

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Διερεύνηση χωρικής κατανομής μετεωρολογικών μεταβλητών. Εφαρμογή στον ελληνικό χώρο», ανατέθηκε από το Διεπιστημονικό – Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Επιστήμη & Τεχνολογία Υδατικών Πόρων» του Ε.Μ.Π. τον Σεπτέμβριο του 2005 και ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2006. Αποτελεί κατάθεση προσωπικής προσπάθειας που όμως, δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί χωρίς την αμέριστη συμπαράσταση και επιστημονική καθοδήγηση ανθρώπων που, δίχως άλλο, σφράγισαν την πορεία μου.

Καταρχήν, θα ήθελα μέσα από την καρδιά μου να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Νίκο Μαμάση, Λέκτορα του Ε.Μ.Π. που μου εμπιστεύθηκε την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής μεταπτυχιακής εργασίας και μου έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον επιστημονικό αντικείμενο. Η υπόδειξη μεθοδολογικών εργαλείων, οι επιστημονικές συμβουλές του και η εν γένει καθοδήγησή του αποτέλεσαν πολύτιμα συστατικά για την καλύτερη μελέτη και ανάπτυξη του αντικειμένου της εργασίας.

Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.) για την παροχή των μηνιαίων κλιματολογικών δελτίων με όλες τις απαραίτητες μετεωρολογικές μεταβλητές.

Ταυτόχρονα, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους διδάσκοντες του Διεπιστημονικού-Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων» που μου προσέφεραν μια νέα οπτική θεώρηση του πραγματικού κόσμου, πολύπλευρη και πολυδιάστατη, αλλά και πολύτιμα μεθοδολογικά εργαλεία για την καλύτερη ανάπτυξη των υδατικών πόρων στη χώρα μας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και πάνω από όλα τον σύζυγο μου, Κων/νο Πονηρό, για την αμέριστη ηθική και συναισθηματική υποστήριξή του όλο αυτό το δύσκολο διάστημα, αλλά και τους γονείς μου που με κατεύθησαν στα «ελκυστικά» μονοπάτια της επιστήμης και της γνώσης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1:

| | |
|--|----|
| 1.1 Περίληψη..... | 8 |
| 1.2 English Abstract..... | 10 |
| 1.3 Διάρθρωση εργασίας..... | 12 |
| 1.4 Εισαγωγή..... | 13 |
| 1.5 Τρόποι μέτρησης μετεωρολογικών μεταβλητών..... | 16 |
| 1.5.1 Θερμοκρασία..... | 16 |
| 1.5.2 Ηλιοφάνεια και νέφωση..... | 18 |
| 1.5.3 Σχετική υγρασία..... | 19 |
| 1.5.4 Βροχόπτωση..... | 20 |
| 1.5.5 Ατμοσφαιρική πίεση..... | 22 |

Κεφάλαιο 2:

| | |
|---|----|
| 2.1 Περιγραφή πληροφοριακού συστήματος..... | 25 |
| 2.1 Γενικά για τα ΓΣΠ..... | 25 |
| 2.1.2 Θεματική οργάνωση περιγραφικών δεδομένων..... | 29 |
| 2.1.3 Στάδια και διαδικασίες ενός ΓΣΠ..... | 29 |
| 2.1.4 Εφαρμογές των ΓΣΠ..... | 30 |
| 2.1.5 Γενικά για το ArcGis..... | 32 |
| 2.1.6 Βάση δεδομένων..... | 34 |
| 2.2 Σχεδιασμός πληροφοριακού συστήματος..... | 37 |
| 2.2.1 Σύνδεση πινάκων..... | 43 |
| 2.2.2 Δημιουργία ιστογραμμάτων..... | 46 |

Κεφάλαιο 3:

| | |
|--|----|
| 3.1 Μέθοδοι χωρικής ολοκλήρωσης μετεωρολογικών μεταβλητών..... | 49 |
| 3.1.1 Ψηφιδωτή διαμέριση..... | 49 |
| 3.1.2 Παράμετροι μεθόδων..... | 49 |

| | |
|---|----|
| | 6 |
| 3.1.3 Στάδια εφαρμογής μεθόδων..... | 50 |
| 3.1.4 Πλεονεκτήματα..... | 51 |
| 3.1.5 Προσδιοριστικές μέθοδοι..... | 51 |
| 3.1.6 Άλλες μεθοδολογίες..... | 52 |
| 3.2 Εφαρμογή μεθόδων χωρικής ολοκλήρωσης στην παρούσα εφαρμογή..... | 54 |

Κεφάλαιο 4:

| | |
|---|----|
| 4.1 Γενικά για τη χαρτογραφική απόδοση..... | 61 |
| 4.2 Τα στοιχεία ενός χάρτη..... | 62 |
| 4.3 Ο ηλεκτρονικός χάρτης ενάντια στον παραδοσιακό χάρτη..... | 62 |
| 4.4 Διαμόρφωση χάρτη..... | 64 |
| 4.4.1 Προσανατολισμός χάρτη..... | 64 |
| 4.4.2 Μέγεθος χάρτη..... | 66 |
| 4.4.3 Προσθήκη τίτλων..... | 68 |
| 4.4.4 Προσθήκη δείκτη βορρά..... | 69 |
| 4.4.5 Προσθήκη δείκτη κλίμακας..... | 70 |
| 4.4.6 Υπόμνημα..... | 71 |
| 4.5 Κατασκευή χαρτών..... | 73 |
| 4.5.1 Περιγραφή χαρτών..... | 73 |
| 4.5.2 Σχολιασμός χαρτών..... | 94 |

Κεφάλαιο 5:

| | |
|------------------------------|-----|
| 5.1 Γενικά συμπεράσματα..... | 101 |
| 5.2 Ειδικά συμπεράσματα..... | 102 |
| Παράρτημα..... | 105 |
| Βιβλιογραφία..... | 127 |

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|---|-----|
| Πίνακας 1 : Σταθμοί Μετρήσεων..... | 14 |
| Σχήμα 1 : Αισθητήρας ηλιοφάνειας..... | 18 |
| Σχήμα 2 : Τυπικό βροχόμετρο..... | 20 |
| Σχήμα 3 : Ηλεκτρονικό βροχόμετρο..... | 21 |
| Σχήμα 4 : Υδραργυρικά βαρόμετρα..... | 23 |
| Σχήμα 5 : Το ανεροειδές βαρόμετρο..... | 24 |
| Σχήμα 6 : Βαρογράφος..... | 24 |
| Σχήμα 7 : ΓΣΠ Δήμου Λαυρεωτικής..... | 26 |
| Σχήμα 8 : Πίνακας Περιγραφικών Χαρακτηριστικών..... | 27 |
| Πίνακας 2 : Πεδία Εφαρμογής των ΓΣΠ..... | 32 |
| Σχήμα 9 : Δομή του ArcGIS Desktop..... | 34 |
| Σχήμα 10 : Βάση δεδομένων..... | 36 |
| Πίνακας 3 : Αρχική μορφή εισαγωγής δεδομένων..... | 37 |
| Πίνακας 4 : Τροποποιημένη βάση δεδομένων..... | 38 |
| Πίνακας 5 : Ετήσιες τιμές μεταβλητών..... | 39 |
| Πίνακας 6 : Βάση δεδομένων στο ArcMap..... | 40 |
| Σχήμα 11 : Ένωση πινάκων..... | 46 |
| Σχήμα 12 : Ορογραφική επίδραση στην ανύψωση του αέρα..... | 95 |
| Πίνακας 7 : Πίνακας μεγίστων και ελαχίστων τιμών..... | 104 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο κύριος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της χωρικής κατανομής των κλιματικών μεταβλητών και η εφαρμογή τους στον ελληνικό χώρο μέσω του Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών. Η διερεύνηση που επιχειρείται περιλαμβάνει τη μέτρηση, καταγραφή, ανάλυση και επεξεργασία των κλιματικών δεδομένων που προέρχονται από 40 μετεωρολογικούς σταθμούς σε όλη την Ελλάδα, με σκοπό τη δημιουργία κλιματικών χαρτών.

Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων των τιμών διαφόρων κλιματικών μεταβλητών σε 40 σταθμούς στον ελληνικό χώρο για 32 συνεχόμενα έτη (1965-1996). Οι 40 σταθμοί αφορούν 5 περιοχές της Πελοποννήσου, 3 περιοχές της Αττικής, 4 περιοχές της Κρήτης, 2 περιοχές της Εύβοιας, 14 περιοχές της κεντρικής και βόρειας ηπειρωτικής Ελλάδας, καθώς και περιοχές στα νησιά Χίος, Σκύρος, Σάμος, Ρόδος, Νάξος, Μυτιλήνη, Μήλος, Λήμνος, Κύθηρα, Κέρκυρα, Ζάκυνθος και Κεφαλονιά. Τα κλιματικά δεδομένα ήταν διαθέσιμα μέσω των μηνιαίων μετεωρολογικών δελτίων της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) και αφορούσαν στοιχεία για τη μέση μηνιαία θερμοκρασία, τη μέγιστη και την ελάχιστη θερμοκρασία, τη μέση μηνιαία ατμοσφαιρική πίεση στη στάθμη της θάλασσας, την σχετική υγρασία, τη νέφωση, το ολικό ύψος νετού, το μέγιστο ύψος νετού 24ωρου, καθώς και τις ημέρες νετού.

Μία σημαντική παρατήρηση που θα πρέπει να αναφέρουμε είναι ότι οι 40 σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν είναι όλοι της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και προφανώς έχουν κατασκευαστεί σε μέρη όπου υπάρχουν αεροδρόμια. Έτσι, λοιπόν οι σταθμοί αυτοί δεν είναι αντιπροσωπευτικοί του αναγλύφου της Ελλάδας, πράγμα που σημαίνει ότι δεν υπάρχουν σταθμοί μέτρησης μετεωρολογικών μεταβλητών σε μεγάλα υψόμετρα, όπως για παράδειγμα στις κορυφές της Πίνδου.

Στη συνέχεια, με κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων αυτών έγινε η εισαγωγή της βάσης δεδομένων στο Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ArcGis), όπου και έγινε η παραγωγή των κλιματικών χαρτών με βάση τις μηνιαίες τιμές των κλιματικών μεταβλητών με ιστογράμματα και στους 40 σταθμούς σε όλη την Ελλάδα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι χάρτες του ολικού ύψους βροχής,

όπου παρατηρούμε έντονα ότι στη Δυτική Ελλάδα οι βροχοπτώσεις είναι αρκετά πιο έντονες από την Ανατολική και νησιωτική Ελλάδα, καθώς και της σχετικής υγρασίας, αλλά και της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας.

Επίσης, αναλύθηκαν οι μέθοδοι χωρικής ολοκλήρωσης μετεωρολογικών μεταβλητών και δημιουργήθηκε μία σειρά χαρτών με την εφαρμογή της μεθόδου Kriging για τις μέσες ετήσιες τιμές της βροχόπτωσης, της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας στον ελληνικό χώρο.

1.2 English Abstract

The main purpose of the present diplomatic work is the investigation of territorial distribution of several climatic variables and their application in Greece with the use of G.I.S. (Geographic Information System). The investigation which is being attempted includes the measurement, recording, analysis and treatment of climatic data, which come from 40 meteorological stations in all Greece, aiming at the creation of climatic maps.

To be more specific, a database of prices of various climatic variables was created in 40 stations in Greece for 32 possessed years (1965-1996).). The 40 stations are placed in 5 regions in Peloponnese, 3 regions in Attica, 4 regions in Crete, 2 regions in Evia, 14 regions in central and northern continental Greece, as well as regions in the islands Chios, Skyros, Samos, Rhodes, Naxos, Mitilini, Milos, Limnos, Kithira, Corfu, Zakynthos and Kephallonia. The climatic data was available via the monthly weather forecasts of National Meteorological Service (E.M.Y.) and concerned elements for the temperature, the atmospheric pressure, the relative humidity, the sunshine, the total height of precipitation, the biggest height of precipitation in 24 hours, as well as the days of precipitation.

An important observation that must be reported is that the 40 stations that were used, are all of the National Meteorological Service and obviously have been placed in areas, where exist airports. Therefore, these stations are not representative of the geographical morphology of Greece, which means that do not exist stations of measurements of meteorological variables in high altitudes, as for example in the tops of Pindos.

Then, with suitable processing of this data became the import of databank in the System of Geographic Information (ArcGis) in the environment of ArcMap 9.0, where became also the production of climatic maps based on the monthly prices of climatic variables with histograms in the 40 stations in all Greece. The maps of total height of precipitation present particular interest, where we observe intensely that in Western Greece the rainfalls are enough more intense than Eastern and islander Greece. The same is observed with the relative humidity. On the other side, average monthly temperature is higher in Southern Greece and particularly in Crete, than in Northern and Western regions.

Finally, the methods of territorial completion of meteorological variables were analyzed and were created a line of maps with the application of the method Kriging on the average annual values of precipitation, temperature and the relative humidity in the Greek area.

1.3 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Διερεύνηση χωρικής κατανομής κλιματικών μεταβλητών στον ελληνικό χώρο» αποτελείται από 5 κεφάλαια.

Πιο συγκεκριμένα, στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των 40 σταθμών στην ελληνικό χώρο με τις γεωγραφικές τους συντεταγμένες, καθώς και το ύψος βαρομέτρου. Επίσης, παρουσιάζονται τα κλιματικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν από την Ε.Μ.Υ. και περιγράφονται οι τρόποι μέτρησης της θερμοκρασίας, της ηλιοφάνειας και νέφωσης, της σχετικής υγρασίας, της βροχόπτωσης και της ατμοσφαιρικής πίεσης.

Στο κεφάλαιο 2 περιγράφεται το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών ArcGis και αναλύονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων, καθώς και για την παραγωγή των κλιματικών χαρτών.

Στο κεφάλαιο 3 αναλύονται οι μέθοδοι χωρικής ολοκλήρωσης μετεωρολογικών μεταβλητών και ακολουθεί μία σειρά χαρτών με την εφαρμογή των μεθόδων στον ελληνικό χώρο.

Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται οι κλιματικοί χάρτες-χάρτες χρονοσειρών, όπως αυτοί προέκυψαν από την επεξεργασία στο ArcGis. Σε κάθε χάρτη απεικονίζεται σε ιστογράμματα μία κλιματική μεταβλητή ανά μήνα και στους 40 σταθμούς σε όλη την Ελλάδα, καθώς και η μέση ετήσια τιμή.

Τέλος, στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα.

1.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών διαπιστώθηκε σε πολλές χώρες ότι οι ανάγκες για αξιόπιστες και ενημερωμένες πληροφορίες γύρω από τη γη, την κοινωνία και το περιβάλλον δεν μπορούσαν να ικανοποιηθούν με τους παραδοσιακούς τρόπους συλλογής, καταγραφής, ενημέρωσης και επεξεργασίας πληροφοριών. Έτσι, ειδικά από τις αρχές της δεκαετίας του '80, γνώρισαν εξαιρετικά μεγάλη ανάπτυξη τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

Οι κυριότεροι λόγοι που ώθησαν την τεχνολογία των ΓΣΠ στα μεγάλα άλματα των τελευταίων 25 ετών ήταν :

