιας Κρήτης). Μικρή επίσης εμφάνιση ανθρακικών σχηματισμών της σειράς Τρυπαλίου παρατηρείται στην περιοχή Ντερέ.



Χάρτης 3.4. Γεωλογικός Χάρτης της Λεκάνης του Ταυρωνίτη.

Στις σύγχρονες αποθέσεις της ευρύτερης κοίτης του Ταυρωνίτη αναπτύσσεται ασθενής φρεάτιος υδροφορία που εκμεταλλεύεται από σημαντικό αριθμό πηγαδιών μικρής γενικά παροχής. Το μέσο πάχος των σύγχρονων αποθέσεων είναι περί τα 12m. Το υπόβαθρο των σύγχρονων αποθέσεων ικανού πάχους αποτελούν τα μαργαϊκά στρώματα του Νεογενούς. Μόνο κατά μήκος του Ντεριανού, στο ανάντη τμήμα του, το υπόβαθρο των εκεί σύγχρονων αποθέσεων αναβαθμίδων μικρού πάχους αποτελούν οι φυλλίτες. Τα υλικά των αναβαθμίδων που αναπτύσσονται κάποια μέτρα πάνω απ' την ευρύτερη σημερινή κοίτη του ποταμού πρέπει ένα τμήμα τους, να μην συνδέεται υδραυλικά με την υδροφορία των σύγχρονων αποθέσεων της κοίτης. Στις Νεογενείς αποθέσεις συναντώνται στρώματα και παρεμβολές γύψων ικανού πάχους. Οι ενστρώσεις αυτές καθιστούν τις υδροφορίες, που αναπτύσσονται στους σχηματισμούς αυτούς, ποιοτικά υποβαθμισμένες εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε θειικά άλατα [10].

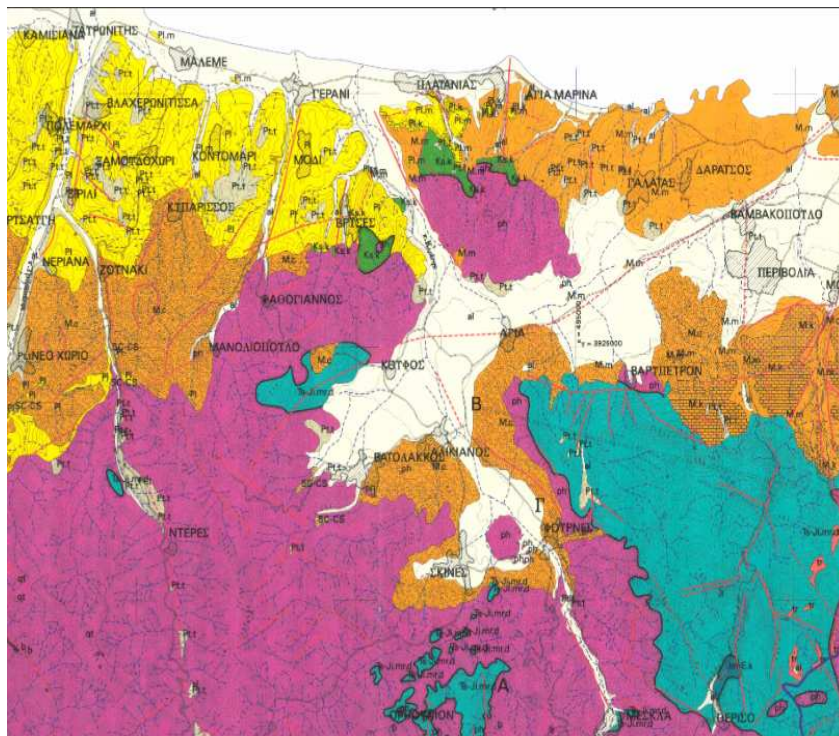
4. Ανάπτυξη του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών

Το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών το οποίο αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια της παρούσας πτυχιακής εργασίας χρησιμοποίησε ως δεδομένα τους παρακάτω αναλογικούς χάρτες και τα δελτία απογραφής.

4.1. Χαρτογραφικό υπόβαθρο

Α) Γεωλογικός Χάρτης

Ο χάρτης πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της υδρολογικής μελέτης του Κάμπου των Χανίων. Τον προμηθευτήκαμε από το Υπουργείο Γεωργίας, Τμήμα Υδρογεωλογίας – Γεωτρήσεων και Μαθηματικών Ομοιωμάτων και έχει κλίμακα 1:50.000. Από τον γεωλογικό χάρτη πήραμε πληροφορίες για τους γεωλογικούς σχηματισμούς και τα κύρια ρήγματα.

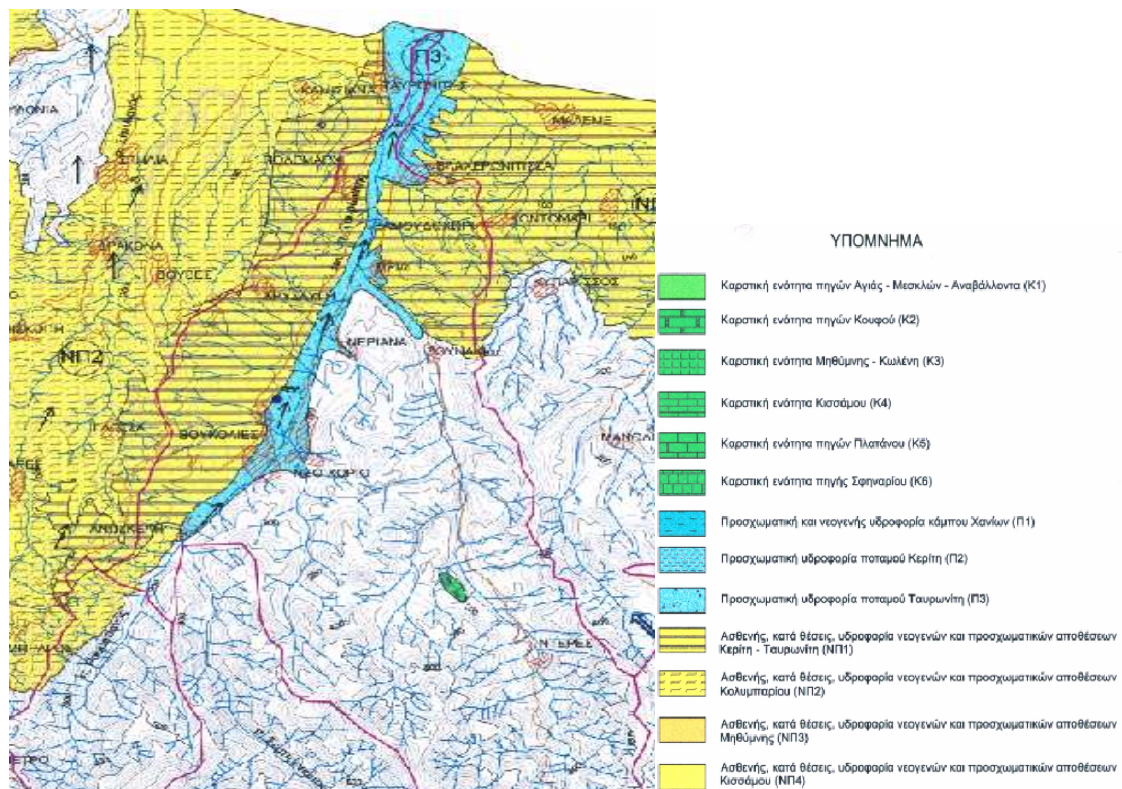


Χάρτης 4.1. Γεωλογικός Χάρτης. (Υπουργείο Γεωργίας, Τμήμα Υδρογεωλογίας – Γεωτρήσεων και Μαθηματικών Ομοιωμάτων). Κλίμακα: 1:50.000.

Γ) Υδρογεωλογικός Χάρτης

Τον Υδρογεωλογικό χάρτη τον προμηθευτήκαμε από το Υπουργείο Γεωργίας, Τμήμα Υδρογεωλογίας – Γεωτρήσεων και Μαθηματικών Ομοιωμάτων και έχει κλίμακα 1:50.000. Ο χάρτης δείχνει: 1) την ανάπτυξη αξιόλογης καρστικής υδροφορίας υποκείμενης άλλων γεωλογικών σχηματισμών, 2) ότι στις Νεογενείς αποθέσεις συναντώνται κατά θέσεις ζώνες με αξιόλογη, για τοπική χρήση, υδροφορία και 3) ότι μεγάλα τμήματα των Νεογενών αποθέσεων δεν παρουσιάζουν υδρολογικό ενδιαφέρον.

Οι πληροφορίες που πάρθηκαν από τον συγκεκριμένο χάρτη αφορούσαν το υδρογραφικό δίκτυο, τα όρια της λεκάνης του Ταυρωνίτη και των υπολεκανών του, την ακτογραμμή, τον υδροκρίτη και το οδικό δίκτυο.



Χάρτης 4.3. Υδρογεωλογικός Χάρτης. (Υπουργείο Γεωργίας, Τμήμα Υδρογεωλογίας – Γεωτρήσεων και Μαθηματικών Ομοιωμάτων) Κλίμακα: 1:50.000.

4.2. Δελτία απογραφής

Τα δελτία απογραφής πάρθηκαν από το Υπουργείο Γεωργίας, Τμήμα Υδρογεωλογίας – Γεωτρήσεων και Μαθηματικών Ομοιωμάτων. Τα δελτία αυτά αποτέλεσαν τμήμα της απογραφής του Κάμπου των Χανίων και τα δεδομένα τους εισήχθησαν στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών για την περαιτέρω δημιουργία χαρτών. Στη διάθεση μας είχαμε δελτία για τις πηγές, τις γεωτρήσεις και τα φρέατα. Ενδεικτικά παραδείγματα φαίνονται παρακάτω.

A. Δελτία απογραφής Πηγών

Χρησιμοποιήθηκαν 55 δελτία απογραφής πηγών από τα οποία πήραμε στοιχεία για:

- Το απόλυτο υψόμετρο (δείχνει πόσα μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας είναι η ελεύθερη στάθμη του νερού)
- Τον τύπο της πηγής (αν είναι επαφής, υπερπλήρωσης, παράκτια ή υποθαλάσσια)
- Τη μορφή εκφόρτισης (αν είναι καθορισμένη, μετωπική, διάχυτη ή μετατοπισμένη)
- Τις συνθήκες λειτουργίας (αν είναι μόνιμη, εποχιακή ή διαλείπουσα)
- Τα γεωλογικά στοιχεία και σκαριφήματα τομής (λιθολογική περιγραφή)
- Την ηλεκτρική αγωγιμότητα (η ικανότητα ενός υλικού να διαρρέετε από ηλεκτρικό ρεύμα)
- Την παροχή (πόσο νερό μπορούμε να αντλήσουμε από την πηγή)
- Το TDS, το S και το T (τα διαλυμένα αιωρούμενα σωματίδια, την αγωγιμότητα και την θερμοκρασία)
- Τις παρατηρήσεις (π.χ. μέσα από ποιους γεωλογικούς σχηματισμούς εκδηλώνεται η πηγή)

Attributes of springs										
ΤΥΠ ΠΗΓΗΣ	ΜΟΡΦ ΕΚΦ	ΣΥΝΘ ΛΕΙΤ	ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣ	Z	ΠΑΡΟΧΗ	ΗΛ ΑΓΩΓ	TDS	S	T
Επαιφής	Μέτωπο	Εποχιακή	Άμμοι και λατύπες - Αργιλικές αποθέσεις	Εκδήλωση πηγής μέσα από σύγχρονες αποθέσεις	0	98	317	266	0	13
Επαιφής	Μέτωπο	Εποχιακή	Άμμοι και λατύπες - Αργιλικές αποθέσεις	Εκδήλωση πηγής μέσα από σύγχρονες αποθέσεις	0	3	800	720	0,1	0
Επαιφής	Μέτωπο	Εποχιακή	Άμμοι και λατύπες - Αργιλικές αποθέσεις	Εκδήλωση πηγής μέσα από σύγχρονες αποθέσεις	53,02	0	1010	940	0,8	0
Επαιφής	Μέτωπο	Εποχιακή	Άμμοι και λατύπες - Αργιλικές αποθέσεις	Εκδήλωση πηγής μέσα από σύγχρονες αποθέσεις	53,25	2	517	462	0	16,1
Επαιφής	Μέτωπο	Εποχιακή	Άμμοι και λατύπες - Αργιλικές αποθέσεις	Εκδήλωση πηγής μέσα από σύγχρονες αποθέσεις	52,96	1	1035	907	0,2	0
Επαιφής	Μέτωπο	Εποχιακή	Άμμοι και λατύπες - Αργιλικές αποθέσεις	Εκδήλωση πηγής μέσα από σύγχρονες αποθέσεις	52,99	20	990	872	0,2	0
Επαιφής	Μέτωπο	Εποχιακή	Άμμοι και λατύπες - Αργιλικές αποθέσεις	Εκδήλωση πηγής μέσα από σύγχρονες αποθέσεις	52,06	0,5	970	890	0	17,7
Υπερπλήρωσης	Μέτωπο	Μόνιμη	Σύγχρονες αποθέσεις - Σχηματισμός Τρυπαλιού	Εμφάνιση ροής πηγών Κοιμού	51,93	3	2320	2000	1	0
Επαιφής-Υπερπλήρωσης	Μέτωπο	Μόνιμη	Φυλλίτες - Σχηματισμός Τρυπαλιού	Εκδήλωση πηγών μέσα από ασβεστόλιθους	223,52	788	270	111	0	12,8
Επαιφής	Καθαρισμένη	Μόνιμη	Αποσπασμένοι μονόδους φυλλιών - Φυλλίτες	Εκδήλωση πηγών μέσα από φυλλίτες	621,13	20	248	0	0	0
Επαιφής-Υπερπλήρωσης	Καθαρισμένη	Εποχιακή	Αποθέσεις κοίτης - Σχηματισμός Τρυπαλιού	Εκδήλωση πηγής μέσα από αποθέσεις κοίτης	136,12	10	457	178	0	17,8
Επαιφής-Υπερπλήρωσης	Καθαρισμένη	Εποχιακή	Αποθέσεις κοίτης - Σχηματισμός Τρυπαλιού	Εκδήλωση πηγής μέσα από αποθέσεις κοίτης	137,01	8	460	181	0	18
Επαιφής-Υπερπλήρωσης	Καθαρισμένη	Εποχιακή	Υλικά κοίτης - Νεογενή - Σχηματισμός Τρυπαλιού	Εκδήλωση πηγής μέσα από αποθέσεις κοίτης	121,64	5	473	194	0	18
Επαιφής	Καθαρισμένη	Μόνιμη	Νεογενή - Μάργες, Ψαμίτες	Εκδήλωση πηγής μέσα από νεογενείς σχηματισμούς	116,85	9,5	385	158	0	22,2
Επαιφής	Καθαρισμένη	Μόνιμη	Πλευρικά κορήματα - Νεογενή - Μάργες, Ψαμίτες	Εκδήλωση πηγής μέσα από προσχώσεις του ρεύματος	89,04	4,8	468	191	0	16,6
Επαιφής	Καθαρισμένη	Μόνιμη	Πλευρικά κορήματα - Νεογενή - Μάργες, Ψαμίτες	Εκδήλωση πηγής μέσα από νεογενείς σχηματισμούς	101,36	10	378	154	0	19,5
Επαιφής	Καθαρισμένη	Μόνιμη	Νεογενή - Μάργες, Ψαμίτες	Εκδήλωση πηγής μέσα από νεογενείς σχηματισμούς	76,93	2	438	180	0	18,4
Επαιφής	Καθαρισμένη	Μόνιμη	Κροκαλοπαγή - Μάργες	Εκδήλωση πηγής μέσα από κροκαλοπαγή σχηματισμούς	114,87	2,6	0	0	0	0

Πίνακας 4.1. Ο πίνακας περιλαμβάνει τα στοιχεία που πάρθηκαν από τις πηγές.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
Γ.Ν. Δ.Μ.Η.Ε.Ε. & Γ.Δ.
Δ.Ν.Σ. ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ - ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ,
ΓΕΩΤΡ. & ΜΑΘ. ΟΜΤΩΝ

Α/Α: Π18

ΑΡΙΘΜ. ΕΡΓΟΥ: ΚΑ 9481721

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΜΠΟΥ ΧΑΝΙΩΝ

ΔΕΛΤΙΟ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ ΠΗΓΗΣ

Όνομασία: *Κωλένη Α* Ιδιοκτήτης: *Δημόσιο*
 Δήμος: *Μηθύμιος* Χάρτης: *Αρ.Σχ. 9.1 και 9.2/ 1:20000*
 Δημ. διαμέρισμα: *Δραπανιάς* Χ= Ψ=
 Τοποθεσία: *Κωλένη* Απόλυτο Ύψομετρο (Z): *12.96*

ΤΥΠΟΣ ΠΗΓΗΣ **ΜΟΡΦΗ ΕΚΦΟΡΤΙΣΗΣ** **ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

Επαιφής Καθαρισμένη Μόνιμη
 Υπερπλήρωσης Μέτωπο Εποχιακή
 Παράκτια Διάχυτη Διαλεκτισμός
 Υποθαλάσσια Μετασπομένη

Άλλα, δευτερογενής από μεταγγισή Δυνατότητα μέτρησης παροχής: όχι

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ

Υδρομόσχευση Άρδευση έκταση (στρέμματα):
 Σιλεκτήρια Είδος καλλιέργειας:
 Αγρός Υδροση (κάσκα):
 Ανάληψη Κτηνοτροφία Είδος (κεφάλια):
 Ανεκμετάλλευτη Ιαματική
 Παροχή κατ' εκτίμηση: *80 m³/h* Άλλη χρήση:
 Ηλεκτρ. Ανάγμιος: *571.00 μh* 1. Μόνιμη χρήση 2. Περιοδική χρήση 3. Ευκαιριακή χρήση

ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΤΟΜΗΣ

Αποθέσεις κοίτης Ασβεστολιθικά λατυποπαγή
 Μάργες, ψαμίτες Ασβεστόλιθοι - Κερατόλιθοι Πίνδου
 Φυλλίτες

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:
 TDS = 514 S = 0,0 mg/l
 Θερμοκρασία 16,3 C
 Εκδήλωση πηγών μέσα από προσχώσεις

Χανιά 13/05/1998
 Ο Απογραφτής
 Μ. Λιανός - Β. Πετρίδης

Εικόνα 4.1. Παράδειγμα δελτίου απογραφής πηγής.

B. Δελτίο απογραφής Φρεάτος

Χρησιμοποιήθηκαν 284 δελτία απογραφής φρεάτων από τα οποία πήραμε στοιχεία για:

- Τον Δήμο (σε ποιόν Δήμο ανήκει η περιοχή όπου βρίσκεται το φρεάτιο)
- Το Δημοτικό διαμέρισμα (σε ποιο Δημοτικό διαμέρισμα ανήκει η περιοχή όπου βρίσκεται το φρεάτιο)
- Την περιοχή (σε ποια περιοχή βρίσκεται το φρεάτιο)
- Την τοποθεσία (σε ποιο μέρος ακριβώς βρίσκεται το φρεάτιο)
- Τον ιδιοκτήτη (αν το φρεάτιο βρίσκεται μέσα σε κάποιο χωράφι, ποιος είναι ο ιδιοκτήτης του χωραφιού)
- Το απόλυτο υψόμετρο (δείχνει πόσα μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας είναι η ελεύθερη στάθμη του νερού)
- Τα στοιχεία χρήσης (αν είναι σε χρήση, ανεκμετάλλευτο ή εγκαταλελειμμένο)
- Την παροχή (η ποσότητα του νερού που μπορούμε να αντλήσουμε από το φρεάτιο)
- Τη γεωλογική τομή (το βάθος τομής και η λιθολογική περιγραφή)
- Το βάθος και το απόλυτο υψόμετρο της στάθμης του ύδατος (στα πόσα μέτρα από την επιφάνεια του νερού θα βρούμε την ελεύθερη στάθμη του νερού και στα πόσα μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας είναι η ελεύθερη στάθμη του νερού)
- Το TDS και το S (τα διαλυμένα αιωρούμενα σωματίδια και την αγωγιμότητα)
- Τις παρατηρήσεις (π.χ. αν η αντλία ήταν φορητή ή αν το φρεάτιο ήταν σφραγισμένο)

Attributes of rigada										
ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ	Z	ΔΗΜΟΣ	ΔΗΜ. ΔΙΑΜ.	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΧΡΗΣΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣ	S	TDS
Νεογενή	0	Κισσάμου	Γραμβούσας		Τράχηλος	Μαργαριτάκης	Εγκ		0	650
Νεογενή	0	Κισσάμου	Γραμβούσας		Τράχηλος	Μαργαριτάκης	Εγκ		0	650
Προχώσεις	0	Φερίσου	Περίβόλια		Αναβάλλοντος	Καπτενεκάκης	A		0,2	348
Προχώσεις	58,55	Βουκολίων	Νεριανών	Ταυρωνίτης	Χρυσουγής	Κοινότητα	A	Βρίσκεται στην πρώτη αναβαθμίδα του ποταμου	0	201
Νεογενή	0	Κολυμπαρίου	Κολυμπάρι		Μαραθοκέφαλα	Μητρόπολη Κισσάμ	Ανακμ		0	0
Νεογενή	0	Κολυμπαρίου	Σπηλιά		Μαραθοκέφαλα	Κοινότητα	Εγκ	Η στάθμη επηρεάζεται από την άντληση της Γ10	0	0
Νεογενή	0	Κολυμπαρίου	Σπηλιά		Μαραθοκέφαλα	Κοινότητα	Εγκ	Δεν έχει στάθμη λόγω της άντλησης της Γ109	0	0
Νεογενή	123,46	Κολυμπαρίου	Σπηλιά	Μαραθοκέφαλο	Μαραθοκέφαλα	Κοινότητα	Εγκ	Η στάθμη επηρεάζεται από την άντληση της Γ10	0	0
Αποθέσεις κοίτης-	33,27	Κολυμπαρίου	Σπηλιά	Σπηλιά	Σπηλιά	Σφακιανιάκης	A		0	0
Προχώσεις	111,68	Βουκολίων	Βουκολίων	Βουκολιές	Ταυρωνίτης	Μαμιδάκης	A		0	0
	0	Βουκολίων	Βουκολίων	Βουκολιές	Ταυρωνίτης	Καλατζάκης	A		0	0
	0	Βουκολίων	Βουκολίων	Βουκολίων	Ταυρωνίτης	Ιδιωτικό	Εγκ		0	0
Προχώσεις	115,13	Βουκολίων	Βουκολίων	Ταυρωνίτης	Ταυρωνίτης	Χριστουδουλάκης Ν.	A		0	0
Προχώσεις	113,68	Βουκολίων	Βουκολίων	Ταυρωνίτης	Ταυρωνίτης	ΟΑΔΥΚ	A		0	0
Προχώσεις	0	Βουκολίων	Βουκολίων		Ταυρωνίτης	Ιδιωτικό	Εγκ		0	0
Προχώσεις	108,97	Βουκολίων	Βουκολίων	Βουκολιές	Ταυρωνίτης	Χριστουδουλάκης Ν.	A		0	0
Προχώσεις	107,07	Βουκολίων	Βουκολίων	Βουκολιές	Ταυρωνίτης	Κοινότητα	A		0	0
Προχώσεις	100,95	Βουκολίων	Βουκολίων	Βουκολιές	Ταυρωνίτης	Λεδάκης	Εγκ		0	0