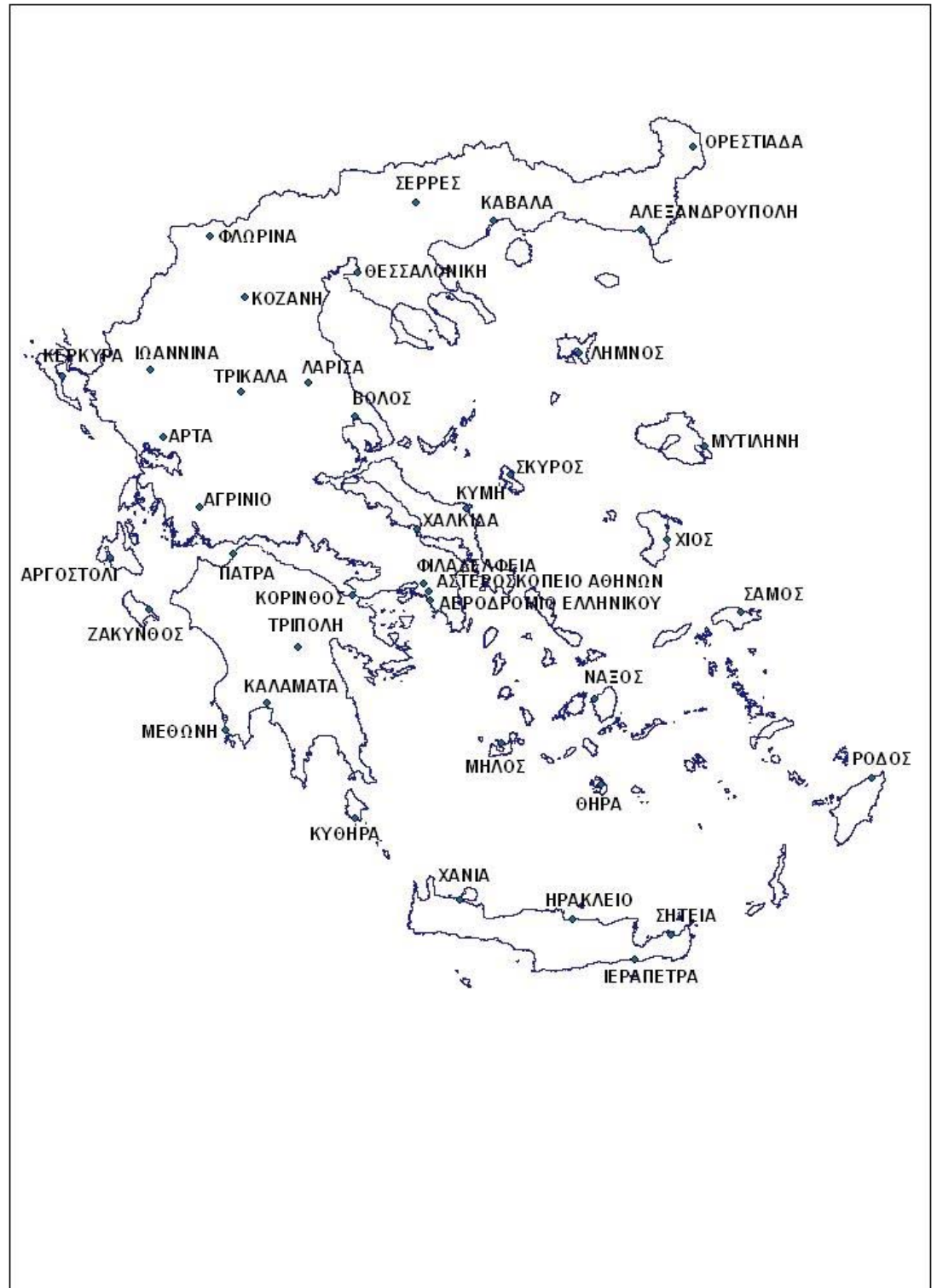
- Η μεγάλη ανάπτυξη της πληροφορικής και το διαρκώς μειούμενο κόστος των αντίστοιχων μηχανημάτων και προγραμμάτων
- Η βελτίωση των μαθηματικών μεθόδων ανάλυσης, ερμηνείας και πρόβλεψης των συνθηκών του γήινου περιβάλλοντος
- Η διαρκώς αυξανόμενη ανησυχία για την περιβαλλοντική υποβάθμιση τόσο σε τοπική, όσο και σε εθνική και υπερεθνική κλίμακα
- Η αδυναμία επεξεργασίας με παραδοσιακούς τρόπους του τεράστιου αριθμού στοιχείων και σύνθετων επεξεργασιών που απαιτούνται για την μελέτη των φυσικών, κοινωνικών και οικονομικών μεγεθών των σύγχρονων πολύπλοκων προβλημάτων ανάπτυξης.

Ακριβώς στα πλαίσια αυτά προσδιορίζεται και ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η οποία έχει ως σκοπό τη δημιουργία κλιματικών χαρτών μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών που αφορούν 40 σημεία της ηπειρωτικής και νησιωτικής Ελλάδας για χρονικό διάστημα 32 ετών (1965-1996). Τα κλιματικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται στα μηνιαία κλιματολογικά δελτία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) για τα 32 συνεχόμενα έτη.

Οι 40 σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν με τις γεωγραφικές τους συντεταγμένες και το ύψος βαρομέτρου παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

| ΣΤΑΘΜΟΙ | Γεωγραφικό Πλάτος | Γεωγραφικό Μήκος | Ύψος Βαρομέτρου (m) |
|----------------------|-------------------|------------------|---------------------|
| Αστεροσκοπείο Αθηνών | 37 58 | 23 43 | 107 |
| Αθήνα (Φιλαδέλφεια) | 38 3 | 23 40 | 138 |
| Αθήνα (Ελληνικό) | 37 54 | 23 44 | 15 |
| Αγρίνιο | 38 37 | 21 23 | 47 |
| Αλεξανδρούπολη | 40 51 | 25 55 | 3 |
| Αργοστόλι | 38 11 | 20 29 | 5 |
| Άρτα | 39 10 | 21 0 | 39 |
| Βόλος | 39 23 | 22 56 | 7 |
| Ζάκυνθος | 37 47 | 20 53 | 4 |
| Ηράκλειο | 35 20 | 25 11 | 39 |
| Θεσσαλονίκη | 40 31 | 22 58 | 4 |
| Θήβα | 36 25 | 25 26 | 208 |
| Ιεράπετρα | 35 0 | 25 44 | 16 |
| Ιωάννινα | 39 42 | 20 49 | 483 |
| Καβάλα | 40 54 | 24 36 | 5 |
| Καλαμάτα | 37 4 | 22 1 | 8 |
| Κέρκυρα | 39 37 | 19 55 | 4 |
| Κοζάνη | 40 18 | 21 50 | 627 |
| Κόρινθος | 38 2 | 22 44 | 20 |
| Κύθηρα | 36 9 | 23 0 | 167 |
| Κύμη | 38 38 | 24 6 | 221 |
| Λάρισα | 39 39 | 22 27 | 74 |
| Λήμνος | 39 55 | 25 14 | 4 |
| Μεθώνη | 36 50 | 21 42 | 34 |
| Μήλος | 36 41 | 24 28 | 183 |
| Μυτιλήνη | 39 3 | 26 36 | 5 |
| Νάξος | 37 6 | 25 23 | 9 |
| Σουφλί | 41 8 | 21 11 | 22 |
| Πάτρα | 38 15 | 21 44 | 3 |
| Ρόδος | 36 24 | 28 5 | 11 |
| Σάμος | 37 42 | 26 54 | 3 |
| Σέρρες | 41 4 | 23 34 | 35 |
| Σητεία | 35 12 | 26 6 | 27 |
| Σκύρος | 38 54 | 24 33 | 6 |
| Τρίκαλα | 39 33 | 21 46 | 116 |
| Τρίπολη | 37 32 | 22 24 | 662 |
| Φλώρινα | 40 47 | 21 24 | 662 |
| Χαλκίδα | 38 28 | 23 36 | 6 |
| Χανιά | 35 30 | 24 2 | 63 |
| Χίος | 38 20 | 26 8 | 4 |

Πίνακας 1: Σταθμοί μετρήσεων



Τα κλιματικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- Η μέση μηνιαία πίεση στη στάθμη της θάλασσας
- Η μέση μηνιαία θερμοκρασία
- Η μέγιστη μηνιαία απόλυτη θερμοκρασία
- Η ελάχιστη μηνιαία απόλυτη θερμοκρασία
- Η σχετική υγρασία
- Το ολικό ύψος υετού
- Το μέγιστο ύψος υετού 24ώρου
- Η νέφωση στις 8:00 πμ.
- Η νέφωση στις 14:00 μμ.
- Η νέφωση στις 20:00 μμ.
- Οι ημέρες υετού

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε ότι οι 40 σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν είναι όλοι της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και προφανώς έχουν κατασκευαστεί σε μέρη όπου υπάρχουν αεροδρόμια. Έτσι, λοιπόν οι σταθμοί αυτοί δεν είναι αντιπροσωπευτικοί του αναγλύφου της Ελλάδας, με αποτέλεσμα το κύριο πρόβλημα να είναι το γεγονός ότι δεν υπάρχουν σταθμοί μέτρησης μετεωρολογικών μεταβλητών σε μεγάλα υψόμετρα, όπως για παράδειγμα στις κορυφές της Πίνδου.