Πίνακας 4.2. Ο πίνακας περιλαμβάνει τα στοιχεία που πάρθηκαν από τα φρέατα.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΓΕΝ. ΔΙΕΥΘ. Ε.Ε. & Γ.Δ.
ΔΙΕΥΘ. ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ - ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ,
ΓΕΩΤΡ. & ΜΑΘ. ΟΜ/ΤΩΝ

Α/Α: Φ68
ΑΡΙΘΜ. ΕΡΓΟΥ: ΚΑ 9481721

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΜΠΟΥ ΧΑΝΙΩΝ

ΔΕΛΤΙΟ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ ΦΡΕΑΤΟΣ

Δήμος:	Κολυμπαρίου	Χάρτης - Αρ. Σχ. 9.1 και 9.2 / 1.20000
Δημοτικό Διαμέρισμα:	Σπηλιά	X= Ψ=
Τοποθεσία:	Σπηλιά	Απολ. Υψομ. Ρεπερ. (Z): 33,27
Όνομα Ιδιοκτήτη:	Σφακιανιάκης	Χρονολογία κατασκευής:

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Βάθος: 9,5 μ. **ΑΝΤΛΙΑ** (ναι - όχι) (ναι - όχι)
 Διάμετρος: 2 μ. 2 1. ΠΟΜΟΝΑ 2. ΥΠΟΒΥΘΙΑ 3. ΑΛΗΗ φ=3"
ΕΠΕΝΔΥΣΗ: (ναι - όχι) (ναι - όχι) Α Δ Β Α ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗ Β. ΠΕΤΡΙΝΟΚΗΤΗ Γ. ΑΛΛΗ
 1. ΛΗΘΑΙΟΜΗ 2. ΤΟΥΒΛΑ 3. ΣΚΥΡΩΜΑ 4. Βάθος τοποθέτησης: μ

Δυνατότητα μέτρησης στάθμης: (ναι - όχι)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ		ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ	
Σε χρήση:	<input checked="" type="checkbox"/> Άρδευση <input checked="" type="checkbox"/>	ΒΑΣΟΣ-ΣΚΑΡΙΦΙΜΑ	ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Ανεκαταλλεπτό:	<input type="checkbox"/> Υδροεση	μ	μ
Εγκαταλελειμένο:	<input type="checkbox"/> Άλλη χρήση:		Αποθέσεις κοίτης κροκάλες Μαρμαράκι υλικό Χαλίκια
Αντιλαμβανόμενη παροχή:	40,0 m ³ /h		
Άρδευόμενη επιφάνεια:	30 στρέμματα		
Είδος καλλιέργειας:	Ελασκήσιμα		
Εκτίμηση ετήσιας αντιλ. ποσότητας νερού:	m ³		
Είδος υδροφόρου:			

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΠΕΡΘΡΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΑΤΟΣ		ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ		ΧΗΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
	ΒΑΣΟΣ	ΑΠ. ΥΨΟΜ.	ΑΕΡΑ	ΝΕΡΟΥ	CL -	ΗΛ. ΑΓ.
	μ	μ	°C	°C	mg/l	μs
21/8/1998	6,97*	26,30*				
23/4/1999	6,49	26,78				
28/4/1999	2,56	30,71				
19/10/1999	6,62	26,65				
21/4/2000	2,89	30,38			106,3	1500

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

Χανιά 21/8/1998
Ο Απογραφέας
Μ. Λιονής-Κ. Παυλόπουλος

Εικόνα 4.2. Παράδειγμα δελτίου απογραφής φρέατος.

Γ. Γεωτρήσεων

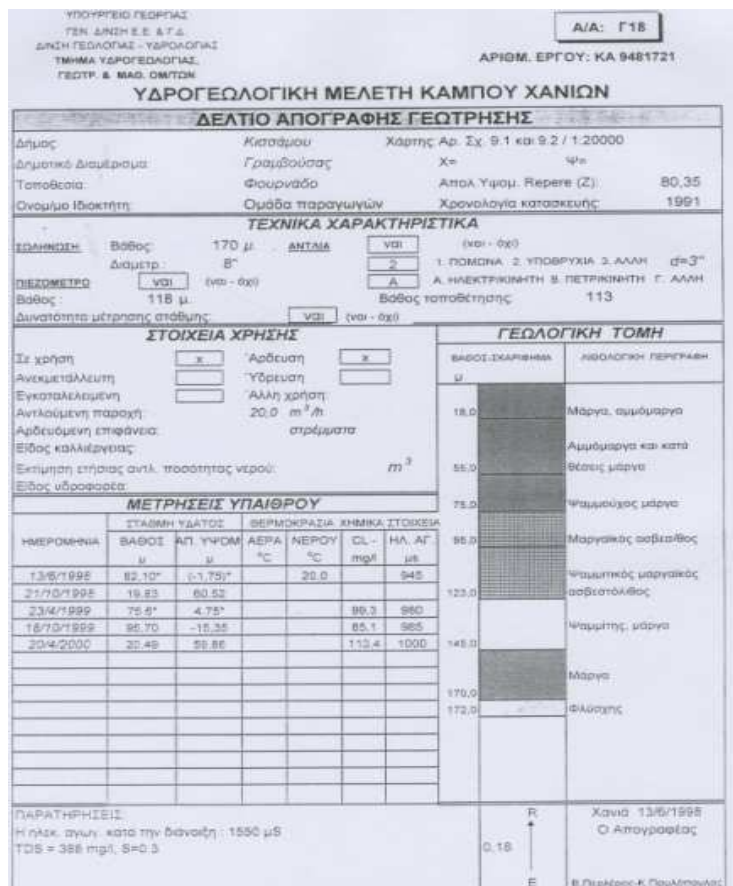
Χρησιμοποιήθηκαν 274 δελτία απογραφής γεωτρήσεων από τα οποία πήραμε στοιχεία για:

- Τον Δήμο (σε ποιόν Δήμο ανήκει η περιοχή όπου έγινε η γεώτρηση)
- Το Δημοτικό διαμέρισμα (σε ποιο Δημοτικό διαμέρισμα ανήκει η περιοχή όπου έγινε η γεώτρηση)
- Την τοποθεσία (σε ποιο μέρος ακριβώς έγινε η γεώτρηση)
- Τον ιδιοκτήτη (αν η γεώτρηση έγινε μέσα σε κάποιο χωράφι, ποιος είναι ο ιδιοκτήτης του χωραφιού)
- Το απόλυτο υψόμετρο (δείχνει πόσα μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας είναι η ελεύθερη στάθμη του νερού)
- Τα στοιχεία χρήσης (αν είναι σε χρήση, ανεκμετάλλευτη ή εγκαταλελειμμένη)
- Την παροχή (η ποσότητα του νερού που μπορούμε να αντλήσουμε από την γεώτρηση)
- Τη γεωλογική τομή (το βάθος της τομής και η λιθολογική περιγραφή)
- Το βάθος και το απόλυτο υψόμετρο της στάθμης του ύδατος (στα πόσα μέτρα από την επιφάνεια του νερού θα βρούμε την ελεύθερη στάθμη του νερού και στα πόσα μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας είναι η ελεύθερη στάθμη του νερού)
- Το TDS και το S (τα διαλυμένα αιωρούμενα σωματίδια και την αγωγιμότητα)
- Τις παρατηρήσεις (π.χ. αν κατά την απογραφή η γεώτρηση βρισκόταν υπό κατασκευή ή αν η απογραφή ήταν αποτυχούσα λόγω του ότι δεν βρέθηκαν υδροφόρα στρώματα)

Attributes of DRILLS

ΔΗΜΟΣ	ΔΗΜ. ΔΙΑΜ.	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ	ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ	ΑΠ_ΥΨ	ΒΑΘΟΣ	Z	ΠΑΡΟΧΗ	TDS	S	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ
Κισσάμου	Γραμβούσας	Κάμπος	Βλαστιάς Γ.	Εναλλαγές μαργαίτου ασβεστόλιθου, μάρμα, μαμμή και ψα	0	157	0	30	0	2,8	
Κισσάμου	Γραμβούσας	Κάμπος	Σταματιάκη-Φουρναριάτη		7,51	50	7,51	16	1246	1,4	
Κισσάμου	Γραμβούσας	Κάμπος-Δεξαμενή	Ομάδα παραγωγών	Μάρμα-Μαργαίτος ασβεστόλιθος και γύψος	0	72	0	30	1088	1,1	
Ε.Βενιζέλου	Μουρνιών	Χάϊδερ Αγιά	Ποντικάκης	Εναλλαγές αργίλων κροκόλιαν, αμμογών αργίλων-Ψαμμί	0	132	0	55	476	0,3	
Κολυμπαρίου	Κολυμπαρίου	Γριμπιλιάνα	Δήμος	Μάρμα, ασβεστόλιθος-Αργίλομαργα-Κροκαλοπαγές-Γυλίλι	69,27	136	69,27	100	1016	0,3	
Κισσάμου	Γραμβούσας	Λαγουδιανά	Ομάδα 20 παραγωγών	Νεογενή-Ασβεστόλιθος	199,6	180	199,6	0	0	0,3	
Κισσάμου	Γραμβούσας	Φουρνάδο	Ομάδα παραγωγών	Μάρμα, Αμμόμαργα-Αμμόμαργα-Ψαμμογόνος μάρμα-Ψαμμο	80,35	170	80,35	20	388	0,3	
Κισσάμου	Γραμβούσας	Κάμπος	Καστανάκης Στυλ.	Μαργαίτος ασβεστόλιθος-Μάρμα-Ψαμμογόνος μαργαίτος ασ	0	130	0	10	446	0,3	
Κισσάμου	Γραμβούσας	Κάμπος	Σοφουλιάκης	Εναλλαγές φαιός μάρμα, μαργαίτου ψαμμίτη-Αμμογόνος φα	23,79	120	23,79	30	402	0,3	
Κισσάμου	Κουκουνάρα	Χαρχαλιανά	Νικολακάκη	Εναλλαγές μαργών, μαμμάτων και μαργαίτων ασβεστολιθω	0	140	0	50	432	0,3	
Κολυμπαρίου	Ναχιά	Κάμπος	Κονόητη		0	120	0	130	434	0,3	
Κισσάμου	Λουσακίες	Ταμπαρανά	Δημοσική	Ασβεστόλιθος Πίνδου με παρεμβολές χαλαζιτών, τυριολιθ	188,65	116	188,65	90	0	0,2	
Κισσάμου	Κουκουνάρα	Χαρχαλιανά	Κονόητη		115,87	85	115,87	70	0	0,2	
Κολυμπαρίου	Κολυμπαρίου	Μελισσομαγιά	Κονόητη	Άργιλος-Χαλίλα-Άμμος	0	70	0	40	379	0,2	
Ε.Βενιζέλου	Νεροκούρου	Αγ. Σαράντα	ΟΑΔΥΚ		0	110	0	120	265	0,1	
Κισσάμου	Γραμβούσας	Καρεφικιανά	Καστανοπουλιάκη	Ασβεστόλιθος	124,61	130	124,61	30	338	0,1	
Κισσάμου	Γραμβούσας	Αξωνόρας	Κονόητη	Μάρμα-Ψαμμίτης-Δολομιτικός ασβεστόλιθος	0	152	0	30	301	0,1	
Κισσάμου	Κισσάμου	Κρύα Βρύση	Δήμος Κισσάμου		0	60	0	60	299	0,1	

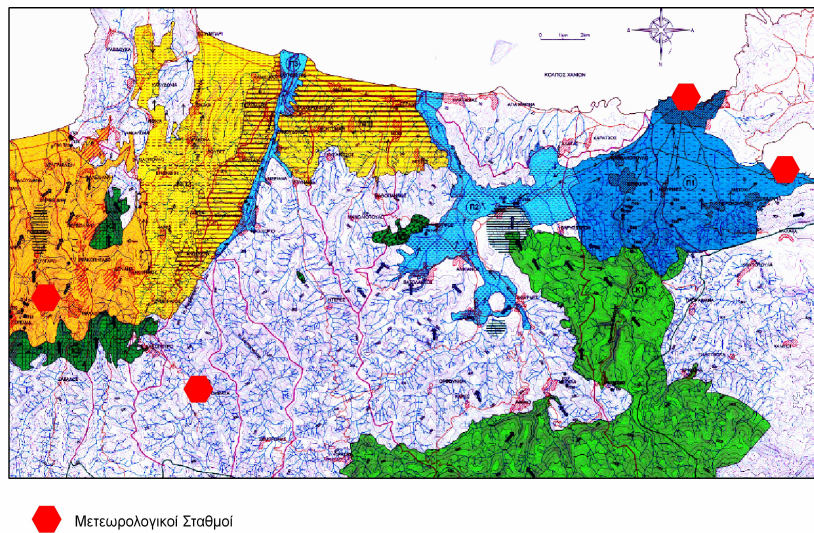
Πίνακας 4.3. Ο πίνακας περιλαμβάνει τα στοιχεία που πάρθηκαν από τις γεωτρήσεις.



Εικόνα 4.3. Παράδειγμα δελτίου απογραφής γεώτρησης.

4.3. Βροχομετρικά Στοιχεία

Τα βροχομετρικά στοιχεία πάρθηκαν από το Τμήμα Υδρογεωλογίας της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και χρησιμοποιήθηκαν για την χρονική περίοδο 1974-2001. Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν τέσσερις μετεωρολογικοί σταθμοί (Χάρτης 4.6) από τους οποίους οι τρεις βρίσκονται πλησίον της λεκάνης του Ταυρωνίτη (σταθμός Χανίων, Σούδας και Μουριών) και ο ένας εντός της λεκάνης (σταθμός Παλαιών Ρουμάτων).



Χάρτης 4.6. Απεικόνιση των τεσσάρων μετεωρολογικών σταθμών στα Χανιά.

Για τους συγκεκριμένους σταθμούς χρησιμοποιήθηκαν και εισήχθησαν στο ΓΣΠ τα στοιχεία που αφορούν:

- Το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού
- Το γεωγραφικό μήκος του σταθμού
- Το ύψος του βαρομέτρου
- Το μηνιαίο ύψος του υετού.

ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Π ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ												
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ Β 35° 30'						ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ Α 24° 02'						
ΣΤΑΘΜΟΣ : ΧΑΝΙΑ												
ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΤΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΥ 62 m												
ΜΜΟ Νο 16747												
ΜΕΤΕΩΡ. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ : ΜΗΝΙΑΙΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ σε χιλιοστά												
ΕΤΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
1931	68,7	97,7	23,4	23,5	42,9					26,4	156,1	19,2
1932	126,9	69,7	52,4	3,7	4,7					2,4	82,8	64,8
1933	99,2	67,5	24,7	30,9	5,4	1		1,7		9,9	27,6	187,7
1934	131,7	76,2	23,2	18,6	0,5						90,4	1,7
1935	106	147,4	91,1	0,7	8,9				7,9	9,1	24,4	18,5
1936	52,4	40,1	29,4	15,8	31,8	36,7	17,8		9,6	72,8	92,3	127,7
1937	89,7	69,9	12,5	25,8	27,7			2		6	260	108,1
1938	224,8	115,3	84,8	81,3	8,8				36	27,1	55,9	111
1939	92,2	97,2	126,3	15,8	15,3	8,5	0,2		16,9	26,1	83,7	93
1940	140,5	69,8	81,9	257	20,2	9		1,4		37,1	63,3	293,6
1941												
1942												
1943												
1944												
1945	247,1	237,2	28,5					80,8	7	31,6	112,6	75,7
1946		89,2	68,3	13,6	3,8	5,4			1,8	85,5	61,1	290,5
1947	235,4	38,7	4	93,7	0,4	6,3	0,2	0,1	28,6	42,8	104,4	63,3
1948	64,9	79	80,3	27	5,9	0,4	0,1			37	143,5	166
1949	195,8	318,2	7,4	35,3	3,6	1,5	1,7		4,2	51,7	40,6	112,1
1950	180,6	11,7	125,4	83,7	87,4	9,5			29,9	23,9	11,9	56
1951	77,5	29,6	70,1	3,3	13,6			1,1	33,2	209,3	105,3	145,1
1952	81,5	114	73,5	0,3	37,8				13,8	4,6	105,9	52,2
1953	165,8	43,5	149,8	6,6	23,7	1,5			4,3	29,8	279,9	120,3
1954	197,3	91,7	221	58,7	2,7				0,7	278,2	149,3	172,4
1955	66	22,9	81,3	25,1	3,8			2,3	105,4	49	133,5	124,1
1956	73,7	278,7	104,9		18,7				3,5	34,7	6,3	87,2
1957	315,4	11,7	126,5	33,1	27,3	4,6	0,4		19,1	117,5	34,9	127
1958	93,6	6,9	45,9	16,3	4	4,2	0,2		45,1	55,8	82,5	168,8
1959	160,6	81,7	31,5	49,4	5,4	0,3	2		0,6	65,4	33,8	74,2

Πίνακας 4.4. Βροχομετρικά στοιχεία από τον μετεωρολογικό σταθμό Χανίων.

ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Π ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ												
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ Β 35° 33'						ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ Α 24° 07'						
ΣΤΑΘΜΟΣ : ΣΟΥΔΑ												
ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΤΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΥ 152 m												
ΜΜΟ Νο 16746												
ΜΕΤΕΩΡ. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ : ΜΗΝΙΑΙΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ σε χιλιοστά												
ΕΤΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
1959	161,3	67,8	30,6	63,6	9,7	5,8	1,5		1,3	71,5	55,4	97,4
1960	158	34,8	150,5	124,1	13,5	15,7			10,3	2,2	41,1	50,9
1961	95,3	196	49	4,9	10,3	15,4			0,2	167,6	5,1	160,8
1962	119,8	128,3	7,5	4,5	36,5	1,5			24,8	229,5	12,2	153,3
1963	171,3	188,9	138,3	64,4	41,4	0,3				163,4	25,8	43,1
1964	207,5	69,2	60,4	23,8	14,3	19,1			12,8	4,8	38	65,4
1965	195,3	144	139,4	60,2	11,4	11,6				2,6	11,9	58,2
1966	166,4	10,7	115,2	28,5	24,6	26,7			94,8	8,3	34,4	92,9
1967	147,4	129,2	133,3	49,5	9,8				0,6	215,4	39,6	208,3
1968	190,8	211,1	31,7	5,2	5,2	10		4	7,1	114,7	17,3	83,5
1969	180,7	26,9	109	52,7	11,1	0,1			0,3	8,6	14,4	128,7
1970	85	59,2	38	36	9,6	1,3			51,8	82,7	67,5	36,3
1971	268	268,1	52,4	34,7	2,1	0,4		2,8	22,6	43,5	100,1	28
1972	61,9	61,4	68,4	18,9	14,9			3,9	2	187,2	66,7	101,9
1973	120,5	98,5	51,5	58,3			1,2			135,8	7,4	27,9
1974	162,4	71,7	92,5	3	2,1			0,7	51	19,7	123,6	108,5
1975	177,4	166,2	15	33,5	2,4	8,2				117	132,6	179,6
1976	239,2	136,1	274,5	49,3	9,2	2,8			5	63,4	68	69,6
1977		31	54,7	54,6	0,4		1,8			101,9	19,7	179,4
1978	140,6	65,5	116,1	20,5	2,2				34,3	51,3	21,4	57,6
1979	99,9	135,8	110,3	34,2	47,8	14,9			0,8	116,5	124,6	132,6
1980	95,1	202,1	46,9	27,5	2,3			3,6	2,6	105,8	16,3	100,5
1981	616,1	137,4	22,7	20,1	4,7					5,3	149,2	65,6
1982	72,5	209,5	101,6	44,6	46,9			2,9		14,3	35,2	132
1983	63	81,4	60,7	25,8	10,5	20,6	11,7		13,1	209,2	148,7	39,6
1984	97	231	80,8	69,1	1,5		25			21,2	184,2	152,3
1985	119,8	29,4	46,3	13,6	6,4					65,6	25,9	53,3
1986	61,2	65,9	21,8	0,4	34,4	3,9			115,5	62,6	86,8	100,3
1987	77,4	66,4	97,2	97,2	1,1					16,8	62,3	76,1

Πίνακας 4.5. Βροχομετρικά στοιχεία από τον μετεωρολογικό σταθμό Σούδας.