1.5 Τρόποι μέτρησης μετεωρολογικών μεταβλητών

1.5.1 Θερμοκρασία

Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι εύκολη και άλλωστε όλοι είμαστε εξοικειωμένοι με αυτή. Τα τυπικά θερμόμετρα που χρησιμοποιούνται στις μετεωρολογικές μετρήσεις διακρίνονται σε συνήθη, για περιοδικές μετρήσεις (π.χ. από 1 έως 4 ανά ημέρα), μεγίστου (υδραργυρικά με στραγγαλισμό στη βάση), ελαχίστου (με αλκοόλη που παρασύρει το δείκτη με επιφανειακή τάση) ή και συνδυασμένα μεγίστου-ελαχίστου. Η ακρίβεια των μετρήσεων απαιτεί την καλύτερη δυνατή προστασία των θερμομέτρων από την ηλιακή ακτινοβολία (άμεση ή έμμεση). Πράγματι, το οποιοδήποτε θερμόμετρο δεν μετρά τίποτε περισσότερο από την ίδια τη θερμοκρασία του που πρέπει να ταυτίζεται με αυτή του σημείου που χρειάζεται

μέτρηση. Η παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας δεν επηρεάζει τη θερμοκρασία του αέρα, αλλά το θερμόμετρο που τυχόν εκτίθεται σε αυτήν επηρεάζεται πολύ λόγω απορρόφησης της ακτινοβολίας. Τυπικά, τα θερμόμετρα τοποθετούνται μέσα σε μετεωρολογικούς κλωβούς, δηλαδή περσιδωτά ξύλινα κουτιά που εξασφαλίζουν σκίαση επιτρέποντας την ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα.

Η συνεχής καταγραφή της θερμοκρασίας γίνεται με θερμογράφο, όργανο με τύμπανο καταγραφής και μηχανικό αισθητήρα, του οποίου η λειτουργία κατά κανόνα βασίζεται σε διμεταλλικό έλασμα που η συστολή ή διαστολή του μετακινεί κατάλληλα τη θέση της ακίδας καταγραφής. Πιο σύγχρονα όργανα, τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως σε αυτόματους μετεωρολογικούς σταθμούς βασίζονται στη μέτρηση της ηλεκτρικής αντίστασης θερμικά ευαίσθητων στοιχείων ή σε θερμίστορ (ημιαγωγούς με χαρακτηριστικά που εξαρτώνται έντονα από τη θερμοκρασία).

Στην τυπική παρουσίαση των μετρήσεων θερμοκρασίας δίνονται η μέση, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία σε ημερήσια βάση, καθώς και οι μέσοι όροι αυτών σε μηνιαία βάση. Η μέγιστη και ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία προκύπτουν από άμεσες αναγνώσεις είτε των θερμομέτρων μεγίστου και ελάχιστου, είτε της ταινίας του θερμογράφου (θερμογράφημα). Η μέση ημερήσια θερμοκρασία προκύπτει με ακρίβεια από ολοκλήρωση του ημερήσιου θερμογραφήματος και προσεγγιστικά είτε ως ο σταθμισμένος μέσος όρος των μετρήσεων (τουλάχιστον τριών) σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, είτε ως το ημιάθροισμα της μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας.

Η ισχυρή εξάρτηση της θερμοκρασίας με το υψόμετρο μπορεί να αξιοποιηθεί κατά την επεξεργασία των χρονοσειρών. Για παράδειγμα, η επιφανειακή μέση θερμοκρασία μιας λεκάνης που περιλαμβάνει έναν σταθμό μέτρησης θερμοκρασίας μπορεί να γίνει από τη σχέση:

$$T_s = T_\sigma - \alpha \cdot (z_s - z_\sigma)$$

όπου T_s και T_σ η θερμοκρασία της λεκάνης (επιφανειακή μέση) και του σταθμού, αντίστοιχα z_s και z_σ το μέσο υψόμετρο της λεκάνης και του σταθμού και α ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας με το υψόμετρο, γνωστός ως *θερμοκρασιακή βαθμίδα* ή *θερμοβαθμίδα*. Τυπικά, για αύξηση του υψομέτρου κατά 1000 m παρατηρείται

μείωση της θερμοκρασίας κατά $6,5^{\circ}\text{C}$, δηλαδή $\alpha = 6,5^{\circ}\text{C} / 1000 \text{ m} = 0,0065 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$.
Βεβαίως, η τιμή αυτή μεταβάλλεται γεωγραφικά και χρονικά.

1.5.2 Ηλιοφάνεια και νέφωση

Η διάρκεια ηλιοφάνειας επηρεάζει την καθαρή ακτινοβολία τόσο των βραχέων, όσο και των μακρών κυμάτων και γι' αυτό είναι χρήσιμη για την εκτίμηση της καθαρής ακτινοβολίας όταν δεν υπάρχουν άμεσες μετρήσεις. Τυπικό όργανο μέτρησης της ηλιοφάνειας είναι ο ηλιογράφος, μια γυάλινη σφαίρα που συγκεντρώνει τις ακτίνες του ήλιου σε ένα συγκεκριμένο σημείο μιας χάρτινης ταινίας, με αποτέλεσμα να καίει το χαρτί σε αυτό το σημείο. Το ίχνος που συγκεντρώνονται οι ακτίνες μετακινείται με τη θέση του ήλιου και έτσι από την πορεία του καμένου ή όχι ίχνους μπορεί να βρεθεί η διάρκεια ηλιοφάνειας. Υπάρχει επίσης και ο αισθητήρας ηλιοφάνειας (Σχήμα 1), ο οποίος μετράει την ολική ηλιακή ακτινοβολία, τη διάχυτη ακτινοβολία και τη διάρκεια ηλιοφάνειας. Μετρά την ηλιοφάνεια έμμεσα, με λογική ακρίβεια, χρησιμοποιώντας μια απλή εξίσωση, βασισμένη στην ολική ακτινοβολία και στην αναλογία ολικής και άμεσης ακτινοβολίας.



Σχήμα 1: Αισθητήρας ηλιοφάνειας

Νεότερα όργανα ανιχνεύουν τη δημιουργία ή όχι σκιάς με βάση φωτοηλεκτρικά στοιχεία διατεταγμένα περιμετρικά γύρω από ένα κατακόρυφο στοιχείο, η ύπαρξη σκιάς ερμηνεύεται ως παρουσία ηλιοφάνειας.

Σχετικό μέγεθος με την ηλιοφάνεια είναι και η νέφωση ή νεφοκάλυψη. Εκφράζει ποσοτικά το μέρος του ουράνιου θόλου που είναι καλυμμένο από σύννεφα. Τυπικά εκφράζεται σε κλίμακα από 0 έως 10 δέκατα και καταγράφεται από έμπειρους

παρατηρητές. Αν C ναι η μέση ημερήσια νέφωση, εκτιμημένη από διαδοχικές παρατηρήσεις τότε η αντίστοιχη σχετική ηλιοφάνεια (διάρκεια ηλιοφάνειας προς διάρκεια ημέρας) είναι : $n/N = 1-C$

1.5.3 Σχετική υγρασία

Η σχετική υγρασία U ορίζεται ως ο λόγος της πραγματικής τάσης υδρατμών e προς την τάση κορεσμού e^* . Τυπικά, η μέτρηση του μεγέθους e ή ισοδύναμα του U γίνεται με το ψυχρόμετρο, το οποίο συνίσταται από δύο θερμομέτρα, ένα κοινό (ξηρό) και ένα με καλυμμένο το δοχείο υδραργύρου με βρεγμένο ύφασμα (υγρό). Η θερμοκρασία του υγρού θερμομέτρου είναι μικρότερη λόγω της εξάτμισης του νερού. Από τις θερμοκρασίες του ξηρού και υγρού θερμομέτρου υπολογίζεται μέσω μετεωρολογικών πινάκων η σχετική υγρασία. Αυτός ο τρόπος μέτρησης της σχετικής υγρασίας δείχνει τη στενή σχέση της σχετικής υγρασίας με την εξάτμιση.

Η συνεχής καταγραφή της σχετικής υγρασίας γίνεται με τον υδρογράφο, ένα όργανο με τύμπανο καταγραφής και αισθητήρα, του οποίου η λειτουργία βασίζεται κατά κανόνα στη μεταβολή των διαστάσεων μιας υγροσκοπικής ουσίας, κατά κανόνα ζωικής τρίχας.

Στην τυπική παρουσίαση των μετρήσεων σχετικής υγρασίας δίνεται η μέση σχετική υγρασία σε ημερήσια και σε μηνιαία βάση. Για τον υπολογισμό της μέσης σχετικής υγρασίας σε μια τυχαία περίοδο Δt , η ολοκλήρωση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Σύμφωνα με τον απλούστερο τρόπο, η μέση σχετική υγρασία προκύπτει με άμεση ολοκλήρωση ως προς το χρόνο της σχετικής υγρασίας, δηλαδή:

$$\overline{U}_1 = \frac{1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} U dt$$

Σύμφωνα με το δεύτερο τρόπο η ολοκλήρωση γίνεται στη βάση της τάσης υδρατμών e , δηλαδή υπολογίζεται πρώτα το μέγεθος

$$\overline{e} = \frac{1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} e dt = \frac{1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} e_*(T) U dt$$

οπότε η μέση σχετική υγρασία της περιόδου Δt είναι :

$$\overline{U}_2 = \frac{\overline{e}}{e_*(T)}$$

όπου \bar{T} η μέση θερμοκρασία της ίδιας περιόδου.

1.5.4 Βροχόπτωση

Τα όργανα σημειακής μέτρησης της βροχής είναι κυλινδρικά δοχεία, εγκατεστημένα σε κατάλληλες θέσεις που συλλέγουν κυρίως τη βροχόπτωση, δίνοντας την αντίστοιχη σημειακή μέτρηση. Διακρίνονται σε:

- Βροχόμετρα, που δίνουν την ολική σημειακή βροχόπτωση και το ισοδύναμο ύψος νερού μιας βροχόπτωσης ανά ορισμένα χρονικά διαστήματα (συνήθως 12ωρο ή 24ωρο) με την ανάγνωση της ένδειξης από έναν παρατηρητή.
- Βροχογράφους, που καταγράφουν με απλό ωρολογιακό μηχανισμό την μεταβολή του ύψους βροχής στο χρόνο, περιγράφοντας έτσι τη χρονική κατανομή της σημειακής βροχόπτωσης.

Οι μετρήσεις σε απομακρυσμένες και δυσπρόσιτες περιοχές (συνήθως ορεινές) γίνονται ανά μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα, π.χ. μηνιαία. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται αθροιστικά βροχόμετρα με δακτυλίους υποδοχής συνήθως μικρότερους. Ένα τυπικό βροχόμετρο φαίνεται στο σχήμα 2. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται περισσότερο ο τύπος του βροχογράφου με πλωτήρα.



Σχήμα 2: Τυπικό βροχόμετρο

Η εγκατάσταση ενός οργάνου σημειακής μέτρησης, έστω και απλού βροχομέτρου, αποτελεί στην πραγματικότητα εγκατάσταση ενός μετρητικού σταθμού. Στην απλούστερη περίπτωση, ο μετρητικός σταθμός περιλαμβάνει μόνο βροχόμετρο ή και βροχογράφο, οπότε είναι γνωστός ως *βροχομετρικός σταθμός*. Συχνά οι σταθμοί σημειακών μετρήσεων περιλαμβάνουν και άλλα όργανα μετεωρολογικών μετρήσεων και είναι γνωστοί ως *μετεωρολογικοί σταθμοί*.



Σχήμα 3: Ηλεκτρονικό βροχόμετρο

Μια άλλη πηγή πληροφορίας για την επιφανειακή κατανομή των βροχοπτώσεων παρέχουν σήμερα οι μετεωρολογικοί δορυφόροι. Η σχετική πληροφορία εξάγεται από φωτογραφίες ή γενικότερα είδωλα (images) που λαμβάνονται από δορυφόρους τόσο στην ορατή, όσο και στην υπέρυθρη περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Οι εκτιμήσεις των κατακρημνισμάτων από δορυφορικές μετρήσεις, αν και χονδροειδείς, είναι πολύτιμες για μεγάλες περιοχές που δεν μπορούν να μετρηθούν από σταθμούς εδάφους. Ειδικότερα, αποτελούν τη μόνη συστηματική πληροφορία για τη βροχή στους ωκεανούς, που καλύπτουν το 70% της Γης.

Οι νεότερες τεχνολογίες μέτρησης των κατακρημνισμάτων με τη χρήση μετεωρολογικού ραντάρ κατέστησαν εφικτή την ταυτόχρονη απεικόνιση του πεδίου μεταβολής της έντασης βροχής σε όλα τα σημεία μιας δεδομένης έκτασης, η οποία καθορίζεται από την εμβέλεια του ραντάρ με μια δεδομένη χωρική διακριτότητα. Οι απαιτήσεις της τεχνολογίας των ραντάρ σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις εμβάθυνσης στην κατανόηση και περιγραφή των διεργασιών της κατακρήμνισης, επέβαλαν τη χρήση και άλλων μετρικών ιδιοτήτων των κατακρημνισμάτων, όπως είναι οι διάμετροι των σταγόνων βροχής και η στατιστική κατανομή τους, οι ταχύτητες των

σταγόνων, η κινητική ενέργεια της βροχής, η ανακλαστικότητα των σύννεφων στην ακτινοβολία των ραντάρ κ.ά.

Η κύρια μετρική ιδιότητα των βροχοπτώσεων και γενικότερα των κατακρημνισμάτων είναι το ύψος τους h σε δεδομένο χρόνο t , το οποίο μετριέται σε σημειακή βάση, μέσω των κυλίνδρων των βροχομέτρων ή βροχογράφων. Παράγωγο μέγεθος είναι η ένταση της βροχής που ορίζεται σε στιγμιαία βάση ως $i = \frac{dh}{dt}$, όπου dh είναι η μεταβολή του ύψους βροχής στο διαφορικό χρόνο dt . Επειδή όμως στην πραγματικότητα η στιγμιαία ένταση βροχής δεν είναι δυνατό να μετρηθεί, χρησιμοποιούνται πάντα προσεγγίσεις της μορφής $i = \frac{\Delta h}{\Delta t}$, όπου h είναι η μεταβολή του ύψους βροχής στον πεπερασμένο χρόνο Δt . Η τιμή της έντασης που ορίζεται με αυτή τη σχέση αποτελεί χρονικά μέση τιμή, η οποία εξαρτάται άμεσα από το χρονικό διάστημα Δt . Προφανώς, όσο μικρότερο είναι το Δt τόσο περισσότερο η χρονικά μέση ένταση προσεγγίζει τη στιγμιαία.

Το φαινόμενο της κατακρήμνισης είναι επιφανειακά ανομοιόμορφο, δηλαδή εξελίσσεται σε κάποια επιφάνεια της γης με ρυθμό που μεταβάλλεται από σημείο σε σημείο. Χρήσιμη για τη συμπλήρωση των βροχομετρικών δεδομένων ενός σταθμού αποδεικνύεται πολλές φορές η παρατήρηση ότι το σημειακό ύψος βροχής αυξάνεται με την αύξηση του υψόμετρου. Η παρατήρηση αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για οποιαδήποτε αναγωγή βροχομετρικών παρατηρήσεων σε διαφορετικό υψόμετρο από αυτό που αρχικά ανήκουν.