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΕΓΓ. ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ												
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ Β 35° 20'						ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ Α 24° 17'						
ΣΤΑΘΜΟΣ : ΜΟΥΡΙ ΧΑΝΙΩΝ												
ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΤΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΥ 24 m												
ΜΜΟ Νο 16745												
ΜΕΤΕΩΡ. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ : ΜΗΝΙΑΙΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ σε χιλιοστά												
ΕΤΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
1963												101,0
1964	288,5	157,5	148,0	116,2	11,5	36,0	0,0	0,0	25,0	175,0	390,0	173,0
1965	301,0	146,5	195,0	165,5	20,0	60,0	0,0	0,0	0,0	52,5	7,0	88,0
1966	111,5	28,0	128,0	9,0	23,5	13,0	0,0	0,0	85,0	30,0	226,0	117,4
1967	164,3	199,5	186,0	27,5	27,0	15,5	0,0	0,0	0,0	211,0	134,0	163,5
1968	298,5	266,0	41,5	18,5	2,5	17,5	0,0	9,0	16,0	386,0	160,0	99,0
1969	266,0	0,0	101,0	92,5	39,0	0,0	0,0	0,0	26,0	126,0	63,0	327,0
1970	211,0	176,0	10,0	29,0	13,0	0,0	0,0	0,0	104,0	96,0	142,0	132,0
1971	323,0	206,0	50,0	28,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	160,0	114,0	54,0
1972	221,7	177,6	148,7	44,0	82,0	0,0	4,4		12,5	113,9	366,5	52,1
1973	462,0	132,7	31,9	19,1	4,8	0,0	4,6	0,0	18,7	151,6	183,3	44,0
1974	158,1	190,7	138,6	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	15,5	9,1	87,3	166,5
1975	204,9	399,4	23,0	18,8	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	112,0	104,4	242,4
1976	196,1	203,1	385,3	65,1	14,1	0,0	0,0	0,0	37,7	236,7	102,4	131,7
1977	71,4	24,2	156,6	89,8	0,0	36,0	0,0	0,0	387,9	123,5	116,1	230,2
1978	288,5	73,4	127,5	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	47,2	102,9	95,4	144,5
1979	77,2	155,1	134,9	44,6	38,2	88,9	13,6	26,0	15,4	163,2	329,4	52,4
1980	159,3	237,9	93,8	47,3	2,9	0,0	0,0	16,4	18,8	50,0	6,4	163,6
1981	519,4	157,6	25,6	41,3	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	144,7	112,4
1982	111,8	370,5	138,0	75,4	52,0	3,6	0,0	42,5	0,0	5,9	20,7	153,5
1983	183,1	157,1	96,9	4,9	6,5	21,0	9,4	0,0	19,0	129,7	171,1	198,8
1984	156,8	196,4	92,6	70,3	1,5	0,0	20,6	3,5	0,0	60,5	237,1	175,9
1985	249,1	88,9	82,0	93,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,4	40,5	231,6
1986	93,4	177,3	84,6	0,0	108,0	0,0	0,0	0,0	303,6	87,8	143,6	266,2
1987	160,7	171,2	265,5	248,8	19,6	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	194,6	103,8
1988	122,8	246,7	97,7	32,0	41,6	0,0	0,0	0,0	0,0	174,1	183,6	211,2
1989	139,1	20,9	215,3	0,0	17,3	0,0	0,0	0,0	0,0	62,4	311,0	62,4
1990	118,3	79,2	0,0	24,3	0,0	25,6	0,0	12,1	137,9	120,0	74,8	179,9
1991	206,6	236,0	51,9	124,1	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	163,0	254,1	563,7

Πίνακας 4.6. Βροχομετρικά στοιχεία από τον μετεωρολογικό σταθμό του χωριού Μούρι.

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΕΓΓ. ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ		ΣΤΑΘΜΟΣ : ΠΑΛΙΑ ΡΟΥΜΑΤΑ ΧΑΝΙΩΝ		Α.Μ. 359								
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ Β 35° 24'		ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ Α 23° 47'		ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΤΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΥ 316 m								
ΜΕΤΕΩΡ. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ : ΜΗΝΙΑΙΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ σε χιλιοστά												
ΕΤΟΣ	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
1960									28,7	13,3	211,4	236,8
1961	200,7	448,4	136,4	54,3	21,2	19,8	0,0	0,0	1,8	535,2	57,1	367,6
1962	327,4	230,6	62,7	26,6	58,5	3,4	0,0	0,0	86,6	323,6	76,2	418,1
1963	338,3	205,6	215,8	57,1	33,4	20,0	0,0	0,0	0,0	248,8	97,3	63,2
1964	429,0	128,0	135,5	45,7	14,8	18,8	0,0	0,0	37,7	27,2	42,7	212,2
1965	469,4	37,0	176,0	26,6	71,0	45,0	0,0	0,0	0,0	32,0	12,0	133,0
1966	274,0	60,0	309,0	28,0	50,0	33,0	0,0	0,0	136,5	66,0	194,0	490,0
1967	288,0	171,0	380,0	100,0	20,0	8,0	0,0	0,0	30,0	215,0	110,0	475,0
1968	530,0	410,0	95,0	40,0	0,0	35,0	0,0	0,0	0,0	370,0	350,0	355,0
1969	615,0	80,0	240,0	120,0	70,0	0,0	0,0	0,0	15,0	170,0	60,0	480,0
1970	160,0	132,0	211,0	26,0	23,0	0,0	0,0	0,0	48,0	178,0	175,0	131,0
1971	485,0	448,0	108,0	50,0	10,0	1,0	4,0	5,0	36,0	56,0	152,0	75,6
1972	91,5	126,0	269,8	160,9	26,7	6,0	0,7	2,5	5,5	277,5	54,7	242,0
1973	476,5	254,0	28,7	97,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	218,5	126,7	58,8
1974	161,9	164,7	180,0	3,1	7,4	24,0	0,0	0,0	42,4	68,0	152,4	244,0
1975	322,2	280,4	49,4	37,0	15,4	22,7	0,0	0,0	1,7	24,9	188,5	247,5
1976	290,5	261,8	335,2	89,6	4,0	4,2	3,0	0,0	0,0	307,9	174,2	113,2
1977	83,2	60,6	129,2	104,4	0,0	0,0	12,0	0,0	140,4	24,8	150,6	598,0
1978	411,5	179,1	186,4	55,3	3,3	0,0	0,0	0,0	68,6	151,9	148,8	223,7
1979	177,0	224,6	123,0	45,1	37,2	76,3	5,9	0,0	11,3	80,8	350,7	345,0
1980	264,5	329,6	104,6	44,4	7,8	1,5	0,0	7,5	11,5	110,6	51,7	
1981	227,2	815,8	301,2	50,4	26,3	14,5	0,0	0,0	0,0	8,5	287,3	342,0
1982	167,5	467,8	303,9	70,2	65,5	0,0	1,0	8,3	3,3	35,3	147,7	188,4
1983	278,4	245,7	135,7	15,5	8,6	68,7	1,0	11,0	91,2	130,7	180,3	259,2
1984	157,9	351,3	99,0	90,7	2,7	0,0	1,0	0,0	0,0	15,3	366,7	236,5
1985	470,7	139,4	103,1	65,2	2,3	0,0	0,0	0,0	6,5	145,0	92,4	278,9
1986	138,0	175,4	79,0	0,0	63,5	13,6	0,0	1,0	96,5	134,7	158,8	234,5
1987	200,6	186,8	182,1	229,6	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	22,8	142,2	187,7
1988	131,9	333,3	192,2	13,5	36,2	0,0	0,0	0,0	13,2	130,1	184,7	268,1

Πίνακας 4.7. Βροχομετρικά στοιχεία από τον μετεωρολογικό σταθμό του χωριού Παλιά Ρούματα ο οποίος βρίσκεται εντός της λεκάνης του Ταυρωνίτη.

4.4. Προεπεξεργασία των Δεδομένων

Μετά το στάδιο της συλλογής και αξιολόγησης των στοιχείων, προχωράμε στην προεπεξεργασία των δεδομένων το οποίο περιείχε τη διαδικασία της σάρωσης των αναλογικών χαρτών και την γεωαναφορά τους.

4.4.1. Σάρωση Χαρτών

Σάρωση είναι η διαδικασία μετατροπής των αναλογικών χαρτών σε χάρτες ψηφιακής μορφής με υψηλή ανάλυση (600 dpi και πάνω) και μεγαλύτερη ευκρίνεια. Η σάρωση πραγματοποιήθηκε σε σαρωτή A0.

Κατόπιν οι ψηφιακής μορφής χάρτες εισήχθησαν στο λογισμικό ArcGIS με σκοπό να πραγματοποιηθεί η γεωαναφορά και η ψηφιοποίηση τους.

4.4.2. Γεωαναφορά Χαρτογραφικών Δεδομένων

Γεωαναφορά είναι η διαδικασία της αντιστοίχισης των συντεταγμένων μιας εικόνας (ενός δηλαδή ψηφιδωτού αρχείου) και ενός χαρτογραφικού συστήματος. Είναι δηλαδή η αντιστοίχιση στις γραμμές και στήλες μιας εικόνας, των X, Y συντεταγμένων.

Προκειμένου να συνδεθεί ο χάρτης με τα διανυσματικά δεδομένα, πρέπει στον χάρτη να υπάρχουν ορατές χαρακτηριστικές περιοχές των οποίων να είναι γνωστές οι συντεταγμένες. Τέτοιες χαρακτηριστικές περιοχές είναι συνήθως οι διασταυρώσεις των οδικών δικτύων, τα υδρογραφικά δίκτυα, διακριτά σημεία των ακτογραμμών, εκκλησίες ή μεγάλα κτίρια. Η λογική της γεωαναφοράς, είναι η τοποθέτηση του ψηφιδωτού αρχείου (εικόνας) στην ίδια περιοχή με τα χαρακτηριστικά αυτά σημεία τα οποία ονομάζονται σημεία ελέγχου (control points). Τα σημεία ελέγχου έχουν γνωστές συντεταγμένες X, Y οι οποίες έχουν ληφθεί είτε διαβάζοντας προσεκτικά τον αναλογικό χάρτη, είτε μετά από επίσκεψη στις θέσεις αυτές και την λήψη των συντεταγμένων τους με την χρήση ενός GPS (Global Positioning System) χειρός.

Η ακρίβεια του προσδιορισμού ενός σημείου ελέγχου στην εικόνα είναι υψηλής σημασίας για την ακρίβεια της γεωαναφοράς. Ο αριθμός των σημείων ελέγχου που απαιτείται προκειμένου να είναι επιτυχής η γεωαναφορά, είναι τουλάχιστον τέσσερα όταν αυτά είναι κατανομημένα στις τέσσερις γωνίες του χάρτη. Μεγαλύτερος αριθμός σημείων ελέγχου δεν συνεπάγεται και μεγαλύτερη ακρίβεια της γεωαναφοράς. Ο σημαντικότερος παράγοντας είναι η καλή κατανομή των σημείων ελέγχου. Εάν τα σημεία μας είναι συγκεντρωμένα σε μια μικρή περιοχή της εικόνας τότε η γεωαναφορά θα είναι ανεπιτυχής αφού στην ουσία θα έχουμε γεωαναφέρει όχι την συνολική εικόνα αλλά ένα περιορισμένο τμήμα της.

Ο βέλτιστος αριθμός των σημείων ελέγχου συνήθως είναι τέσσερα στα άκρα της εικόνας και δύο σημεία στο εσωτερικό της.

Στην παρούσα εργασία οι χαρακτηριστικές περιοχές που χρησιμοποιήθηκαν ως σημεία ελέγχου είναι σημεία της ακτογραμμής και τριγωνομετρικά σημεία της γης τα οποία πάρθηκαν από την Γ.Υ.Σ. (Γενική Υπηρεσία Στρατού).


Χρησιμοποιήθηκαν δέκα σημεία ελέγχου για όλους τους ψηφιακούς χάρτες, εκτός του υδρολογικού, τα οποία στη συνέχεια επεξεργάστηκαν με τη μέθοδο του εγγύτερου γείτονα (Nearest Neighbor) με $Rms=0,4$. Η τιμή του κάθε εικονοστοιχείου υπολογίσθηκε λαμβάνοντας υπόψη την τιμή του πιο κοντινού

εικονοστοιχείου. Η μέθοδος του εγγύτερου γείτονα αποτελεί την πιο συνηθισμένη μέθοδο επαναδειγματοληψίας, είναι η ταχύτερη των μεθόδων και κατάλληλη για θεματικά δεδομένα.


Ο υδρολογικός χάρτης χωρίστηκε σε δύο τμήματα. Για το πρώτο τμήμα χρησιμοποιήθηκαν 45 σημεία ελέγχου ενώ για το δεύτερο 60. Ο υδρολογικός χάρτης επεξεργάστηκε με τη μέθοδο της κυβικής συνέλιξης (Cubic Convolution) η οποία αποτελεί μια εναλλακτική μέθοδο επαναδειγματοληψίας κατά την οποία η τιμή που θα δοθεί στο εικονοστοιχείο υπολογίζεται από τις 16 πιο κοντινές τιμές. Είναι και αυτή κατάλληλη για συνεχή δεδομένα.

4.5. Επεξεργασία Δεδομένων

4.5.1. Εισαγωγή σημείων επίγειου ελέγχου

Αρχικά εισήχθη η ψηφιδωτή εικόνα (δηλαδή ένας-ένας οι χάρτες) προκειμένου να γεωαναφερθεί στο περιβάλλον εργασίας του ArcMap. Μετά την εισαγωγή του χάρτη και τον εντοπισμό των σημείων ελέγχου που μας ενδιαφέρουν (των οποίων οι συντεταγμένες μας είναι γνωστές), μεγεθύνουμε τον χάρτη και επιλεγούμε από την γραμμή εργαλείων Georeferencing το εργαλείο  Add Control Points (Προσθήκη Σημείων Ελέγχου) και ξεκινάει η διαδικασία εισαγωγής των σημείων ελέγχου.

4.5.2. Έλεγχος της ακρίβειας εισαγωγής των σημείων ελέγχου

Αφού εισάγουμε τις δύο πρώτες συντεταγμένες επιλέγουμε από την γραμμή εργαλείων το εργαλείο  Link Table (Συνδεόμενος Πίνακας) και εμφανίζεται ο πίνακας που περιέχει τις συντεταγμένες οι οποίες εισήχθησαν (X Map, Y Map) αλλά και τις αρχικές συντεταγμένες (X Source, Y Source) (Εικόνα 4.4).

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	507792,248582	3934143,976037	507783,846103	3934143,976037	0,00000
2	511746,550270	3906021,627067	511733,011085	3906020,879881	0,00000
3	461004,019589	3906054,364824	460982,039832	3906062,892275	0,00000

Auto Adjust Transformation: 1st Order Polynomial (Affine) Total RMS Error: 0,00000
 Load... Save... OK

Εικόνα 4.4. Μετά την εισαγωγή και του τρίτου σημείου αρχίζει η διαδικασία υπολογισμού υπολοίπου και RMS.

Όταν εισαχθούν και τα τέσσερα σημεία που αντιστοιχούν στα τέσσερα άκρα του χάρτη, ανοίγουμε πάλι το Link Table για να ελέγξουμε την ακρίβεια με την οποία επιλέξαμε στον χάρτη τα σημεία ελέγχου. Αυτό θα το διαπιστώσουμε παρατηρώντας το πεδίο Total RMS Error το οποίο δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την μονάδα.

Στην παρούσα εργασία το Total RMS ήταν 0, 4.

4.6. Ψηφιοποίηση

Η ψηφιοποίηση είναι μια διαδικασία κατά την οποία αποτυπώνονται τα χαρακτηριστικά ενός χάρτη, ο οποίος τίθεται πάνω σε έναν πίνακα ψηφιοποίησης. Ουσιαστικά, η ψηφιοποίηση μετατρέπει τα χωρικά χαρακτηριστικά ενός χάρτη (σημεία, γραμμές, επιφάνειες) σε ψηφιακή μορφή (X, Y συντεταγμένες). Πιο συγκεκριμένα, ένα μόνο ζεύγος συντεταγμένων αναπαριστά ένα σημείο, ενώ μια σειρά ζευγών συντεταγμένων αναπαριστά μια γραμμή. Μια ή περισσότερες γραμμές που οριοθετούν μια γεωγραφική περιοχή, με τη χρήση ενός σημείου ετικέτα (label point) αναπαριστούν μια επιφάνεια (πολύγωνο).

Για να ψηφιοποιηθεί ένας χάρτης επικολλάται πάνω σε έναν πίνακα ψηφιοποίησης και τα σημεία ή οι γραμμές αποτυπώνονται από τον κέρσορα ψηφιοποίησης. Τα πλήκτρα του κέρσορα πραγματοποιούν προγραμματισμένες

λειτουργίες, όπως καταγραφή σημείου ή ξεκίνημα γραμμής. Όταν ένα κουμπί του κέρσορα ενεργοποιείται, ο υπολογιστής καταγράφει την τρέχουσα θέση του συγκεκριμένου σημείου (X, Y συντεταγμένες) σε μονάδες του ψηφιοποιητή (συνήθως εκατοστά ή ίντσες). Κατόπιν αυτές μετατρέπονται σε συντεταγμένες ενός ανεξάρτητου σημείου ή ενός από τα σημεία που αποτελούν μια γραμμή ή ένα πολύγωνο.

4.6.1. Διαδικασία Ψηφιοποίησης

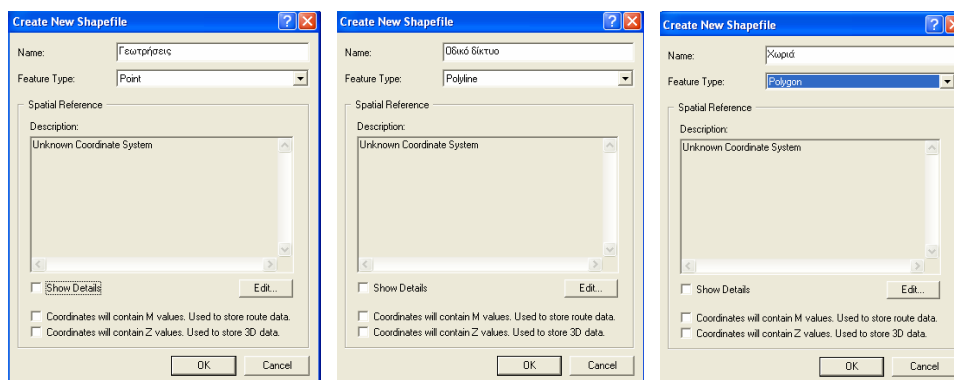
Από τις πληροφορίες των ψηφιακών χαρτών επιλέχθηκαν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά να ψηφιοποιηθούν (π.χ. οι γεωλογικοί σχηματισμοί, τα ρήγματα, οι οικισμοί, το υδρογραφικό δίκτυο, η ακτογραμμή, οι πηγές, οι γεωτρήσεις, τα φρέατα κ.τ.λ.) και δημιουργήθηκαν στο περιβάλλον του ArcCatalog τόσα νέα σχηματικά αρχεία όσα και τα χαρακτηριστικά ενδιαφέροντος, τα οποία αναφέρονται αναλυτικά στο χαρτογραφικό υπόβαθρο (Χάρτες 4.1-4.5).

Παρακάτω αναφέρονται τρία παραδείγματα επιπέδων γεωγραφικών πληροφοριών. Στα παραδείγματα αυτά περιλαμβάνονται ένα γραμμικό επίπεδο, ένα σημειακό και ένα πολυγωνικό.


Η διαδικασία έχει ως εξής:

Αρχικά τα τρία νέα επίπεδα γεωγραφικών πληροφοριών (shapefiles), δημιουργήθηκαν μέσω του ArcCatalog.

Το πρώτο επίπεδο αποτελείται από σημεία, για παράδειγμα τις «Γεωτρήσεις». Αντίστοιχα δημιουργήθηκε ένα γραμμικό επίπεδο π.χ. το «Οδικό δίκτυο» και ένα πολυγωνικό επίπεδο π.χ. τα «Χωριά» (Εικόνα 4.5).



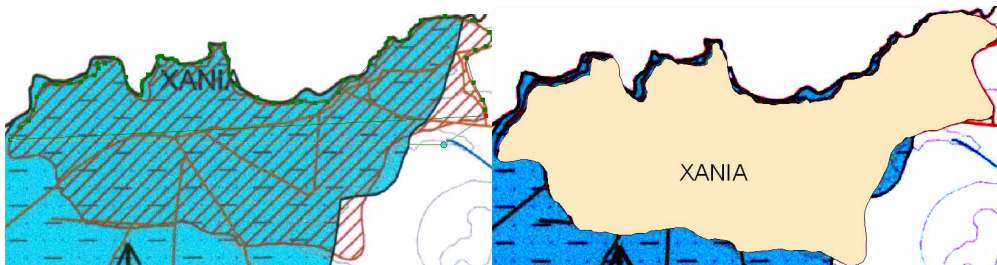
Εικόνα 4.5. Δημιουργία των τριών νέων επιπέδων γεωγραφικών πληροφοριών.

Έπειτα μέσω του εικονιδίου  (Add Data) εισήχθησαν τα τρία νέα επίπεδα και η γεωαναφερμένη εικόνα, στο περιβάλλον εργασίας του ArcMap για να ξεκινήσει η διαδικασία της ψηφιοποίησης.

Στη συνέχεια και αφού στο ενεργό πεδίο (Target) επιλέχθηκε το πολυγωνικό επίπεδο Χωριά (Εικόνα 4.6), αρχίζει η ψηφιοποίηση πάνω στον τοπογραφικό χάρτη (Εικόνα 4.7).



Εικόνα 4.6. Επιλογή του Shapefile που θέλουμε να ψηφιοποιήσουμε.



Εικόνα 4.7. Διαδικασία και αποτέλεσμα της ψηφιοποίησης του Ν. Χανίων.

Η διαδικασία της ψηφιοποίησης συνεχίζεται με το σημειακό επίπεδο «Γεωτρήσεις» με τρόπο παρόμοιο όπως το πολυγωνικό επίπεδο «Χωριά» και τέλος με το γραμμικό επίπεδο «Οδικό δίκτυο» με την μόνη διαφορά ότι εδώ προτού προχωρήσουμε στο στάδιο της ψηφιοποίησης, πρέπει να οριστεί παράμετρος σύμπτωσης (Snapping), η οποία καθορίζει την ακρίβεια των μονάδων στο χάρτη που θα «κολλήσουν» οι δύο άκρες της κλειστής γραμμής.

Για να σωθεί ο χάρτης που έχουμε παράγει (στον οποίο περιλαμβάνονται τα πολυγωνικά, τα σημειακά και τα γραμμικά στοιχεία) επιλέγουμε από το μενού File την εντολή Save as για να σωθούν τα επιμέρους επίπεδα με τη μορφή ολοκληρωμένου χάρτη (αρχείο mxd.)

4.7. Δημιουργία Βάσης Δεδομένων

Για τον σχεδιασμό της διαχείρισης των υδατικών πόρων δομήθηκε Γ.Σ.Π με τα παρακάτω κύρια χαρακτηριστικά:

Χρήσεις νερού: Καταγραφή και χαρτογράφηση των υφιστάμενων υδροληψιών (θέση, παροχές, απόλυτο υψόμετρο, κ.τ.λ.). Απογράφηκαν 55 σημεία εμφάνισης νερού από τα οποία τα 16 αναφέρονται σε γεωτρήσεις, τα 38 σε φρέατα και το 1 σημείο σε πηγή. Έγινε επίσης απογραφή των Δήμων, των Δημοτικών διαμερισμάτων και των ιδιοκτητών στην περιοχή των οποίων βρίσκονται κατανεμημένα τα σημεία εμφάνισης του νερού.

4.8. Μέθοδοι Interpolation

Με τον όρο Interpolation εννοούμε την δημιουργία παρεμβολής raster από διάφορα σημεία που αποτελούν στοιχεία των δειγμάτων. Η παρεμβολή προβλέπει τις τιμές σε ένα raster από ένα περιορισμένο αριθμό σημείων των στοιχείων του δείγματος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει τις τιμές για οποιοδήποτε γεωγραφικό στοιχείο σημείου π.χ. ανύψωση, βροχοπτώσεις, θόρυβος, επίπεδα, χημική ουσία, συγκεντρώσεις, κ.τ.λ.

Οι μέθοδοι που είναι διαθέσιμοι στο ArcGIS είναι τρεις:

Kriging: βασίζεται όχι μόνο στην απόσταση μεταξύ των μετρημένων σημείων και της θέσης πρόβλεψης αλλά και στην γενική χωρική ρύθμιση μεταξύ των μετρημένων σημείων και των τιμών τους.

Spline: υπολογίζει τις τιμές χρησιμοποιώντας μια μαθηματική λειτουργία που ελαχιστοποιεί τη γενική κυρτότητα της επιφάνειας με συνέπεια μια ομαλή επιφάνεια που περνά ακριβώς ανάμεσα από τα σημεία.

Inverse Distance Weight (IDW): υπολογίζει το μέσο όρο των τιμών των στοιχείων του δείγματος που είναι κοντά σε ένα raster όπου το μακρύτερο επιλεγέν σημείο έχει τη μικρότερη επιρροή στην ταξινόμηση [13].

5. Αποτελέσματα

Ο θεματικός χάρτης ορίζεται σαν το αποτέλεσμα της δημιουργίας ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (ΓΣΠ). Με τους θεματικούς χάρτες απαντώνται ερωτήματα τύπου Τι; Που; Πότε;

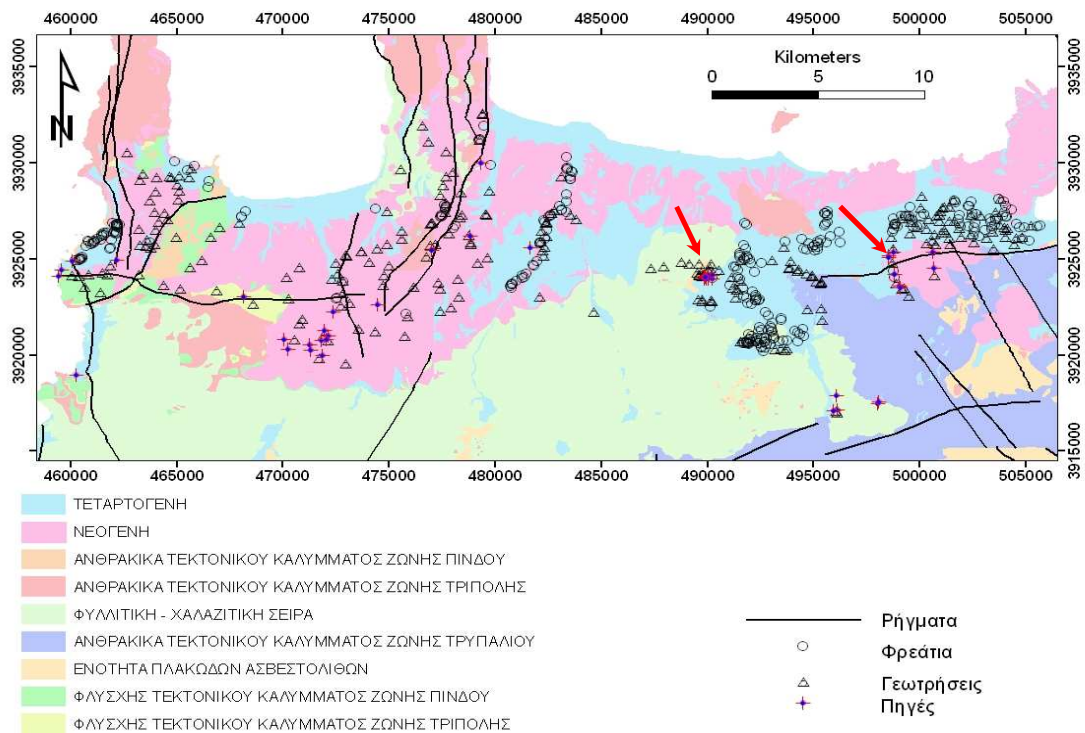
5.1. Δημιουργία θεματικών χαρτών του Κάμπου των Χανίων

Αρχικά δημιουργήθηκαν θεματικοί χάρτες με συνδυασμό των διαφόρων γεωγραφικών επιπέδων (layers), προκειμένου να εξαχθούν πιθανές χωρικές σχέσεις μεταξύ γεωλογίας, τεκτονικής και της θέσης των πηγών και του υδρογραφικού δικτύου.

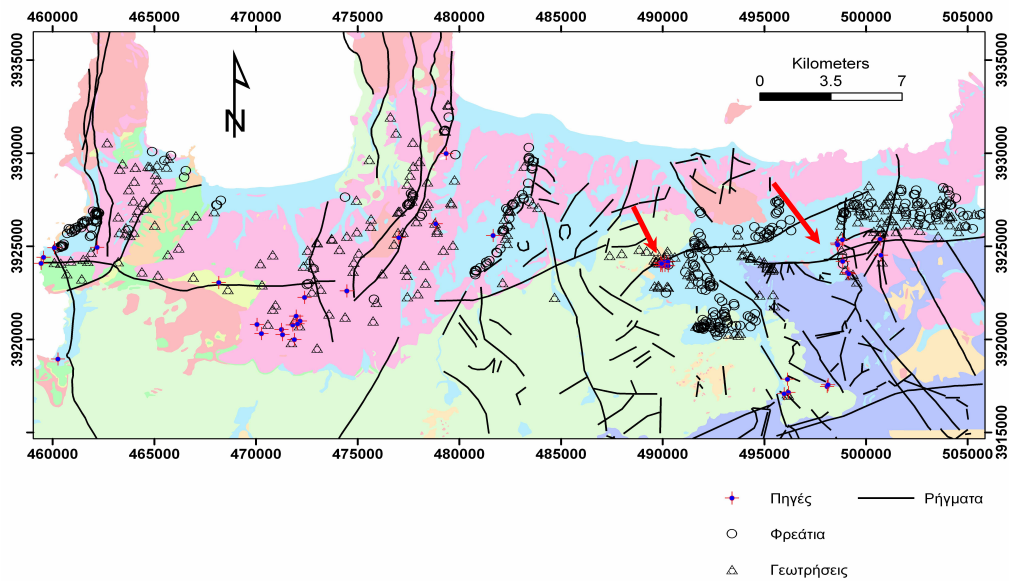
Για την εξαγωγή του χάρτη 5.1. συνδυάστηκαν πέντε γεωγραφικά επίπεδα: της γεωλογίας, των κυρίων ρηγμάτων, των φρεάτων, των γεωτρήσεων και των πηγών. Από τον συνδυασμό των πέντε αυτών επιπέδων προέκυψαν συμπεράσματα ως προς την χωρική κατανομή των φρεάτων, των γεωτρήσεων και των πηγών σε σχέση με την γεωλογία και την τεκτονική της περιοχής.

Για την εξαγωγή του χάρτη 5.2. συνδυάστηκαν έξι γεωγραφικά επίπεδα. Η διαφορά αυτού του χάρτη με τον χάρτη 5.1. είναι ότι σε αυτόν προστέθηκε η πληροφορία των δευτερευόντων ρηγμάτων. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν και από αυτόν τον συνδυασμό των επιπέδων είναι ως προς την χωρική κατανομή των φρεάτων, των γεωτρήσεων και των πηγών σε σχέση με την γεωλογία και την τεκτονική της περιοχής.

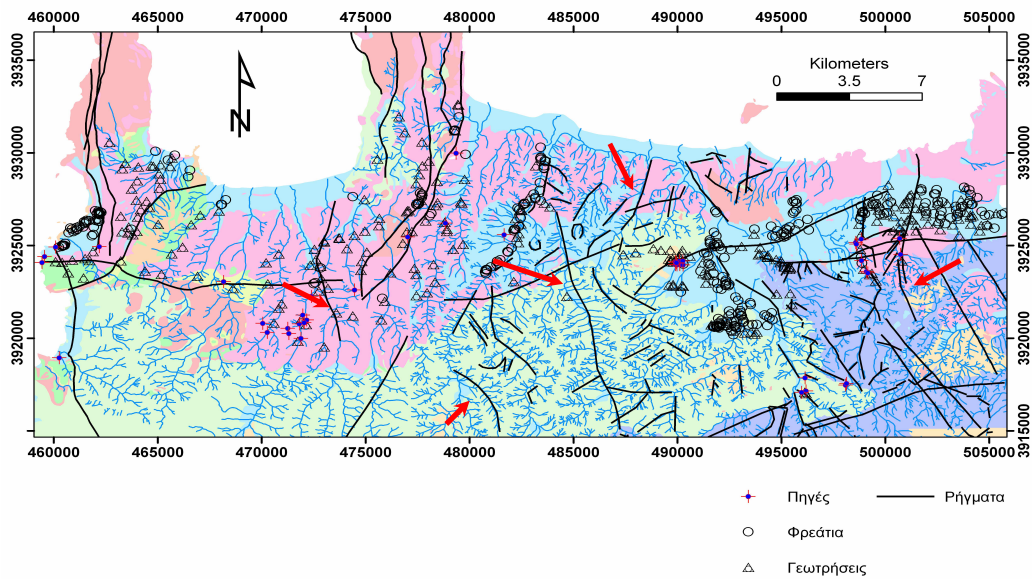
Για την εξαγωγή του χάρτη 5.3. συνδυάστηκαν επτά γεωγραφικά επίπεδα. Η διαφορά αυτού του χάρτη με τους δύο προηγούμενους χάρτες είναι ότι σε αυτόν προστέθηκε η πληροφορία του υδρογραφικού δικτύου. Από τον συνδυασμό των επτά αυτών επιπέδων προέκυψαν συμπεράσματα ως προς την χωρική κατανομή των φρεάτων, των γεωτρήσεων και των πηγών σε σχέση με την υδρολογία, την γεωλογία και την τεκτονική της περιοχής.



Χάρτης 5.1. Χάρτης με ταξινόμηση των πηγών ανάλογα με τον τύπο τους (επαφής, υπερπλήρωσης, παράκτιας, υποθαλάσσιας) μαζί με την γεωλογία και τα ρήγματα. Οι πηγές εμφανίζονται στα όρια των γεωλογικών σχηματισμών και κυρίως στα όρια των νεογενών με τα τεταρτογενή και στα όρια των τεταρτογενών με τους φυλλίτες και τους χαλαζίτες. Επίσης, παρατηρούμε ότι οι περισσότερες πηγές εμφανίζονται στους νεογενείς σχηματισμούς.

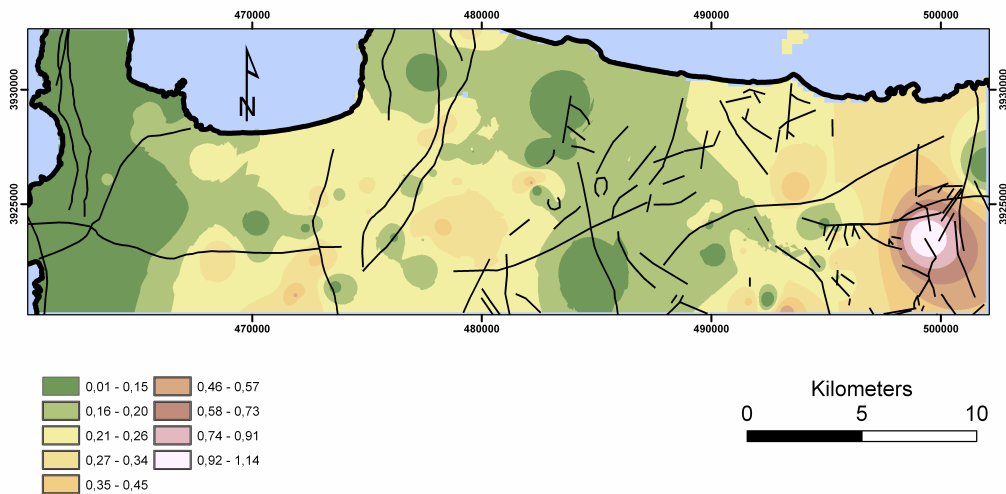


Χάρτης 5.2. Η πρόσθεση των δευτερευόντων ρηγμάτων μας οδήγησε και σε ένα άλλο συμπέρασμα. Οι πηγές έχουν την ίδια διεύθυνση με τα δευτερεύοντα ρήγματα.

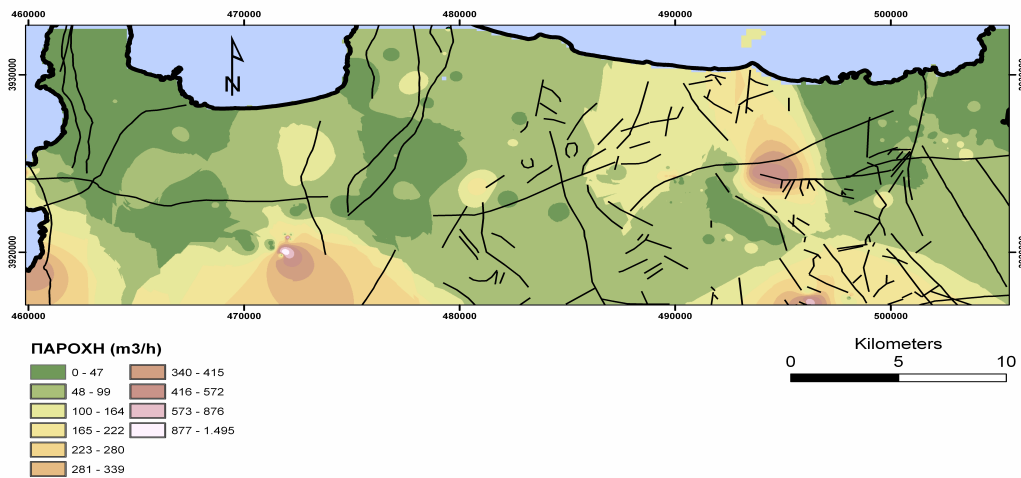


Χάρτης 5.3. Όπως παρατηρούμε και από τα κόκκινα βέλη στον χάρτη, πολλοί κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου ορίζονται, δηλαδή έχουν την ίδια διεύθυνση, με τα κύρια και τα δευτερεύοντα ρήγματα.

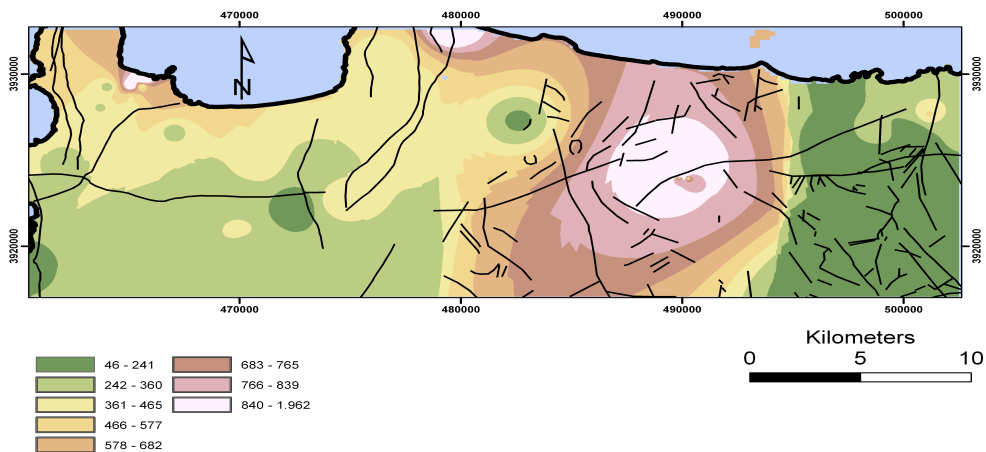
Σε ένα περαιτέρω στάδιο και προκειμένου να εξαχθούν χάρτες για την χωρική μεταβολή μεγεθών όπως η αντίσταση του εδάφους, η συγκέντρωση των διαλυμένων αιωρούμενων σωματιδίων, η αγωγιμότητα του εδάφους, η παροχή των γεωτρήσεων αλλά και για την χωροχρονική μεταβολή του βάθους της στάθμης του ύδατος χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι παρεμβολής. Δοκιμάστηκαν και οι τρεις μέθοδοι και τελικά επιλέχθηκαν οι μέθοδοι Inverse Distance Weighted (IDW) για την δημιουργία των χαρτών ποιότητας του ύδατος και Kriging για την δημιουργία των χαρτών της στάθμης του ύδατος.



Χάρτης 5.4. Κατανομή της αντίστασης του εδάφους. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 0.01 έως 1.14. Από τον χάρτη παρατηρούμε ότι πηγαίνοντας Ανατολικά προς Δυτικά στον Κάμπο των Χανίων οι τιμές αυξομειώνονται και οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται στην περιοχή όπου υπάρχουν τα ανθρακικά πετρώματα της ζώνης Τρυπαλίου.



Χάρτης 5.5. Αντλούμενη παροχή των γεωτρήσεων σε m^3/h . Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από λίγο πάνω από το 0 έως $1.495 m^3/h$. Στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής του Κάμπου των Χανίων οι τιμές της αντλούμενης παροχής είναι χαμηλές και μόνο στις περιοχές όπου υπάρχουν Νεογενείς, Τεταρτογενείς σχηματισμοί και η Φυλλιτική – Χαλαζιτική σειρά παρατηρούμε αύξηση των τιμών.



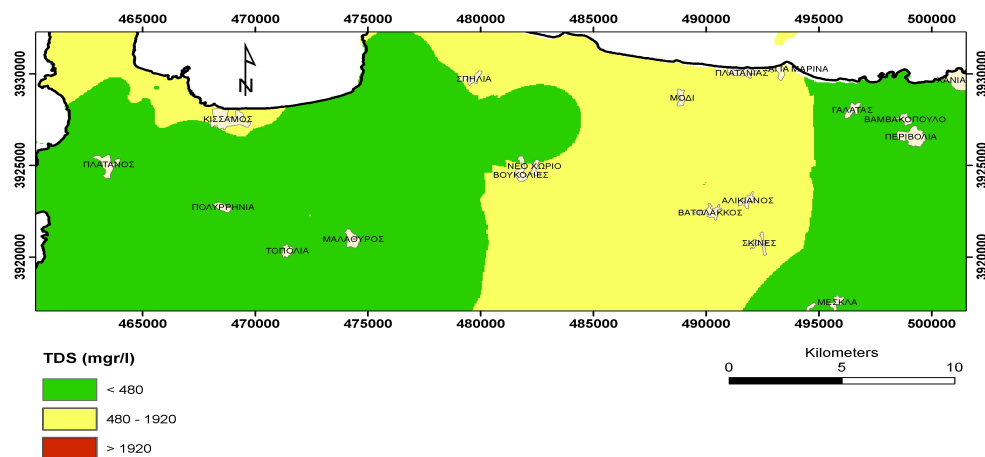
Χάρτης 5.6. Το σύνολο των διαλυμένων στερεών (TDS) των φρεάτων, των γεωτρήσεων και των πηγών σε mg/L . Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 46 έως $1.962 mg/L$. Στο ανατολικό και στο νοτιοδυτικό τμήμα του Κάμπου των Χανίων παρατηρούμε χαμηλές τιμές ενώ στο υπόλοιπο τμήμα οι τιμές είναι εμφανώς αυξημένες και ιδιαίτερα στο κεντρικό τμήμα του Κάμπου.