1.5.5 Ατμοσφαιρική πίεση

Η ατμοσφαιρική πίεση είναι η δύναμη που εξασκείται από την ατμόσφαιρα στη μονάδα επιφάνειας και είναι αποτέλεσμα του βάρους του υπερκείμενου αέρα. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία που μελετά ένας μετεωρολόγος, γιατί ανάλογα με την αύξηση ή την μείωσή της διαμορφώνεται και ο καιρός. Για παράδειγμα, αν η πίεση πέσει απότομα, είναι βέβαιο ότι θα επανέλθει απότομα στην προηγούμενή της δύναμη και η αλλαγή του καιρού θα είναι παροδική. Αν όμως η πίεση κατεβαίνει σταθερά και συγχρόνως τα σύννεφα που παρατηρούμε

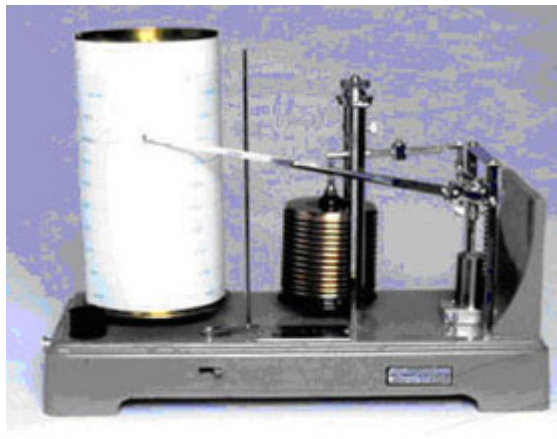
είναι των επικίνδυνων τύπων, τότε θα έχουμε σύντομα σταθερή και εξακολουθητική κακοκαιρία.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης. Ένα συνηθισμένο και απλό όργανο είναι το υδραργυρικό βαρόμετρο (Σχήμα 4), όπου η ατμοσφαιρική πίεση εξισορροπείται από την πίεση που ασκεί μία στήλη υδραργύρου με ύψος ανάλογο της ατμοσφαιρικής πίεσης. Ο υδράργυρος είναι 13,6 φορές βαρύτερος από τον αέρα και, έτσι μία στήλη υδραργύρου ύψους περίπου 76cm μόνο αρκεί για να εξισορροπήσει την ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας. Η ατμοσφαιρική πίεση μπορεί να καθοριστεί μετρώντας το ύψος του υδραργύρου στο σωλήνα, και συνήθως ορίζεται σε hPa ή χιλιοστά υδραργύρου (mm Hg).



Σχήμα 4: Υδραργυρικά βαρόμετρα

Ένα άλλο πιο σύγχρονο όργανο μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι το ανεροειδές (δηλαδή χωρίς υγρό) βαρόμετρο που μπορεί να μετρήσει αρκετά μικρές μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης (μέχρι 0,1-0,3hPa). Σε αυτό το όργανο, η μικρή παραμόρφωση ενός σχεδόν κενού αεροστεγούς μεταλλικού κυλίνδρου από την ατμοσφαιρική πίεση ενισχύεται μέσω ενός συστήματος μοχλών και υποδεικνύεται πάνω σε βαθμονομημένη κλίμακα από ένα δείκτη. Ένα ανεροειδές βαρόμετρο φαίνεται στο Σχήμα 5.



Σχήμα 5: Το ανεροειδές βαρόμετρο

Τα εναλλακτικά, πιο μοντέρνα όργανα είναι τα ανεροϊδή βαρόμετρα. Στα πιο απλά από αυτά μία μικρή μεταλλική κάψουλα ή κύλινδρος που περιέχει ένα κενό αέρα συνδέεται με ένα δείκτη, και καθώς η πίεση αυξάνεται ο κύλινδρος συμπιέζεται και ο δείκτης κινείται πάνω σε μια διαβατισμένη ταινία.

Ένα μειονέκτημα των παραπάνω βαρομέτρων είναι το ότι δεν είναι ικανά να παρέχουν συνεχή αρχεία μετρήσεων. Αυτό λύνεται με τη χρήση του παραδοσιακού βαρογράφου (Σχήμα 6), στο οποίο η κίνηση μιας ανεροϊδής κάψουλας μεταβιβάζεται μηχανικά σε μια γραφίδα που γράφει σε ένα γράφημα που κινείται με ωρολογιακό μηχανισμό. Κατά αυτό τον τρόπο, οι τάσεις της πίεσης αναπαρίστανται γραφικά, και αυτό είναι πολύ χρήσιμο στην ανάλυση και πρόγνωση του καιρού.

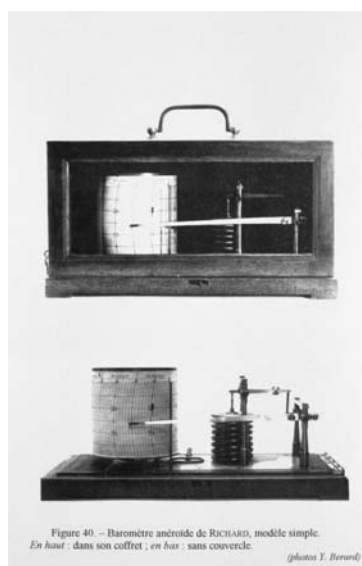


Figure 40. – Baromètre anéroïde de RICHARD, modèle simple.
En haut : dans son coffret, en bas : sans couvercle. (photos Y. Bernard)

Σχήμα 6: Βαρογράφος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

2.1.1 Γενικά για τα ΓΣΠ

Η πρόοδος των αυτόματων τρόπων παραγωγής και γεωμετρικής ανάλυσης χαρτών έγινε ταυτόχρονα με την ανάπτυξη αυτόματων μεθόδων συλλογής, ανάλυσης και παρουσίασης της πληροφορίας σε πολλούς τομείς, όπως στη γεωγραφία, στην εδαφολογία, στη φωτογραμμετρία, στην τηλεπισκόπηση και στη γεωδαισία. Όλοι αυτοί οι τομείς επιδιώκουν να καθιερωθεί ένα πλαίσιο λειτουργιών για συλλογή, επεξεργασία, ανάκτηση, αποθήκευση, μετασχηματισμό, ανάλυση και απόδοση της γεωγραφικής πληροφορίας (δεδομένα του πραγματικού χώρου), προκειμένου να εξυπηρετούν συγκεκριμένους σκοπούς. Αυτό το πλαίσιο λειτουργιών επιδιώκει ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) γνωστό διεθνώς και ως G.I.S. (Geographic Information System).

Κατά τον Burrough (1983), τα ΓΣΠ αντιπροσωπεύουν «ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για την συλλογή, αποθήκευση, ανάληψη ανά πάσα στιγμή, μετασχηματισμό και απεικόνιση χωρικών στοιχείων του πραγματικού κόσμου».

Ως εκ τούτου, ο παραπάνω ορισμός μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ένα ΓΣΠ έχει τη δυνατότητα να φέρει σε πέρας τις εξής τρεις ιδιότητες (Κουτσόπουλος, 2002):

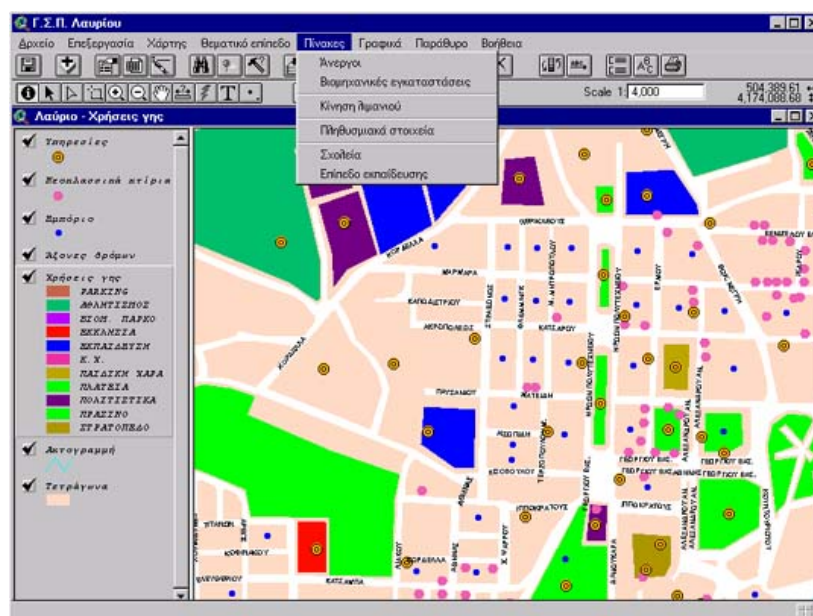
- Μπορεί να αποθηκεύσει, να διαχειριστεί και να ενσωματώσει ένα μεγάλο όγκο χωρικών στοιχείων
- Αποτελεί το πιο κατάλληλο εργαλείο χωρικής ανάλυσης, εστιαζόμενο ειδικά στη χωρική διάσταση των στοιχείων
- Αποτελεί ένα πολύ αποτελεσματικό μηχανισμό για την επίλυση χωρικών προβλημάτων μέσα από την οργάνωση, διαχείριση και μετασχηματισμό μεγάλου όγκου στοιχείων με τέτοιο τρόπο που η πληροφορία να είναι προσιτή σε όλους.