Το TDS είναι μια άμεση αλληλεπίδραση μεταξύ του υπόγειου νερού και των διαλυμένων μεταλλευμάτων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

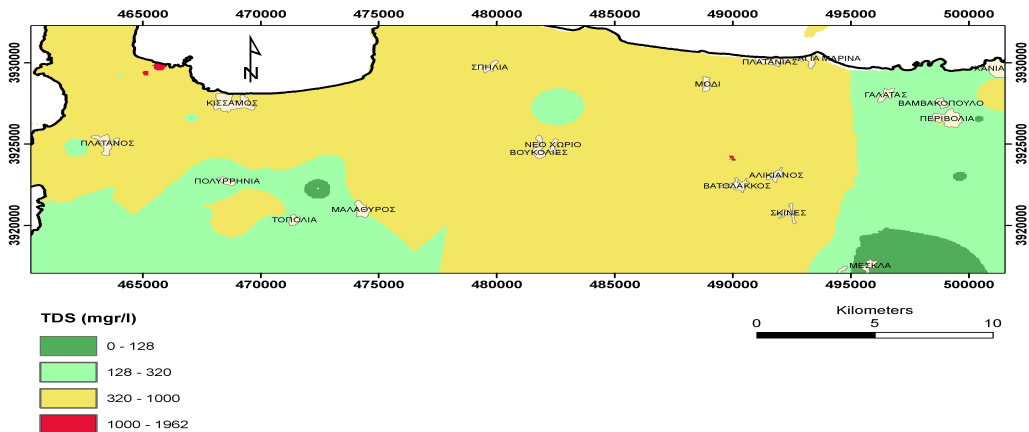
Κατά τον Ayer (1975) τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την ερμηνεία της επίδρασης της ποιότητας του νερού πάνω στην άρδευση δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 5.1. Επίδραση της ποιότητας του νερού στην άρδευση. (Ayers, 1975).

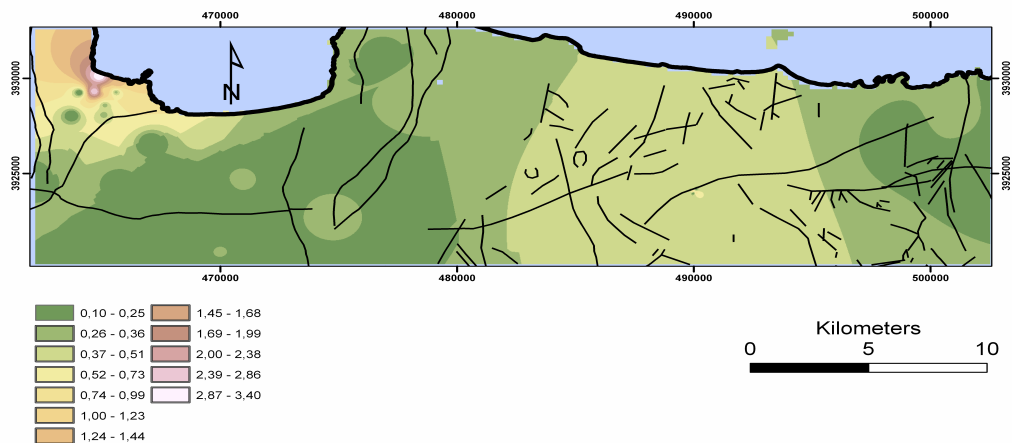
Προβλήματα και ποιοτικές παράμετροι	Κανένα πρόβλημα	Αυξανόμενα προβλήματα	Σοβαρά προβλήματα
Επίδραση αλατότητας στην καρποφορία			
TDS (mg/l)	<480	480-1920	> 1920
Αποκροκύδωση εδάφους και μείωση Κ και κατείσδυσης			
TDS (mg/l)	> 320	< 320	< 128



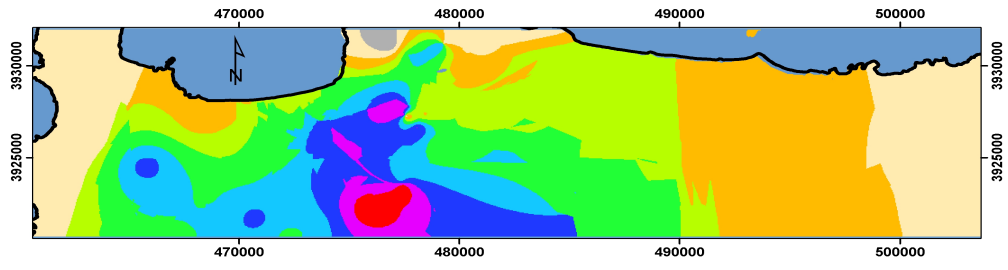
Χάρτης 5.7. Καρποφορία εδάφους. Χαμηλές τιμές TDS, μικρότερες από 480 mg/L δεν αποτελούν πρόβλημα στην ποιότητα του νερού ενώ τιμές από 480-1920 mg/L παρουσιάζουν αυξανόμενο πρόβλημα. Υψηλές τιμές TDS, μεγαλύτερες από 1000 mg/L συνήθως είναι ανεπιθύμητες γιατί προκαλούν διάβρωση των σωλήνων και των υδραυλικών συστημάτων. Τα επίπεδα TDS άνω των 2000 mg/L θεωρούνται γενικά μη πόσιμα λόγω της έντονα δυσάρεστης γεύσης. Οι υψηλές συγκεντρώσεις TDS δεν αποτελούν απειλή για την υγεία του ανθρώπου εκτός αν οι τιμές υπερβαίνουν τα 10.000 mg/L. Σε αυτό το επίπεδο το νερό θεωρείται αλατόνερο και χαρακτηρίζεται ως μη πόσιμο.



Χάρτης 5.8. Χάρτης επικινδυνότητας αποκροκίδωσης του εδάφους. Υψηλό πρόβλημα παρουσιάζουν οι περιοχές με τιμές TDS μικρότερες από 128 mg/L. Αυξανόμενο πρόβλημα παρουσιάζουν οι περιοχές με TDS μικρότερο από 320 mg/L ενώ οι περιοχές με TDS μεγαλύτερο από 320 mg/L δεν παρουσιάζουν κανένα πρόβλημα.



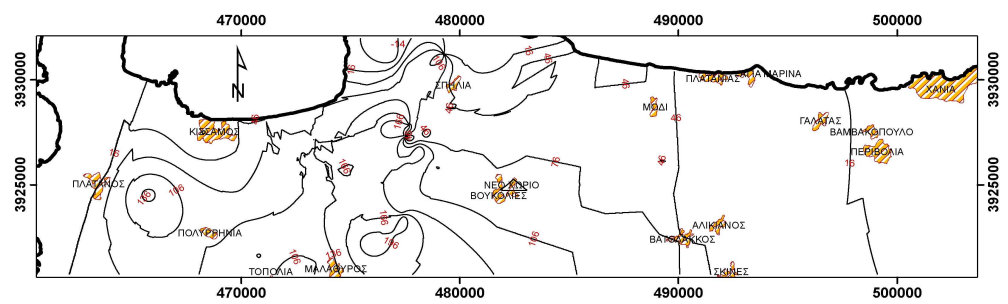
Χάρτης 5.9. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (S) των φρεάτων, των γεωτρήσεων και των πηγών σε mS/cm. Δηλαδή η ικανότητα ενός υλικού να διαρρέετε από ηλεκτρικό ρεύμα. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 0.10 έως 3.40 mS/cm. Παρατηρούμε ότι σε όλο τον Κάμπο των Χανίων οι τιμές είναι χαμηλές και μόνο στο βορειοδυτικό τμήμα οι τιμές της αγωγιμότητας αυξάνονται.



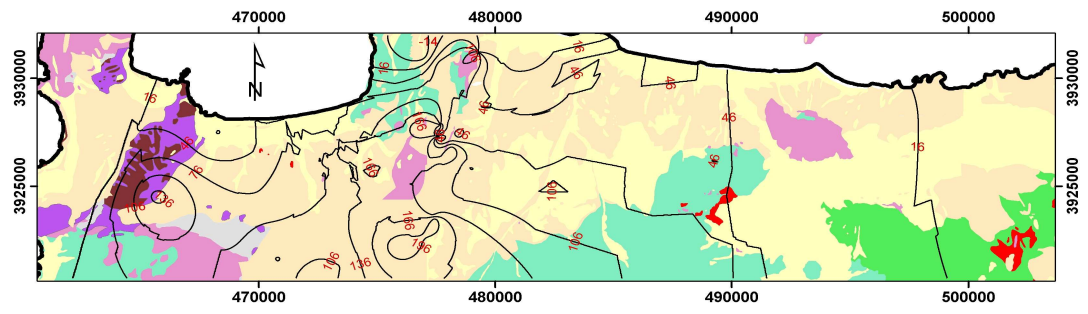
**Στάθμη Υπογείων Υδάτων
Αύγουστος 1998**

-44 - -15	100 - 128
-14 - 14	129 - 156
15 - 42	157 - 185
43 - 71	186 - 213
72 - 99	

Kilometers
0 5 10



Kilometers
0 5 10

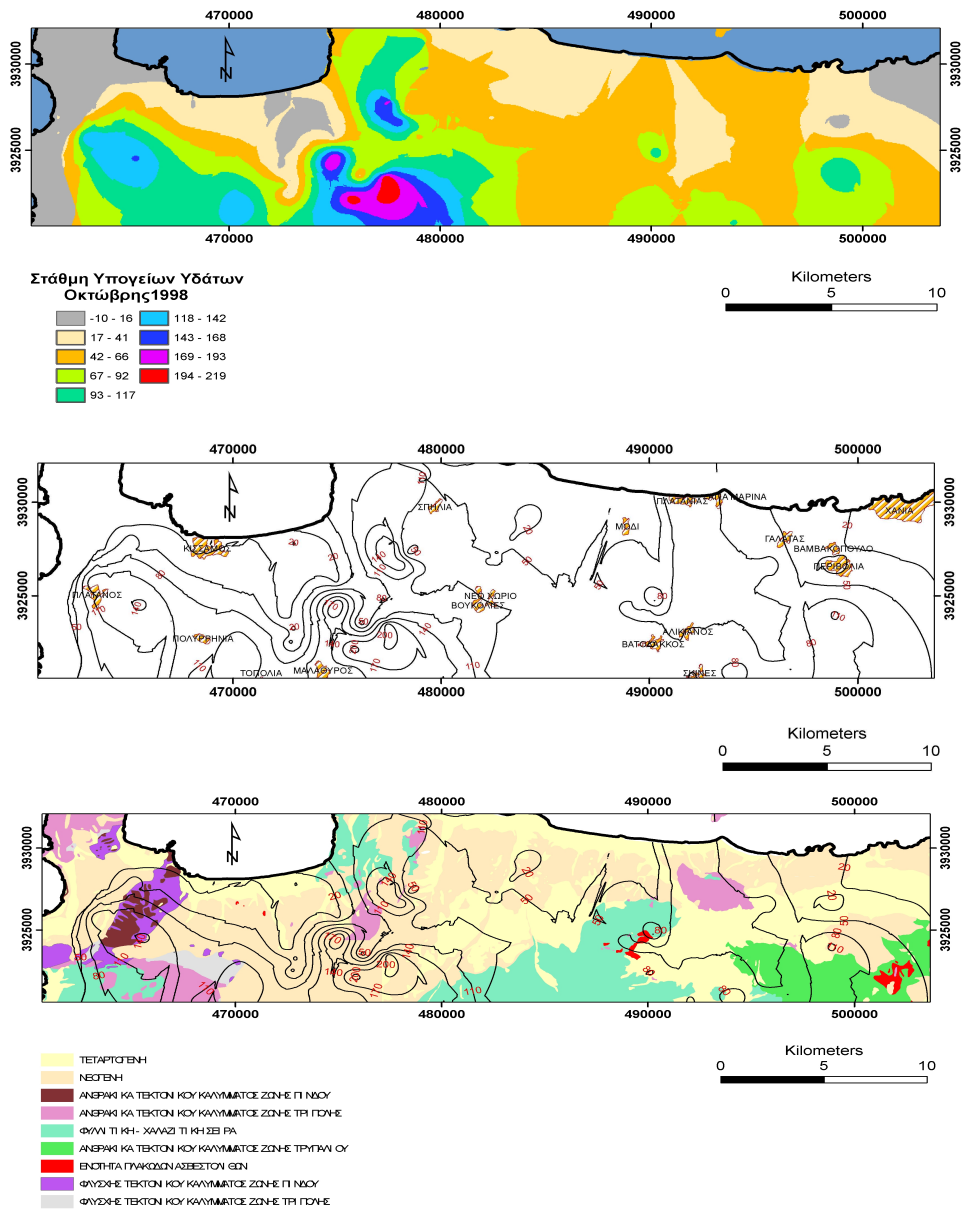


ΤΕΤΑΡΤΟΣΤΕΗ
ΝΕΟΣΤΗ
ΑΝΕΡΑΚΙ ΚΑ ΤΕΚΤΟΝ ΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ ΖΩΝΗΣ ΠΙ ΝΕΟΥ
ΑΝΕΡΑΚΙ ΚΑ ΤΕΚΤΟΝ ΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ ΖΩΝΗΣ ΤΡΙ ΓΩΝΗΣ
ΦΥΛΛ ΠΙ ΚΗ- ΧΑΛΑΖΙ ΠΙ ΚΗ ΣΕ ΡΑ
ΑΝΕΡΑΚΙ ΚΑ ΤΕΚΤΟΝ ΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ ΖΩΝΗΣ ΤΡΥΠΑΝ ΟΥ
ΕΝΔΟΤΗΤΑ ΓΡΑΚΩΔΩΝ ΑΣΒΕΣΤΩΝ ΓΕΩ
ΦΥΛΣΧΗΣ ΤΕΚΤΟΝ ΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ ΖΩΝΗΣ ΠΙ ΝΕΟΥ
ΦΥΛΣΧΗΣ ΤΕΚΤΟΝ ΚΟΥ ΚΑΛΥΜΜΑΤΟΣ ΖΩΝΗΣ ΤΡΙ ΓΩΝΗΣ

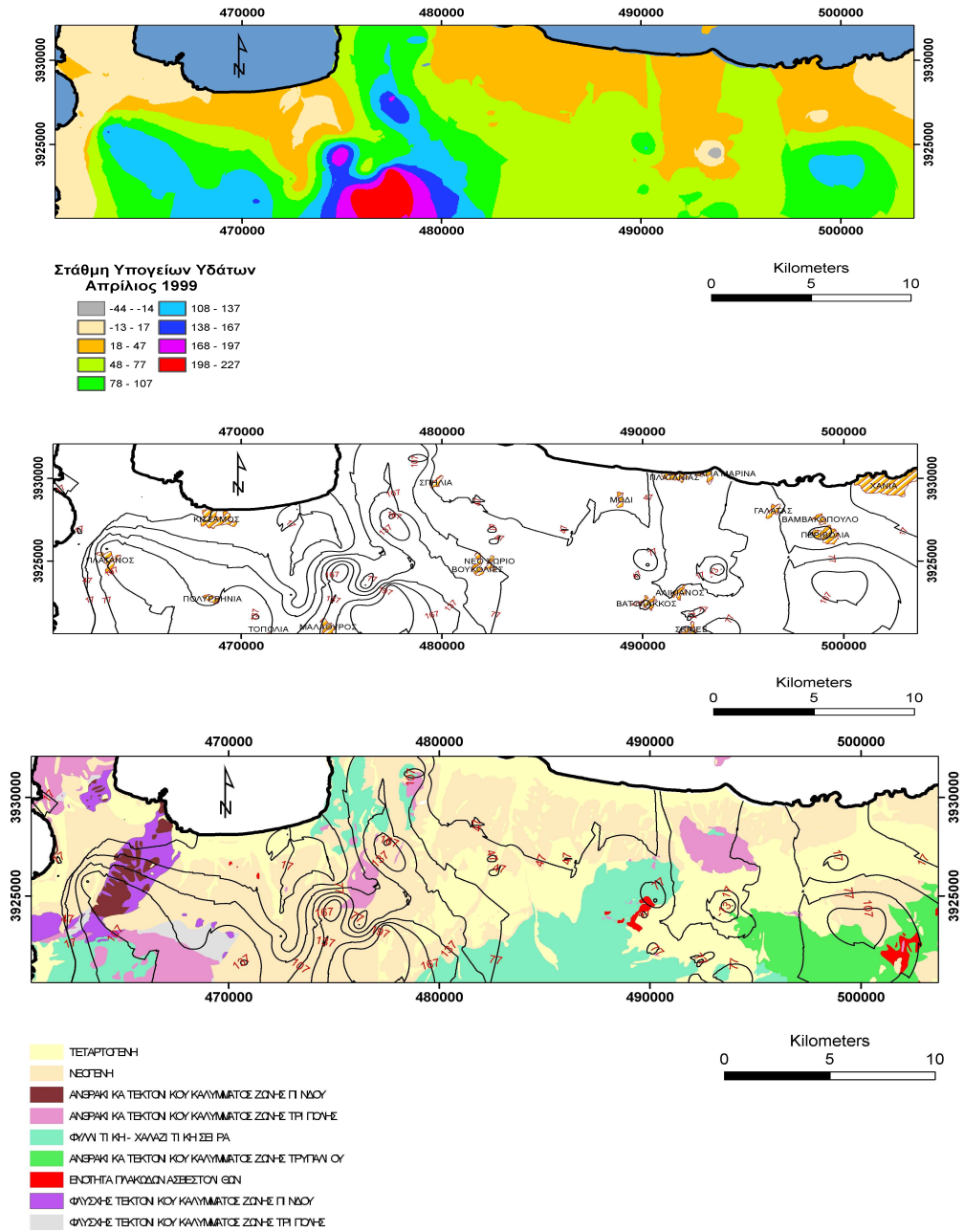
Kilometers
0 5 10

Χάρτης 5.10. Βάθος της στάθμης του ύδατος των φρεάτων και των γεωτρήσεων για τον μήνα Αύγουστο του έτους 1998 σε m. Το βάθος στάθμης του ύδατος δείχνει σε πόσα μέτρα από την επιφάνεια του νερού θα βρούμε την ελεύθερη στάθμη του νερού. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από -44 έως 214 m. Οι

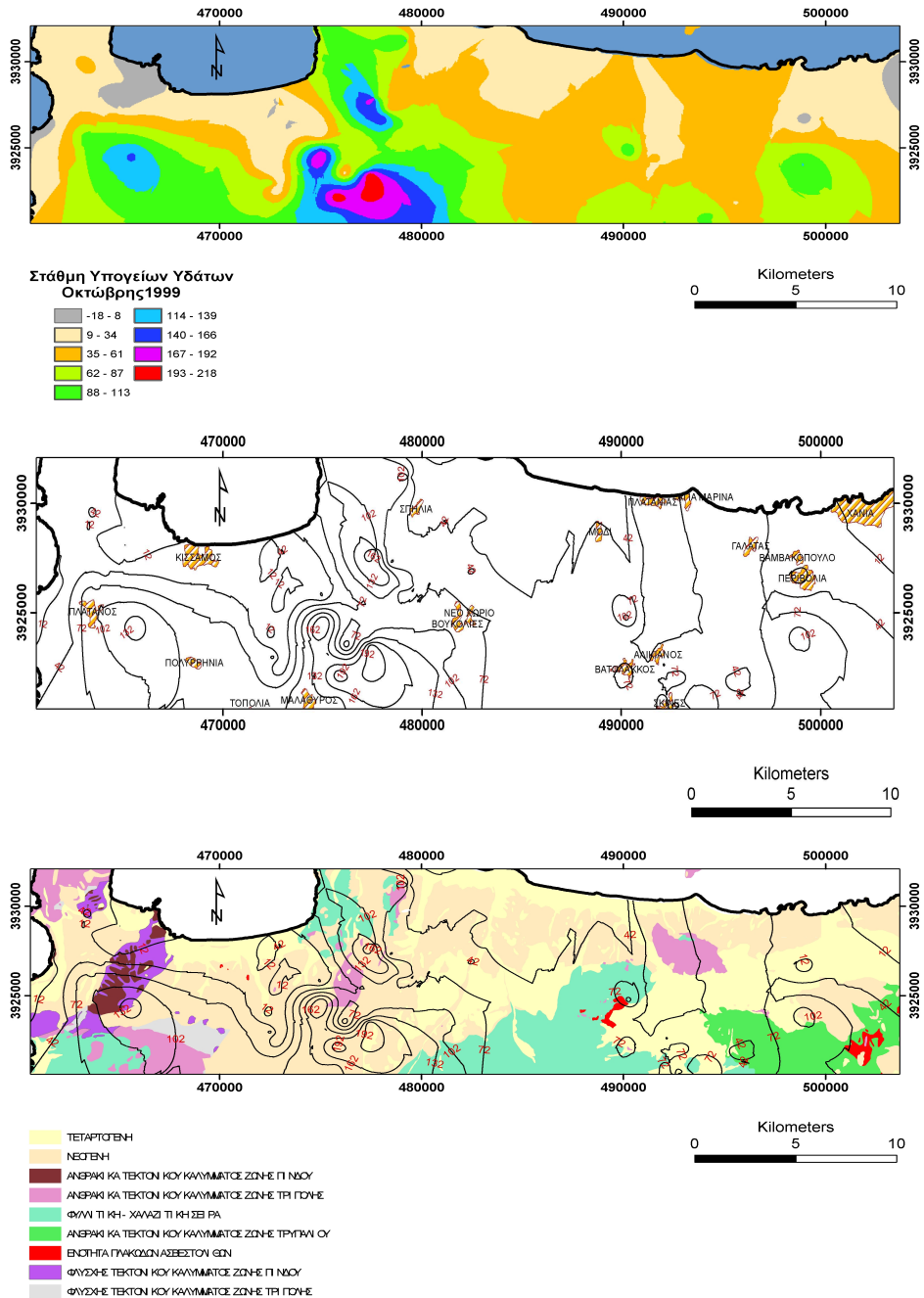
μέγιστες τιμές εμφανίζονται στα σημεία όπου υπάρχουν τα Νεογενή ενώ χαμηλές τιμές όπου υπάρχουν Τεταρτογενείς σχηματισμοί.



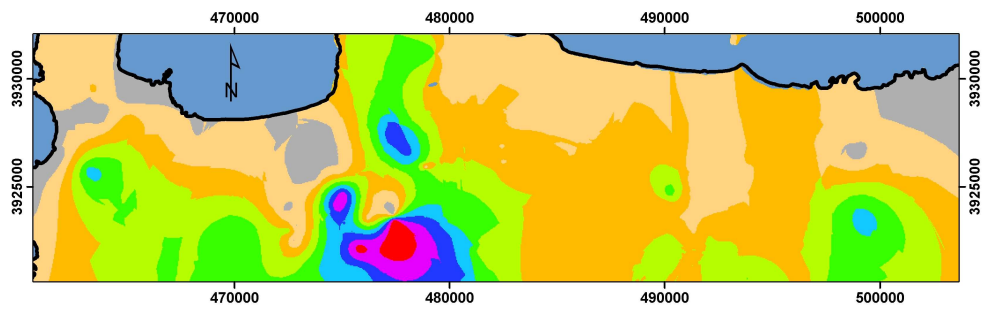
Χάρτης 5.11. Βάθος της στάθμης του ύδατος των φρεάτων και των γεωτρήσεων για τον μήνα Οκτώβριο του έτους 1998 σε m. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από -10 έως 219 m. Οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται στα σημεία όπου υπάρχουν τα Νεογενή ενώ χαμηλές τιμές όπου υπάρχουν Τεταρτογενείς σχηματισμοί.



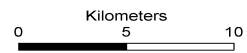
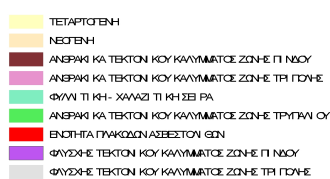
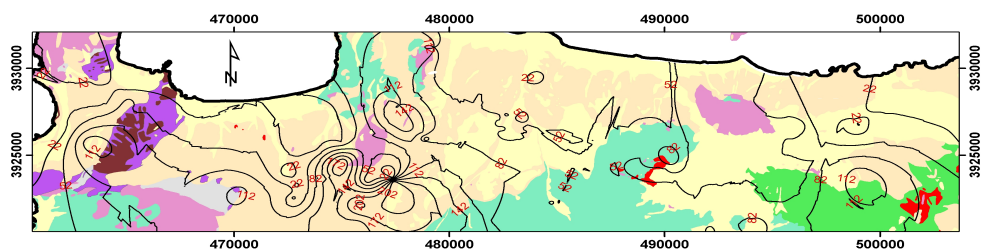
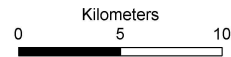
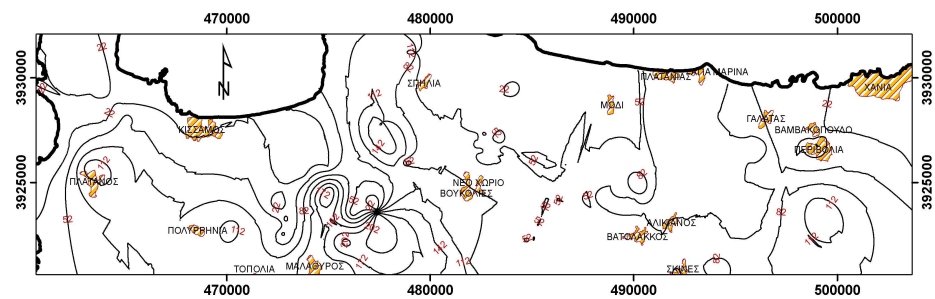
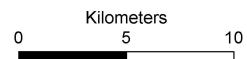
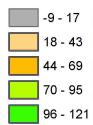
Χάρτης 5.12. Βάθος της στάθμης του ύδατος των φρεάτων και των γεωτρήσεων για τον μήνα Απρίλιο του έτους 1999 σε m. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από -44 έως 228 m. Παρατηρούμε ότι στο βορειοανατολικό και στο βορειοδυτικό τμήμα του Κάμπου των Χανίων υπάρχουν πολύ χαμηλές τιμές και υψηλές τιμές παρατηρούμε στους Νεογενείς σχηματισμούς. Σε όλο το υπόλοιπο τμήμα του κάμπου οι τιμές είναι μεσαίες και παρατηρούνται στους Φυλλιτικούς-Χαλιζιτικούς σχηματισμούς.



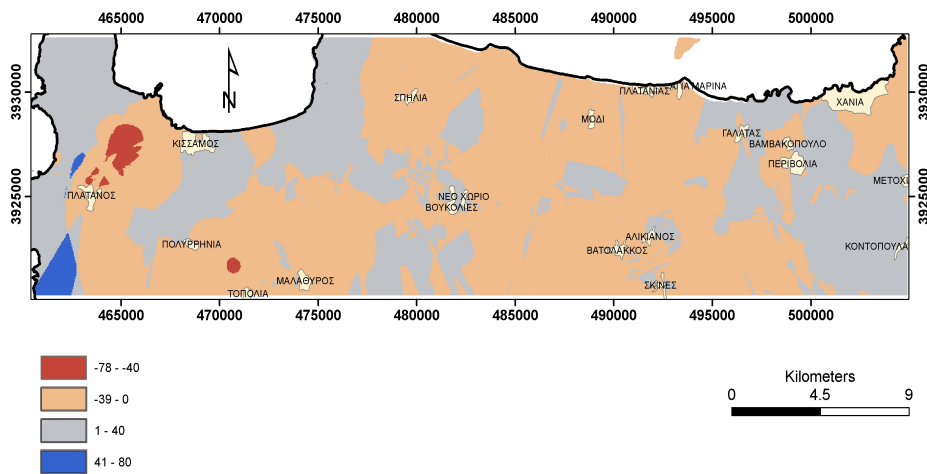
Χάρτης 5.13. Βάθος της στάθμης του ύδατος των φρεάτων και των γεωτρήσεων για τον μήνα Οκτώβριο του έτους 1999 σε m. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από -18 έως 219 m. Οι μέγιστες τιμές εμφανίζονται στα σημεία όπου υπάρχουν τα Νεογενή, οι μεσαίες τιμές στην Φυλλιτική-Χαλιζιτική σειρά ενώ οι χαμηλές τιμές όπου υπάρχουν Τεταρτογενείς σχηματισμοί.



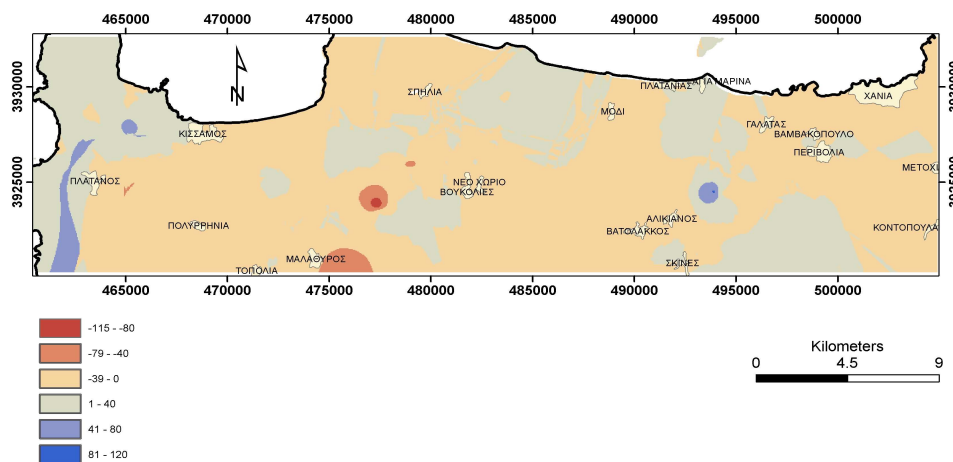
Στάθμη Υπογείων Υδάτων
Απρίλιος 2000



Χάρτης 5.14. Βάθος της στάθμης του ύδατος των φρεάτων και των γεωτρήσεων για τον μήνα Απρίλιο του έτους 2000 σε m. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από -9 έως 226 m. Αυξημένες τιμές εμφανίζονται στα σημεία όπου υπάρχουν οι Νεογενείς σχηματισμοί, μεσαίες στους Φυλλιτικούς-Χαλαζιτικούς σχηματισμούς ενώ χαμηλές τιμές όπου υπάρχουν οι Τεταρτογενείς σχηματισμοί.



Χάρτης 5.15. Ο χάρτης προέκυψε από τον συνδυασμό του χάρτη της στάθμης του ύδατος για τον Οκτώβρη του 1998 και του χάρτη της στάθμης του ύδατος για τον Οκτώβρη του 1999. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από -78 έως 80 m. Παρατηρούμε ότι πολύ υψηλές και πολύ χαμηλές τιμές εμφανίζονται στο ΒΔ και ΝΔ κομμάτι του Κάμπου των Χανίων ενώ στο υπόλοιπο μέρος οι τιμές αυξομειώνονται και κυμαίνονται από -39 έως 40 m.



Χάρτης 5.16. Ο χάρτης προέκυψε από τον συνδυασμό του χάρτη της στάθμης του ύδατος για τον μήνα Οκτώβριο του 1999 και του χάρτη της στάθμης του ύδατος για τον μήνα Απρίλιο του 2000. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από -115 έως 120 m. Παρατηρούμε ότι χαμηλές τιμές εμφανίζονται στο κεντρικό σημείο του Κάμπου των Χανίων ενώ υψηλές στο ΒΔ, ΝΔ και κεντρικό Ανατολικό μέρος. Στο υπόλοιπο κομμάτι οι τιμές αυξομειώνονται και κυμαίνονται από -39 έως 40m.

5.2. Δημιουργία θεματικών χαρτών για την υδρολογική λεκάνη του Ταυρωνίτη

Στην περιοχή της λεκάνης του Ταυρωνίτη απογράφηκαν 55 σημεία εμφάνισης νερού από τα οποία τα 16 αναφέρονται σε γεωτρήσεις, τα 38 σε φρέατα και το 1 σε πηγή (Χάρτης 5.17).



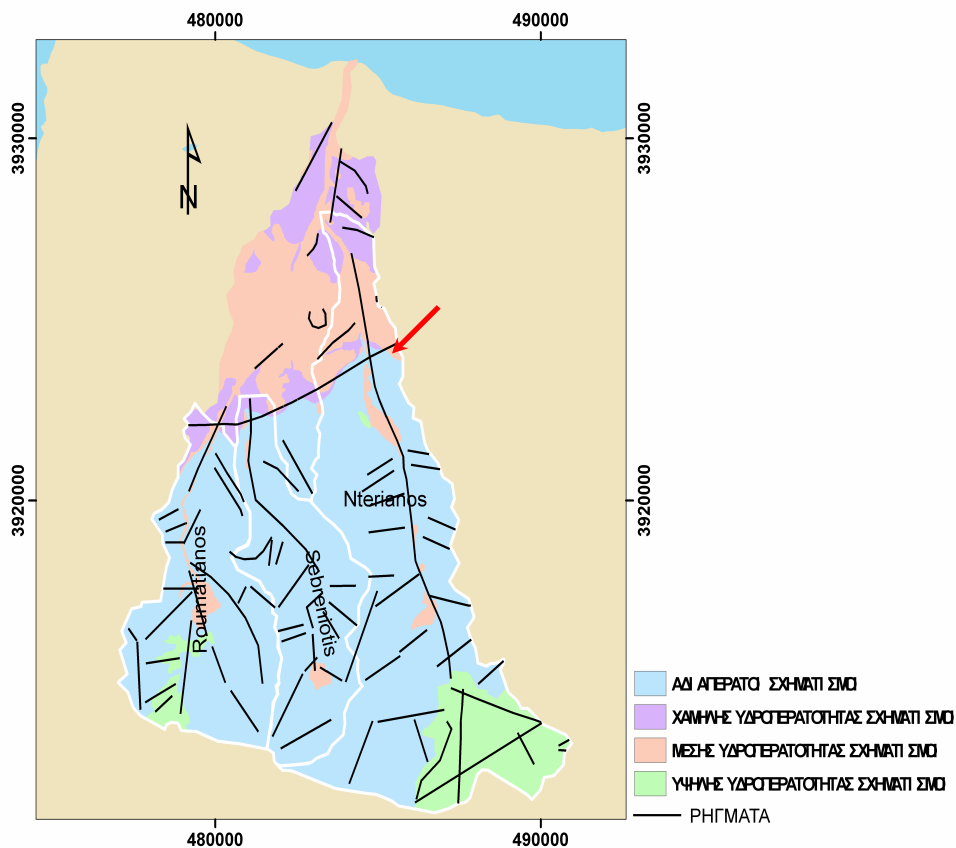
Χάρτης 5.17. Ο χάρτης απεικονίζει τα 55 σημεία εμφάνισης νερού στη λεκάνη του Ταυρωνίτη.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η επιφανειακή γεωλογία αποτελείται από Τεταρτογενείς αποθέσεις οι οποίες έχουν κατεύθυνση από βορρά προς νότο, ενώ Μειοκαινικά έως Πλειοκαινικά ιζήματα εμφανίζονται στο κεντρικό και βορειοδυτικό τμήμα της λεκάνης του Ταυρωνίτη. Επιπλέον, Ανθρακικά πετρώματα της ζώνης Τριπόλεως απαντώνται στο βορειοανατολικό μέρος της λεκάνης. Τέλος, στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης εμφανίζονται Φυλλίτες και Χαλαζίτες.

Οι προαναφερθέντες γεωλογικοί σχηματισμοί ταξινομήθηκαν σε τέσσερις υδρολιθολογικές ενότητες βάσει της διαπερατότητας τους: υψηλής υδροπερατότητας πετρώματα τα οποία περιλαμβάνουν τους καρστικούς

ασβεστόλιθους Τριπόλεως και Τρυπαλίου, μέσης υδροπερατότητας πετρώματα τα οποία περιλαμβάνουν τις τεταρτογενείς αποθέσεις καθώς και τα Μειοκαινικά έως Πλειοκαινικά ιζήματα (Κροκαλοπαγή και Μαργαϊκός Ασβεστόλιθος), χαμηλής υδροπερατότητας πετρώματα τα οποία περιλαμβάνουν Μειοκαινικές – Πλειοκαινικές Μάργες και τέλος αδιαπέρατα πετρώματα τα οποία περιέχουν πετρώματα της ενότητας Φυλλιτών – Χαλαζιτών.

Όπως φαίνεται στον χάρτη 5.18 τα όρια των σχηματισμών διαφορετικής διαπερατότητας ορίζονται από τα τεκτονικά ρήγματα που βρίσκονται εντός της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνίτη με κύριες διευθύνσεις ΒΑ-ΝΔ και Α-Δ.



Χάρτης 5.18. Υδρολιθολογικός Χάρτης της Υδρολογικής Λεκάνης του Ταυρωνίτη με υπέρθεση των ρηγμάτων και των υπολεκανών.

Από τον χάρτη 5.18. παρατηρούμε ότι η υπολεκάνη του Σεμπρενιώτη έχει τους περισσότερους αδιαπέρατους σχηματισμούς πράγμα που σημαίνει ότι εκεί υπάρχει η μεγαλύτερη επιφανειακή απορροή άρα και η μεγαλύτερη διάβρωση. Το γεγονός ότι στη συγκεκριμένη υπολεκάνη έχω την μεγαλύτερη επιφανειακή απορροή επιβεβαιώνεται και από τον πίνακα 5.4. του ΙΓΜΕ όπου η τιμή της επιφανειακής απορροής για τον Σεμπρενιώτη δίνεται $12.2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Αντίθετα στις υπολεκάνες του Ντεριανού και Ρουματιανού δίνονται τιμές $9.1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ και $5.8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα. Σ'αυτές τις υπολεκάνες εμφανίζονται υψηλής διαπερατότητας σχηματισμοί και το γεγονός αυτό δικαιολογεί τις χαμηλές τιμές επιφανειακής απορροής. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι η εμφάνιση των πετρωμάτων μέσης υδροπερατότητας (Τεταρτογενή και Πλειοκαινικά ιζήματα) διατάσσονται παράλληλα με το κύριο ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης ρήγμα το οποίο περνάει από την υπολεκάνη του Ντεριανού. Τέλος, από τον συγκεκριμένο χάρτη εκτός των σχηματισμών μπορούμε να διακρίνουμε και τα όρια των τριών υπολεκανών του Ταυρωνίτη.

5.3. Υπολογισμός Ολικής Κατείσδυσης στην λεκάνη του Ταυρωνίτη

Με τον όρο κατείσδυση εννοούμε το μέρος εκείνο των κατακρημνισμάτων που διαπερνά την επιφάνεια του εδάφους, φθάνει στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες και προστίθεται στο υπόγειο νερό μετέχοντας έτσι στις κινήσεις του τελευταίου. [11]

Ο τύπος που δίνει την Ολική Κατείσδυση είναι:

$$I = \frac{I_1 E_1 + I_2 E_2 + \dots + I_n E_n}{E_{ολ}}$$

όπου I ο ζητούμενος ενιαίος συντελεστής (ή ύψος νερού) κατείσδυσης, I_1, I_2, \dots, I_n οι μερικοί κατά σχηματισμό συντελεστές (ή ύψη νερού) κατείσδυσης, $E_1, E_2, \dots,$

E_n οι επιφάνειες εμφάνισης των αντίστοιχων σχηματισμών και $E_{ολ}$ η ολική επιφάνεια της λεκάνης απορροής. [12]

Σχηματισμοί	Κατείσδυση (%)
Αλλούβια	26
Καρστικοί Σχηματισμοί	40
Φυλλίτες - Χαλαζίτες	3
Κροκαλοπαγή - Μαργαϊκοί Ασβεστόλιθοι	15
Μάργες	15

Πίνακας 5.2. Οι τιμές του συντελεστή κατείσδυσης των σχηματισμών της λεκάνης του Ταυρωνίτη.

FID	Shape	EID_SXHM	Cnt_EID_SX	AREA	Επ
0	Polygon	ΑΛΛΟΥΒΙΑ	33	7566369,43706	0,05756
1	Polygon	ΚΑΡΣΤΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	13	10104095,7197	0,07687
2	Polygon	ΦΥΛΛΙΤΕΣ-ΧΑΛΑΖΙΤΕΣ	7	88003576,9612	0,66952
3	Polygon	ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΗ	7	14329606,5359	0,10902
4	Polygon	ΜΑΡΓΕΣ	23	11439572,9421	0,08703

Πίνακας 5.3. Οι τιμές του εμβαδού των σχηματισμών της λεκάνης του Ταυρωνίτη (σε km^2).

Σύμφωνα λοιπόν με τον Πίνακα 5.2 και τον Πίνακα 5.3 ο συντελεστής κατείσδυσης (μετά από υπολογισμούς) ισούται με $I = 0,0952067 \Rightarrow I = 9,52\%$

5.4. Υπολογισμός Υδρολογικού Ισοζυγίου

Στον υπολογισμό του μέσου ετήσιου υδρολογικού ισοζυγίου έχουν εκτιμηθεί οι απορροές και οι κατεισδύσεις στις ενδιάμεσες νεογενείς υδρολογικές λεκάνες. Οι κατεισδύσεις στις εκτάσεις αυτές εκτιμώνται από 5% μέχρι 6%, ανάλογα με την ανάπτυξη των αλλουβίων στο νεογενές περιβάλλον. Επίσης από τις εκτάσεις των υδρολογικών λεκανών Ρουματιανού και Ντεριανού, έχουν αφαιρεθεί οι επιφάνειες των ανθρακικών σχηματισμών, οι οποίες εκφορτίζονται

έκτος λεκάνης Ταυρωνίτη. Για τον υπολογισμό των εισροών στον Ντεριανό, έγινε διαχωρισμός της αντίστοιχης υδρολογικής λεκάνης σε δύο τμήματα, στο ανάντη που δομείται από φυλλίτες και στο κατόντη που αναπτύσσονται οι νεογενείς σχηματισμοί.

Με βάση τις παραδοχές αυτές η μέση ετήσια βροχόπτωση που δέχεται η λεκάνη Ταυρωνίτη είναι της τάξης των $120 \times 10^6 \text{ m}^3$ από τις οποίες περίπου $32 \times 10^6 \text{ m}^3$ (26%) απορρέουν επιφανειακά μέσω των κεντρικών χειμάρρων, διηθούνται στην κοίτη του Ταυρωνίτη και κατεισδύουν στους κατόντη νεογενείς σχηματισμούς. Το υπόλοιπο ποσοστό 74%, θεωρείται ότι αποτελεί το άθροισμα της εξατμισοδιαπνοής και των κατεισδύσεων στους φυλλίτες. Το ποσοστό αυτό κρίνεται αρκετά υψηλό και οφείλεται πιθανά:

-στην παρουσία των υποκείμενων ασβεστόλιθων στα ανάντη της λεκάνης, οι οποίοι μπορεί να έχουν μεγαλύτερη έκταση από αυτή που δίνεται στον γεωλογικό χάρτη.

-στην ύπαρξη ανθρακικών στρωμάτων στους φυλλίτες τα οποία αποστραγγίζουν την κατείσδυση εκτός υδρολογικής λεκάνης ή μεταγγίζουν την τροφοδοσία στους υποκείμενους ασβεστόλιθους.

Στη συγκεκριμένη περιοχή δεν πραγματοποιήθηκε γεωλογική χαρτογράφηση και έγιναν δεκτά τα δεδομένα του αντίστοιχου γεωλογικού φύλλου του ΙΓΜΕ (Πίνακας 5.4). Σε κάθε περίπτωση όμως τα προηγούμενα δεν επηρεάζουν την σύνταξη του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης Ταυρωνίτη, αφού βασίζεται σε στοιχεία μετρήσεων απορροών.

Οι μέσες ετήσιες ποσότητες που απορρέουν επιφανειακά και εκφορτίζονται στην θάλασσα είναι της τάξης των $27 \times 10^6 \text{ m}^3$ εκείνες που διηθούνται στις προσχώσεις και διαμέσου αυτών στους υποκείμενους νεογενείς σχηματισμούς $3,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ ενώ οι κατεισδύσεις $1,2 \times 10^6 \text{ m}^3$. Έτσι το σύνολο της μέσης ετήσιας υπόγειας τροφοδοσίας προσχώσεων και νεογενών σχηματισμών ανέρχεται σε $5 \times 10^6 \text{ m}^3$ περίπου.