Βέβαια, στον ορισμό που δίνεται για τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών δεν μπορεί να αγνοηθεί ο καθοριστικός παράγοντας του ανθρώπινου

δυναμικού, που μαζί με τα κατάλληλα υπολογιστικά και λογισμικά συστήματα εγγυάται την αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα του συστήματος.

Με βάση την παραπάνω θεώρηση, με την πάροδο των ετών διατυπώθηκε, μεταξύ άλλων, ο παρακάτω ορισμός για τα ΓΣΠ:

«Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι μια οργανωμένη συλλογή εξοπλισμού λογισμικού (software), γεωγραφικών δεδομένων και προσωπικού, σχεδιασμένη έτσι ώστε να συγκεντρώνει, αποθηκεύει, ενημερώνει, επεξεργάζεται, αναλύει και παρουσιάζει όλους τους τύπους γεωγραφικών πληροφοριών».



Σχήμα 7: ΓΣΠ Δήμου Λαυρεωτικής

Πηγή: www.reanet.gr/geodata/el/ggiscs3.html

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι γεωγραφικών πληροφοριών:

- **Η χωρική (γραφική) πληροφορία:** είναι ο προσδιορισμός της θέσης των γεωγραφικών δεδομένων με βάση ένα σύστημα αναφοράς, καθώς επίσης τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των γεωγραφικών δεδομένων. Ουσιαστικά, τα χωρικά δεδομένα αναφέρονται σε πληροφορίες που αφορούν τη θέση και το σχήμα ενός φαινομένου στη γη (γεωμετρία του χώρου), κάνοντας δηλαδή

δυνατό τον εντοπισμό ενός φαινομένου στο έδαφος, αποδίδοντας ταυτόχρονα και το σχήμα ή την έκταση του, π.χ. το υδρογραφικό δίκτυο μιας περιοχής (σχήμα, μήκος), η λεκάνη απορροής ενός ποταμού (σχήμα, έκταση). Παράλληλα, οι πληροφορίες αυτές περιγράφουν την τοπολογία του χώρου, δηλαδή τις σχέσεις (σύνδεση, συνέχεια, γειτνίαση) που αναπτύσσονται μεταξύ των δομικών στοιχείων του χώρου, π.χ. παραπόταμοι ενός ποταμού. Η διανυσματική μορφή των δεδομένων δίνει έμφαση στην ύπαρξη διακριτών οντοτήτων. Οι οντότητες αυτές μπορεί να είναι είτε σημειακές ή γραμμικές ή πολύγωνα.

- **Η περιγραφική πληροφορία:** είναι τα χαρακτηριστικά των γεωγραφικών δεδομένων που έχουν σχέση με τις ποιοτικές και ποσοτικές ιδιότητες του γεωγραφικού χώρου. Για παράδειγμα, ποιοτική πληροφορία είναι η κατανομή των χρήσεων γης μιας περιοχής σε ένα χάρτη, ενώ ποσοτική πληροφορία είναι η κατανομή του πληθυσμού στους νομούς της Ελλάδας. Οι περιγραφικές πληροφορίες αποθηκεύονται με μορφή πίνακα σε ένα αρχείο στη βάση δεδομένων. Ο πίνακας αυτός αποτελεί τον πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών (attribute table). Για κάθε γεωγραφικό στοιχείο (σημείο, γραμμή, επιφάνεια) υπάρχει μια εισαγωγή ή εγγραφή (record) στο αρχείο και για κάθε εγγραφή υπάρχουν διάφοροι τύποι πληροφορίας χαρακτηριστικών (field). Ένας τέτοιος πίνακας φαίνεται στο Σχήμα 8.

| FID | Shape* | OBJECT | FNODE_ | TNODE | LPOLY_ | RPOLY | LENGTH | COAST_ | COAST_ID | Shape_Leng |
|-----|----------|--------|--------|-------|--------|-------|---------|--------|----------|------------|
| 0 | Polyline | 1 | 1 | 2 | 17 | 13 | 27,4403 | 1 | 4 | 27,440558 |
| 1 | Polyline | 2 | 3 | 4 | 217 | 216 | 22,9214 | 2 | 4 | 22,921288 |
| 2 | Polyline | 3 | 5 | 6 | 286 | 339 | 57,2713 | 3 | 4 | 57,272053 |
| 3 | Polyline | 4 | 7 | 8 | 286 | 340 | 16,5927 | 4 | 4 | 16,592427 |
| 4 | Polyline | 5 | 9 | 10 | 341 | 286 | 19,6469 | 5 | 4 | 19,645990 |
| 5 | Polyline | 6 | 11 | 12 | 351 | 372 | 27,3892 | 6 | 4 | 27,386583 |
| 6 | Polyline | 7 | 13 | 14 | 349 | 374 | 19,8692 | 7 | 4 | 19,870541 |
| 7 | Polyline | 8 | 15 | 16 | 351 | 376 | 43,3498 | 8 | 4 | 43,348903 |
| 8 | Polyline | 9 | 17 | 18 | 351 | 398 | 25,556 | 9 | 4 | 25,556702 |
| 9 | Polyline | 10 | 19 | 20 | 351 | 400 | 20,854 | 10 | 4 | 20,855130 |
| 10 | Polyline | 11 | 21 | 22 | 351 | 402 | 42,2021 | 11 | 4 | 42,201173 |
| 11 | Polyline | 12 | 23 | 24 | 351 | 403 | 27,8952 | 12 | 4 | 27,894678 |

Σχήμα 8: Πίνακας Περιγραφικών Χαρακτηριστικών

Τα γεωγραφικά δεδομένα αποτελούνται από τρία συστατικά:

- **Γεωμετρία:** η γεωμετρία αναπαριστά τα γεωγραφικά στοιχεία και τα συσχετίζει με τις συντεταγμένες και την πραγματική θέση τους στο χώρο. Οι κατηγορίες των γεωγραφικών στοιχείων είναι σημείο, γραμμή πολύγωνο.
- **Περιγραφική πληροφορία:** η περιγραφική πληροφορία βρίσκεται συνήθως με τη μορφή πινάκων και περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τα γεωγραφικά στοιχεία.
- **Συμπεριφορά-κανόνες:** η συμπεριφορά ή οι κανόνες στα γεωγραφικά στοιχεία επιδρούν σε πολλά σημεία, όπως στον τρόπο εμφάνισης, στη δυνατότητα επεξεργασίας, στον τρόπο που συνδέονται τα στοιχεία μεταξύ τους κλπ.

Βασική αρχή των Γ.Σ.Π. είναι ότι τα γεωμετρικά δεδομένα οργανώνονται με τοπολογικές σχέσεις αναφορικά με το γεωγραφικό χώρο. Έτσι, κάθε χάρτης είναι πλέον εφοδιασμένος με μια ισχυρή βάση δεδομένων και τα διάφορα γεωγραφικά δεδομένα μπορούν να συνδυαστούν και να δώσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα στη φάση της ανάλυσης. Τα Γ.Σ.Π. στηρίζονται στη σύνδεση γραφικών και περιγραφικών πληροφοριών που οδηγεί σε χωρικές αλληλοσυσχετίσεις, δηλαδή στην ανάπτυξη χωρικών σχέσεων μεταξύ γεωγραφικών δεδομένων. Κάθε γεωγραφικό στοιχείο συνδέεται με ένα μοναδικό κωδικό με μία εγγραφή στην περιγραφική βάση. Το σημαντικό στοιχείο που πρέπει να γνωρίζει ο χρήστης είναι ότι υπάρχει μια σχέση ένα-προς-ένα μεταξύ των γεωγραφικών στοιχείων και των εγγραφών του πίνακα στη βάση.