Προκύπτει επομένως ότι η κύρια τροφοδοσία των υπόγειων υδροφοριών πραγματοποιείται μέσω των διηθήσεων του ποταμού ($3,7 \times 10^6 \text{ m}^3$) και κατά μικρότερο βαθμό από την κατείσδυση ($1,2 \times 10^6 \text{ m}^3$) της βροχόπτωσης.

Υδρολογική Λεκάνη	Επιφάνεια (km ²)	Ύψος Βροχής (mm)	Βροχόπτωση (*10 ⁶ m ³)	Τροφοδοσία (%)	Επιφανειακή Απορροή (%)	Διήθηση (%)	Κατείσδυση (%)	Ποσότητες Επιφ. Απορ. (*10 ⁶ m ³)	Ποσότητες Διήθησης (*10 ⁶ m ³)	Ποσότητες Κατείσδυσης (*10 ⁶ m ³)	Ποσότητες Υπόγειας Απορ. (*10 ⁶ m ³)	Σύνολο Τροφοδοσίας(*10 ⁶ m ³)
Σεμπρενιώτης	22	1518	33		37	0	0	12,2				
Ρουματιανός	25	1396	35		17	0	0	5,8				
Βουκολίες (ενδιαμ.)	11	750	8		19		5	1,6		0,4		
Βουκολίες (σύνολο)	58	1320	77	26	21	4	1	16,3	3,3	0,4	3,7	
Σίριλι (ενδιάμεση)	7	700	5		20		6	1		0,3	0,3	
Ντεριανός (ανάτη)	38	1250	48		18	0	0	8,4				
Ντεριανός (κατάτη)	5	700	4		20		6	0,7		0,2	0,2	
Ντεριανός (σύνολο)	43	1210	52		17		0,4	9,1		0,2	0,2	
Ταυρωνίτης (ενδιαμ.)	7	680	5		19		6	0,9		0,3	0,3	
Ταυρωνίτης (έξοδος)								26,9	0,4	0,6	1	
ΣΥΝΟΛΟ	115	1050	120	26	22	3	1	26,9	3,7	1,2	4,9	31,8*

* Η ποσότητα των 31,8*10⁶m³ αντιστοιχεί στο σύνολο της τροφοδοσίας της κοίτης του Ταυρωνίτη και των υδροφόρων οριζώντων στους Νεογενείς σχηματισμούς της λεκάνης Ταυρωνίτη.

Πίνακας 5.4. Εκτίμηση εισροών Λεκάνης Ταυρωνίτη για την περίοδο 1977-1997 (ΙΓΜΕ).

Τα στοιχεία του Πίνακα 5.4 και ο υπολογισμός της ολικής κατείδυσης συνθέτουν το εκτιμητικό υδατικό ισοζύγιο, το οποίο αναφέρεται παρακάτω:

	P	=	I	+	R	+	E
Όγκος (m ³)	120×10 ⁶		11, 42×10 ⁶		26, 9×10 ⁶		81, 68×10 ⁶
Συντελεστής (%)	100		9, 52		22, 41		68, 07
Ύψος βροχής (mm)	1050		99,96		235,3		714,74

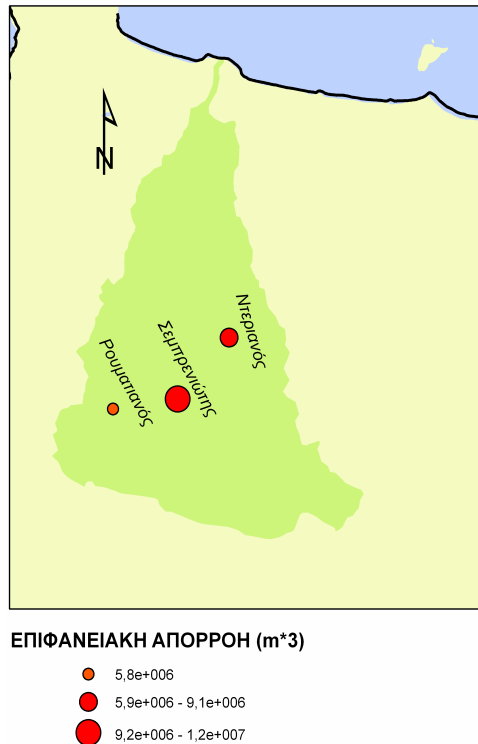
P: Κατακρημνίσματα

I: Κατείδυση

R: Απορροή

E: Εξατμισοδιαπνοή

Από τα δεδομένα του υδατικού ισοζυγίου, προκύπτει ότι υπάρχουν περιθώρια αξιοποίησης του υδάτινου δυναμικού. Στον γενικότερο σχεδιασμό αξιοποίησης προβλέπεται η κατασκευή δυο ταμιευτήρων, στον Ρουματιανό και Σεμπρενιώτη, οι οποίοι θα παρακρατήσουν το 50% περίπου της συνολικής απορροής της λεκάνης. Η υπόλοιπη ποσότητα νερού θα συνεχίσει να ρέει στον Ταυρωνίτη και χαρακτηρίζεται επαρκής για την διατήρηση του υδρογεωλογικού καθεστώτος.

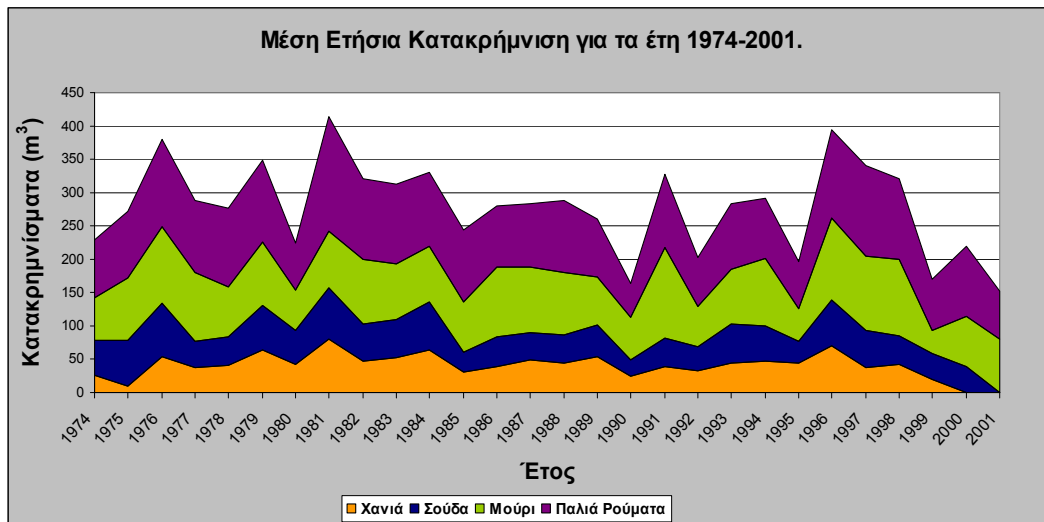


Χάρτης 5.19. Επιφανειακή Απορροή στην λεκάνη του Ταυρωνίτη. Όπως παρατηρούμε και από τον χάρτη αλλά και από τον πίνακα 5.4 η υπολεκάνη του Σεμπρενιώτη έχει την μεγαλύτερη επιφανειακή απορροή.

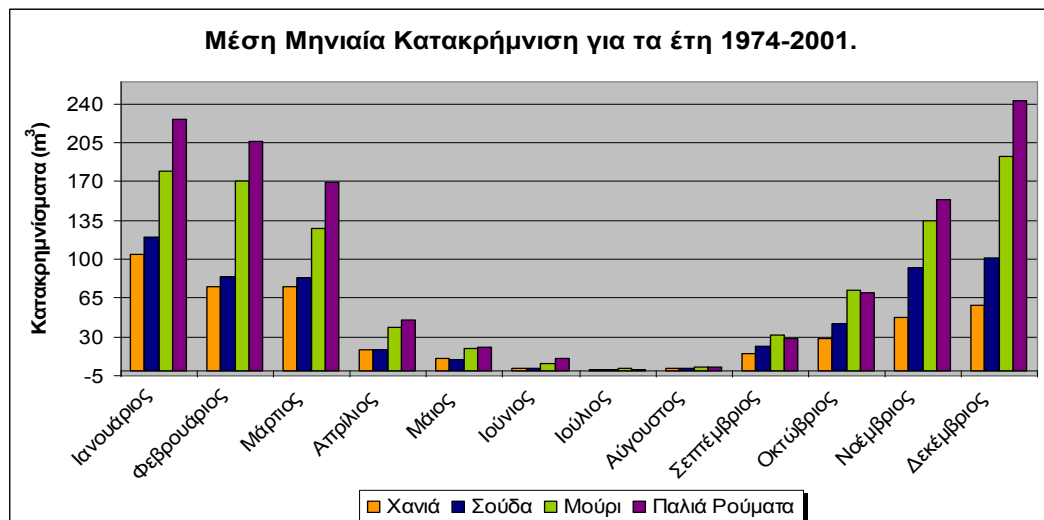
5.5. Υπολογισμός Μέσης Μηνιαίας και Μέσης Ετήσιας Κατακρήμνισης

Κατακρήμνισμα είναι το σύνολο του μετεωρικού νερού που φτάνει στην επιφάνεια της γης με οποιαδήποτε μορφή (βροχή, χιόνι, χαλάζι, δροσιά, κ.τ.λ.) [11].

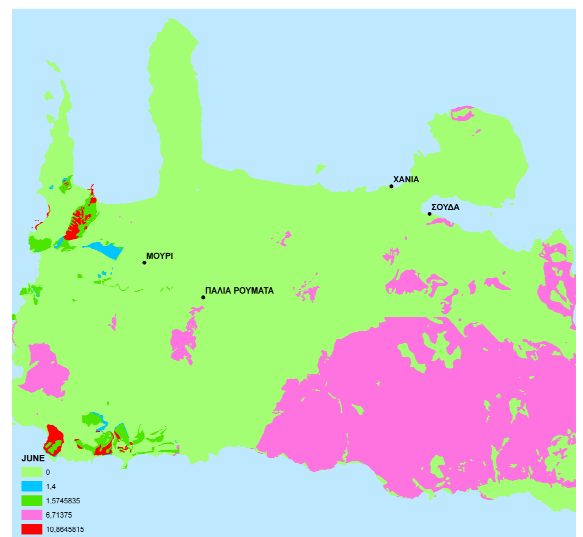
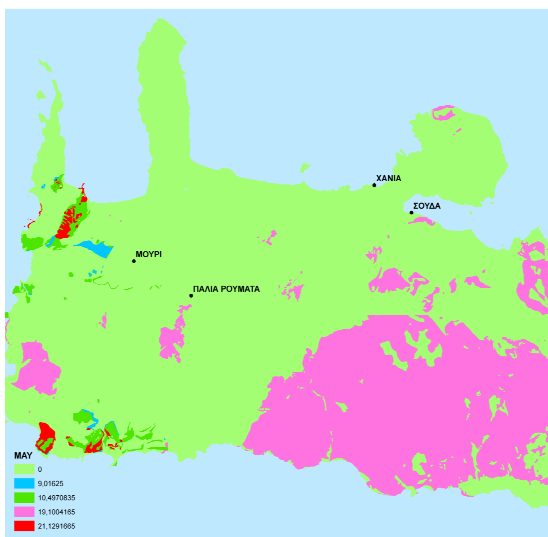
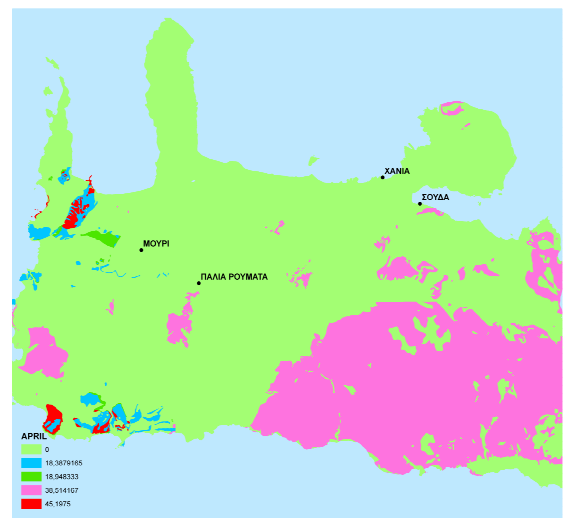
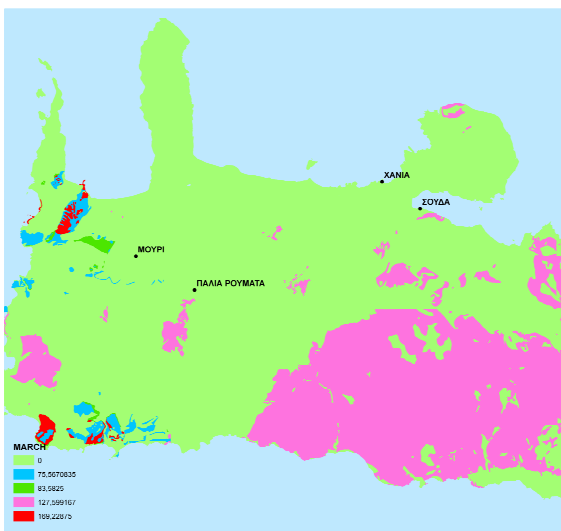
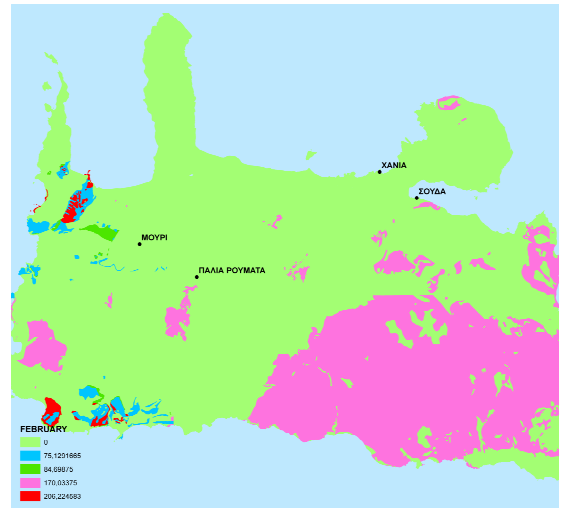
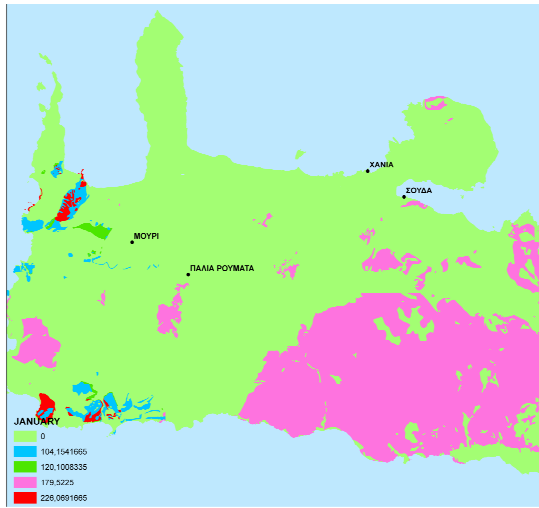
Από τα δεδομένα που έχουμε από τους τέσσερις Μετεωρολογικούς Σταθμούς του Νομού Χανίων (Πίνακες 4.4-4.7) προκύπτουν τα παρακάτω γραφήματα για τη μέση ετήσια και μέση μηνιαία κατακρήμνιση καθώς και οι χάρτες για τη μέση μηνιαία κατακρήμνιση:

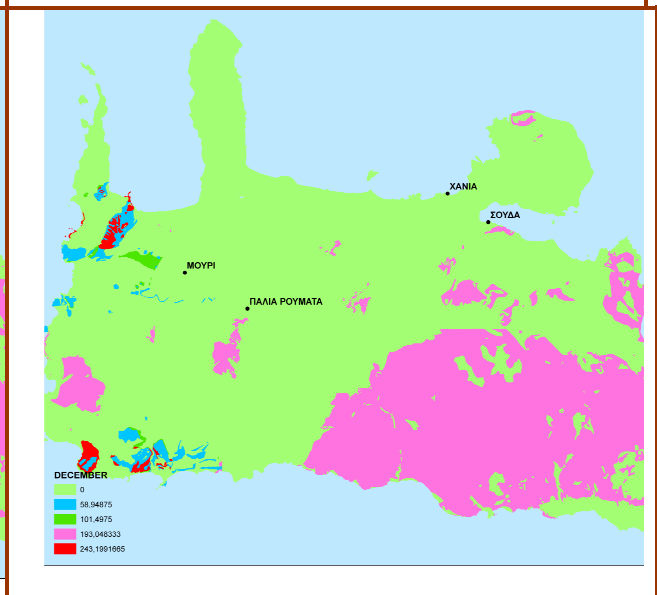
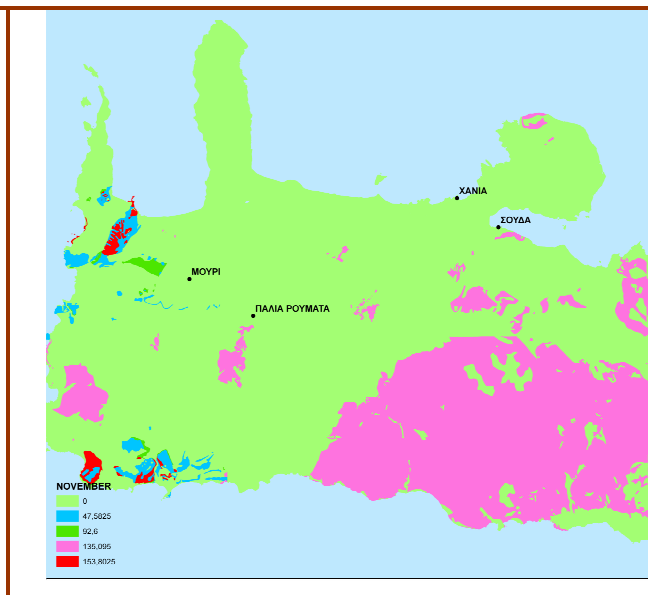
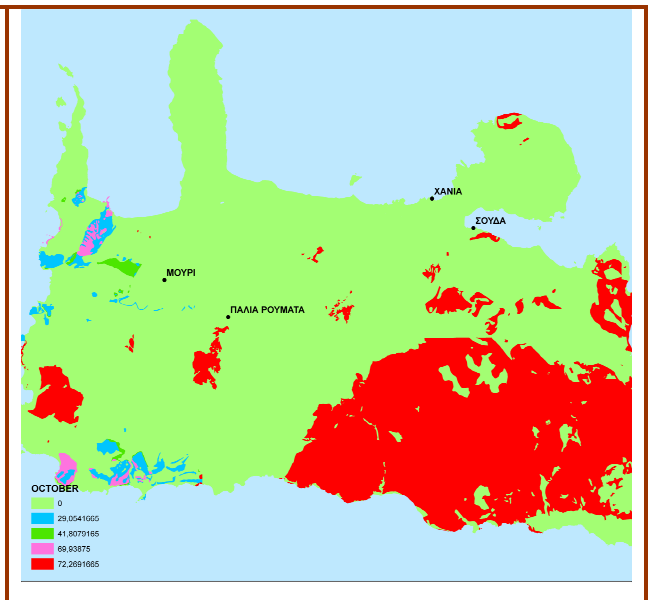
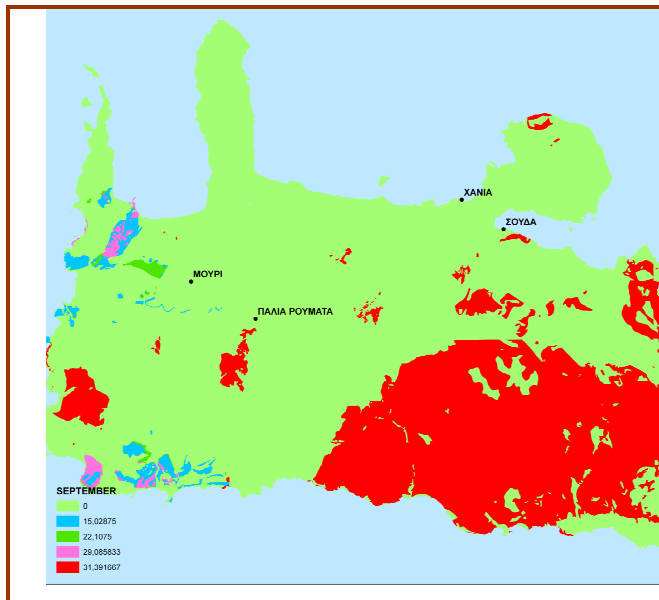
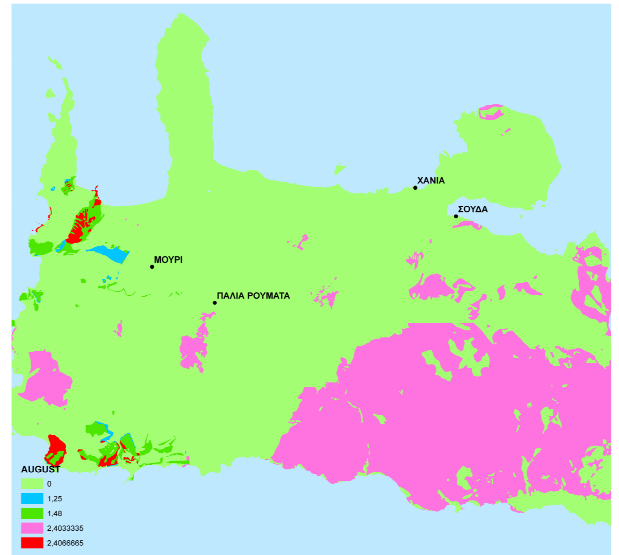
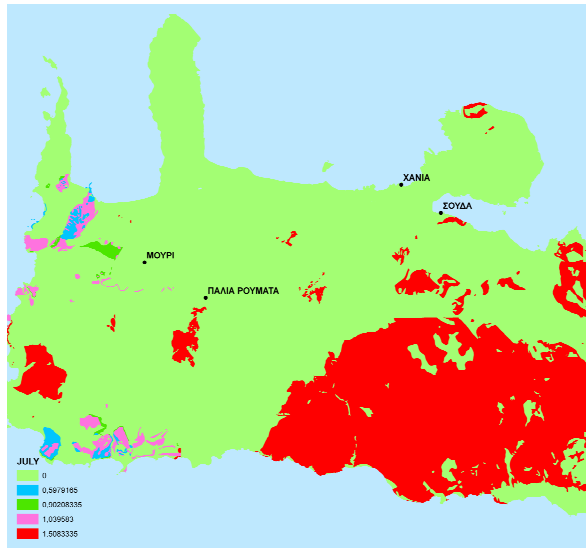


Γράφημα 5.1. Κατανομή των κατακρημισμάτων από το 1974–2001.



Γράφημα 5.2. Κατανομή των κατακρημισμάτων για τους δώδεκα μήνες των ετών 1974-2001.



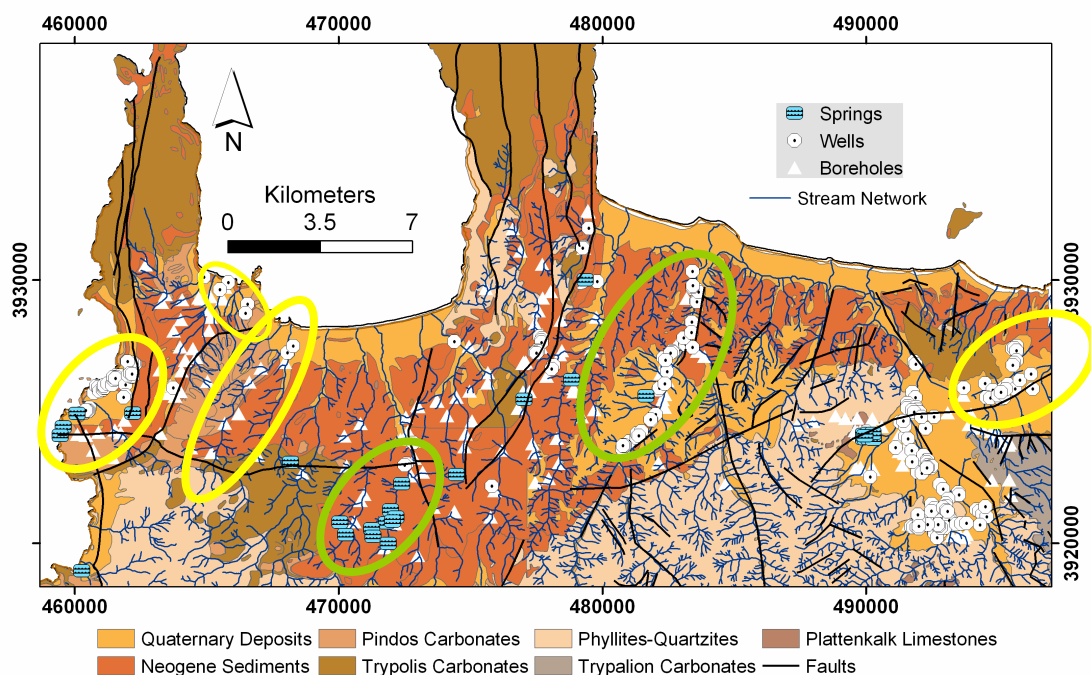


Χάρτες 5.20. Μέση μηνιαία κατακρήμνιση για τα έτη 1974-2001.

6. Συμπεράσματα

6.1. Υδρολογικοί Χάρτες

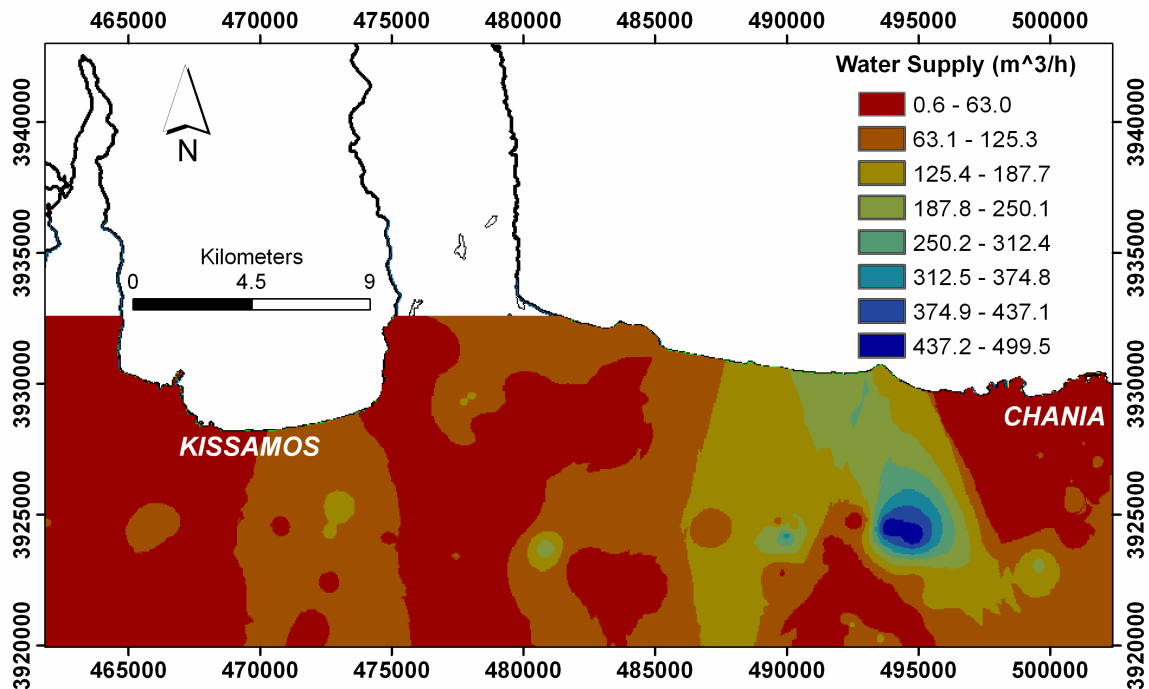
Οι πιθανές χωρικές σχέσεις μεταξύ των υδρολιθολογικών μονάδων, των ρηγμάτων, των πηγών, των γεωτρήσεων, των φρεάτων και της κατανομής των ρεμάτων ελέγχθηκαν με την δημιουργία χαρτών όπως αυτός της παρακάτω εικόνας. Σε πολλές περιπτώσεις οι πηγές, οι γεωτρήσεις και τα φρέατα συμπίπτουν χωρικά είτε με κύριες τεκτονικές γραμμές είτε και με κλάδους του υδρογραφικού δικτύου. Σε κάποιες άλλες περιπτώσεις η γραμμική τους κατανομή υποδηλώνει την πιθανή παρουσία γραμμικών δομών όπως για παράδειγμα επαφές μεταξύ υδρολιθολογικών σχηματισμών.



Εικόνα 6.1. Χωρική συσχέτιση υδρο-λιθολογικών μονάδων, ρηγμάτων, πηγών, γεωτρήσεων, φρεάτων και υδρογραφικού δικτύου. Οι πηγές, τα φρέατα και οι γεωτρήσεις συμπίπτουν είτε με ρήγματα και ρέματα (πράσινοι κύκλοι), είτε η κατανομή τους καταδεικνύει παρουσία γραμμικών δομών όπως είναι τα ρήγματα και οι επαφές μεταξύ των υδρολιθολογικών ενοτήτων (κίτρινοι κύκλοι).

6.2. Χάρτες παροχής Ύδατος

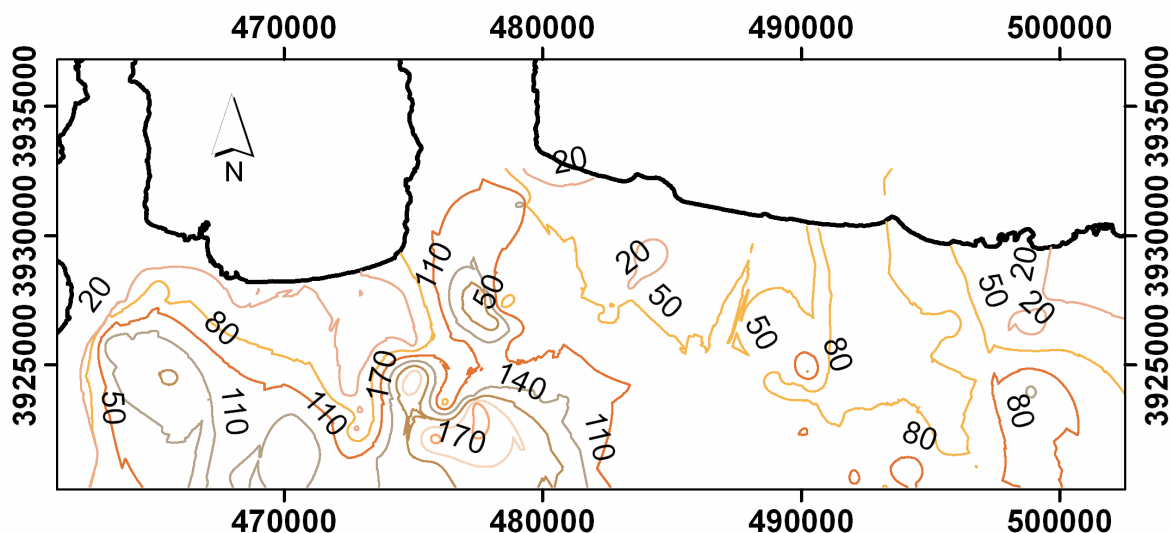
Ο χάρτης παροχής ύδατος ο οποίος κατασκευάστηκε παρουσιάζει μέγιστες τιμές εντός της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνίτη αλλά κυρίως εντός της γειτονικής του εφαπτομενικής προς Ανατολάς λεκάνης του Κερίτη.



Εικόνα 6.2. Χάρτης παροχής ύδατος με μέγιστες τιμές εντός των δύο μεγάλων υδρολογικών λεκανών της περιοχής, του Ταυρωνίτη και του Κερίτη.

6.3. Χάρτες Στάθμης του Ύδατος

Ως μέρος του υδρολογικού κύκλου, το υπόγειο νερό βρίσκεται διαρκώς σε κίνηση από περιοχές φυσικής ή και τεχνητής ανανέωσης προς περιοχές φυσικής ή και τεχνητής εκφόρτισης. Ένας βασικό τρόπος προσέγγισης των διευθύνσεων ροής του υπεδαφικού ύδατος, είναι η δημιουργία χαρτών στάθμης του ύδατος. Για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκαν χάρτες στάθμης όπως αυτός της εικόνας 6.3. οι οποίοι απεικονίζουν την στάθμη σε μέτρα πάνω από την στάθμη της θάλασσας.



Εικόνα 6. 3. Χάρτης στάθμης του ύδατος σε μέτρα πάνω από την στάθμη της θάλασσας.

6.4. Χάρτες ποιότητας του Ύδατος

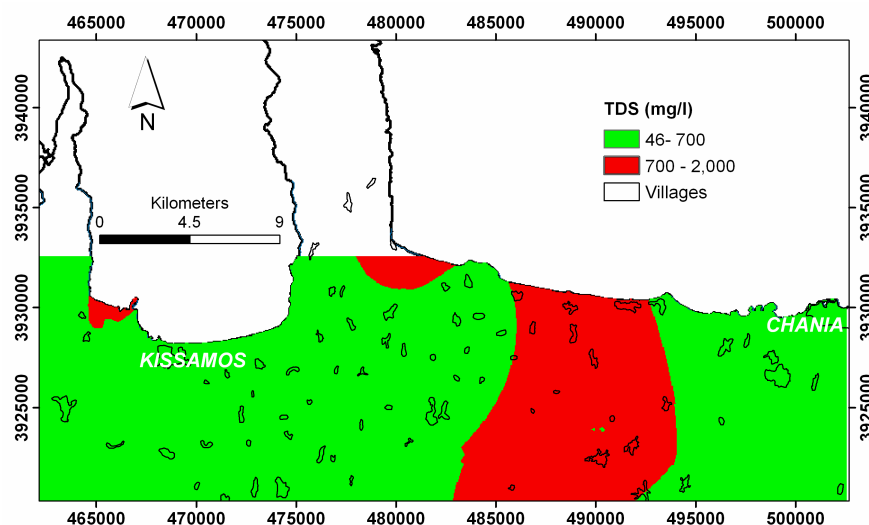
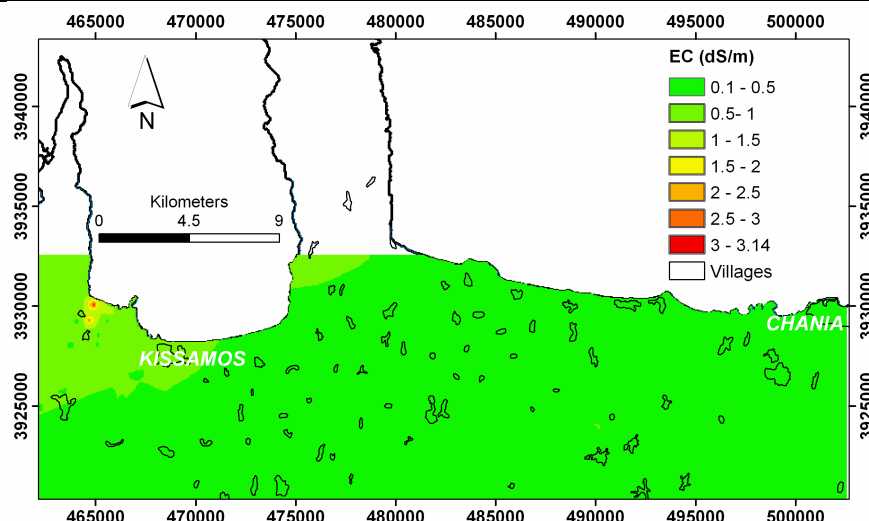
Η παρουσία ή η απουσία ενός πιθανού προβλήματος υφαλμύρισης και η παρακολούθηση της ανάμιξης του φρέσκου με το αλμυρό νερό αξιολογείται από την μέτρηση της Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας (EC) του νερού άρδευσης καθώς και από την μέτρηση των Διαλυμένων στο νερό Στερεών Σωματιδίων (Total Dissolved Solids - (TDS)). Τα δύο αυτά μεγέθη κατά κανόνα επαρκούν για την επαρκή μέτρηση της πιθανότητας υφαλμύρισης.

Η Αγωγιμότητα θεωρείται δείκτης της ποιότητας νερού για πολλούς λόγους αφού συνδέεται με το άθροισμα όλων των διαλυμένων ιόντων. Στα μεσογειακά περιβάλλοντα, η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα, αυξάνεται κατά κύριο λόγο εξαιτίας της υψηλής εξατμισοδιαπνοής, και της έντονης γεωργικής εκμετάλλευσης.

Όπως φαίνεται στις εικόνες 4 και 5 αλλά και στον πίνακα 2, η κατανομή της Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας και της συγκέντρωσης των διαλυμένων στερεών σωματιδίων, υποδηλώνουν μετρίου μεγέθους πρόβλημα για την περιοχή της Κισσάμου ($EC > 1$) αλλά και για το κεντρικό τμήμα της υπό μελέτη περιοχής ($700 < TDS < 2000$), ενώ μια μικρή περιοχή βορειοδυτικά της Κισσάμου παρουσιάζει ιδιαίτερα σοβαρό πρόβλημα άρδευσης ($EC > 3$).

Πίνακας 2. Δείκτες ποιότητας του νερού άρδευσης [14], [15].

Πιθανό Πρόβλημα Άρδευσης	Περιορισμός στην Χρήση		
	<i>Καθόλου</i>	<i>Μικρό - Μέσο</i>	<i>Έντονο</i>
Στερεά Διαλυμένα Σωματίδια (TDS) mg/l	<700	700 - 2,000	>2,000
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC) dS/m	<1	1 to 2.5	>3



Εικόνες 4, 5. Η κατανομή της Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας και των Στερεών Διαλυμένων Σωματιδίων υποδηλώνει μέτρια προβλήματα υφαλμύρισης στην περιοχή της Κισσάμου ($EC > 1$) και στο κεντρικό τμήμα της υπό μελέτη περιοχής ($700 < TDS < 2000$), ενώ μεγάλο πρόβλημα καταδεικνύεται για μια μικρή περιοχή βορειοδυτικά της Κισσάμου ($EC > 3$).

Συμπερασματικά, στην παρούσα πτυχιακή εργασία, συνδυάστηκαν εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) με υδρολογικά μοντέλα.

Οι χάρτες που προέκυψαν, αναδεικνύουν την χωρική σχέση μεταξύ υδρολιθολογικών σχηματισμών, πηγών, τα ρηγμάτων, γεωτρήσεων, φρεάτων και υδρογραφικού δικτύου. Με εκτεταμένη ανάλυση των διαθέσιμων υδρολογικών δεδομένων τόσο σε χρονική όσο και σε χωρική βάση κατασκευάστηκα διαφόρων ειδών θεματικοί χάρτες, όπως π.χ. χάρτες παροχής ύδατος, χάρτες ποιότητας του ύδατος και χάρτες στάθμης του ύδατος.

Η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα και τα Στερεά Διαλυμένα Σωματίδια υποδηλώνουν την ύπαρξη προβλημάτων πιθανής υφαλμύρισης.

Η πρωτεύουσα επίδραση της χρήσης νερού υψηλής Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας στην άρδευση των φυτών φαίνεται στην παραγωγή της σοδειάς αφού το φυτό αδυνατεί να συναγωνιστεί τα ιόντα στο εδαφικό διάλυμα για νερό. Όσο υψηλότερη είναι η Η.Α. τόσο μικρότερη η διαθέσιμη ποσότητα νερού για τα φυτά αν και πιθανά το έδαφος μπορεί να εμφανίζεται αυξημένης υγρασίας.

Τα διαλυμένα στερεά σωματίδια αυξάνονται με την απόρριψη αποβλήτων και την αυξημένη διάβρωση εξαιτίας της μεταβολής των χρήσεων γης στις υδρολογικές λεκάνες.

Επιπροσθέτως, η θετική εκτίμηση του Υδρολογικού ισοζυγίου για την υδρολογική λεκάνη του Ταυρωνίτη, δηλώνει τις αυξημένες δυνατότητες της λεκάνης αφού στο μέλλον, οι τοπικές αρχές σχεδιάζουν την κατασκευή δύο ταμιευτήρων εντός των υπολεκανών του Ρουματιανού και του Σεμπρενιώτη.

Οι δύο ταμιευτήρες ενδέχεται να παγιδεύσουν το 50% της συνολικής απορροής της λεκάνης του Ταυρωνίτη. Το υπόλοιπο 50 % φαίνεται να είναι ικανή ποσότητα για την διατήρηση του υδρο-γεωλογικού καθεστώτος της περιοχής.

Βιβλιογραφία

1. Ullman, J. (1988) Principles of Database and knowledge-Base Systems (Τόμος Α). Computer Science Press.
2. Cassettari, S. (1992) "Towards integrated image-based systems for aerial photographs" in Geographical information-The 1992/3 Yearbook of the Association for Geographic Information.
3. Pequet, D.J. (1984) A conceptual framework and comparison of spatial data models. Cartographica, 21(4):66-113.
4. Raper, J. (1992) Using computer demonstrators and tutors in GIS teaching: lessons from the development of Geographical Information Systems Tutor Cartographica, 28(3):75-87.
5. Frank, Andrew U. (1992) "Acquiring a digital base map. A theoretical investigation into a form of sharing data". URISA Journal, 4(1):10-23.
6. Calkins, H.W, and Tomlinson R.F. (1977) Geographic Information Systems: Methods and Equipment for Land Use Planning. Commission on Geographical Data Sensing and Processing and U.S. Geological Survey, Ottawa.
7. Αναγνωστοπούλου, Ι. (2000) Χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών για τον προσδιορισμό της επίπτωσης της ενεργού τεκτονικής, στο υδρογραφικό δίκτυο Ζεμενού Κορινθίας, Κορινθιακός Κόλπος. Ανέκδοτη Μεταπτυχιακή Διατριβή, Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης στις Περιβαλλοντικές Επιστήμες, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
8. Κούλη, Μ και Αλεξάκης, Δ. (2005) Σημειώσεις Εργαστηρίου Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, Χανιά.
9. Τσιούμα, Β. (2005) Υδρογεωφυσική και Υδρογεωλογική μελέτη στη λίμνη της Αγκιάς και στη λεκάνη του ποταμού Κερίτη, Χανιά.
10. Σουπιός
11. Σούλιος, Γ. (1986) Γενική Υδρογεωλογία (Τόμος Α), Εκδόσεις επιστημονικών βιβλίων και περιοδικών, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

12. Σουπιός, Π. (2004) Σημειώσεις Εργαστηρίου Υδρογεωλογίας, Χανιά
13. Λεξικό από το πρόγραμμα ArcGIS 9.0
14. Ayers, R.S. and D.W. Westcot., Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 (Rev. 1), Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Rome, Italy, 1985, 174 p.
15. Alberta Agriculture. Salinity classification, mapping, and management in Alberta. 1998. Internet: www.agric.gov.ab.ca/soil/salinity/index.html

Σελίδες από το διαδίκτυο

16. www.diakinotiki.gr
17. www.geocities.com/jkostaras/gis.html
18. www.chania.gr/eldocs/g-geo.jsp
19. www.chaniacrete.gr/gr/
20. www.chaniacrete.gr/gr/chania/climate.html