Η τοπολογία αποτελεί το σύνολο των χωρικών σχέσεων μεταξύ των χωρικών-γεωγραφικών αντικειμένων και αφορά στα χαρακτηριστικά του χώρου και συγκεκριμένα στις γεωμετρικές σχέσεις των αντικειμένων που παραμένουν αμετάβλητες κατά την επιβολή των τοπολογικών μετασχηματισμών, δηλαδή της μεταφοράς, στροφής και αλλαγής της κλίμακας.

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι τοπολογίας : σημειακή, γραμμική και πολυγωνική. Η σημειακή τοπολογία αναφέρεται σε φαινόμενα που αντιστοιχούν σε ένα ζεύγος συντεταγμένων (x,y). Η γραμμική τοπολογία αντιστοιχεί σε μονοδιάστατα

αντικείμενα, όπου υπάρχει σημείο εκκίνησης (x,y) , σημεία καμπής-κορυφές (x,y) και σημείο τερματισμού (x,y) . Πέρα από την καταγραφή των συντεταγμένων, η δόμηση τοπολογίας επιτρέπει την γνώση των σχέσεων μεταξύ των σημείων εκκίνησης-τερματισμού με οποιοδήποτε άλλο σημείο ή ευθύγραμμο τμήμα. Τέλος, η πολυωνυμική τοπολογία αντιστοιχεί στις κλειστές επιφάνειες που δημιουργούνται από συνεχόμενα γραμμικά τμήματα.

Αφού γίνει η δόμηση της τοπολογίας, με την οποία δημιουργούνται οι χωρικές σχέσεις μεταξύ των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του θεματικού επιπέδου, αναγνωρίζονται – εντοπίζονται τα λάθη που σχετίζονται με τη διαδικασία της ψηφιοποίησης. Τα συνηθέστερα λάθη που αναγνωρίζονται μετά το πέρας της ψηφιοποίησης είναι τα παρακάτω : τόξα που δεν συνδέονται με άλλα τόξα, πολύγωνα που δεν είναι κλειστά κλπ. Η διόρθωση των λαθών πραγματοποιείται με τη γνωστή διαδικασία της ψηφιοποίησης.

2.1.2 Θεματική οργάνωση περιγραφικών δεδομένων

Με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών προσπαθούμε όχι μόνο να καταγράψουμε τον πραγματικό κόσμο, αλλά και τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των χωρικών οντοτήτων. Ο βασικός τρόπος οργάνωσης των δεδομένων είναι σε θεματικά επίπεδα. Κάθε θεματικό επίπεδο αποτελεί και μια λογική οντότητα. Μέσα στα θεματικά επίπεδα αποθηκεύεται πληροφορία για τα περιγραφικά χαρακτηριστικά ή είναι δυνατή η σύνδεση του θεματικού επιπέδου με οποιαδήποτε βάση δεδομένων. Για τον τρόπο οργάνωσης των χωρικών δεδομένων δεν υπάρχουν κανόνες. Οι ανάγκες των χρηστών προσδιορίζουν τον τρόπο αποθήκευσης και οργάνωσης των δεδομένων.

2.1.3 Στάδια και διαδικασίες ενός ΓΣΠ

Τρεις είναι οι βασικές διαδικασίες για την ολοκλήρωση και εφαρμογή ενός ΓΣΠ:

- Ο καθορισμός του προβλήματος
- Η διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία
- Τα συμπεράσματα

Ο καθορισμός του προβλήματος αποτελεί προαπαιτούμενο βήμα για την ολοκλήρωση της κύριας εφαρμογής του ΓΣΠ. Η πρώτη ενέργεια είναι η οριοθέτηση του γενικού στόχου της μελέτης, αφού αποτελεί τον βασικό άξονα προσανατολισμού της, επειδή περιέχει τον σκοπό στον οποίο αποβλέπει η μελέτη και οριοθετεί το πρόβλημα προς επίλυση. Πρέπει, όμως, να διατυπώνεται σωστά και αναλυτικά και να εστιάζεται σε υπαρκτά προβλήματα, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα εύρεσης της καταλληλότερης τεχνικής για την υλοποίηση του. Είναι το βασικό πρώτο βήμα που απαιτεί μια μελέτη με τη χρήση ΓΣΠ στην πορεία της, αλλά συγχρόνως είναι και το πιο καθοριστικό. Μέσα στον καθορισμό του προβλήματος πρέπει να υπάρχει σαφής οριοθέτηση τόσο του καθορισμού του συνολικού στόχου, όσο και των αντικειμενικών στόχων της ανάπτυξης και χρήσης του ΓΣΠ.

Η διαδικασία από στοιχεία σε πληροφορία αποτελεί το δεύτερο βήμα σε κάθε ΓΣΠ. Η διαδικασία αυτή αποτελεί το νευραλγικό κέντρο κάθε ΓΣΠ και αποτελείται από 4 στάδια: το στάδιο της **Εισόδου**, όπου τα χωρικά και μη χωρικά στοιχεία κωδικοποιούνται και αποθηκεύονται στον Η/Υ, το στάδιο της **Διαχείρισης**, όπου τα χωρικά στοιχεία διαμορφώνονται κατάλληλα (Βάση Δεδομένων) για το επόμενο στάδιο, το στάδιο της **Ανάλυσης** και το τελικό στάδιο της **Παρουσίασης**, όπου η χωρική πληροφορία που προέκυψε από τη διαδικασία της ανάλυσης παρουσιάζεται σε κάποια από τις γνωστές μορφές.

2.1.4 Εφαρμογές των ΓΣΠ

Τα ΓΣΠ προσφέρουν γρήγορη και εύκολη πρόσβαση σε μεγάλες ποσότητες δεδομένων. Το κλειδί για τη μεγάλη επιτυχία τους είναι ότι παρέχουν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν, να αναλύσουν δεδομένα μιας περιοχής και να χειριστούν τα επιμέρους χαρακτηριστικά της.

Ως εκ τούτου, βρίσκουν εφαρμογή όπου υπάρχει ανάγκη για διαχείριση χωρικών δεδομένων ή και ανάλυση της χωρικής διάστασης των δεδομένων και είναι ιδανικά για τη μελέτη και ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων. Λόγω της χωρικής και χρονικής φύσης των απαιτούμενων πληροφοριών, αλλά και λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων, τα ΓΣΠ έχουν συμβάλει αποφασιστικά στη διαχείριση των υδατικών πόρων. Πλήθος εφαρμογών έχουν μέχρι σήμερα αναφερθεί σε τομείς, όπως υδρολογικά μοντέλα, πρόβλεψη και έλεγχο μόλυνσης, δίκτυα ύδρευσης και άδρευσης, καθώς και αποχετευτικά έργα. Οι Τσιχριντζής και συν. (1996), ο Kaden

(1993) και οι Stuart και Stocks (1993) δίνουν μια ευρεία βιβλιογραφική ανασκόπηση της εφαρμογής των ΓΣΠ στους υδατικούς πόρους σε αντικείμενα όπως:

- Υδρολογικά μοντέλα επιφανειακών υδάτων
- Παροχή ύδατος και σχεδιασμός αποχετευτικών δικτύων
- Μόλυνση υδάτων από μη σημειακές πηγές
- Μελέτη υπόγειων υδάτων

Επίσης, τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών βρίσκουν τεράστια εφαρμογή στην μελέτη της αλλαγής του κλίματος και της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας. Για το σκοπό αυτόν, έχουν αναπτυχθεί προγράμματα, όπου χρησιμοποιούνται GIS, στα οποία καταχωρούνται δεδομένα που έχουν σχέση με την επιφάνεια της γης, τη βλάστηση, τη γεωλογία μιας περιοχής κλπ., με σκοπό να διερευνηθούν οι παράγοντες που έχουν σχέση με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και να εκτιμηθούν οι πιθανές επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στη γεωργία και τα φυσικά οικοσυστήματα.

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας των υπολογιστών καθιστά εφικτές πολλές από τις εφαρμογές που εξαιτίας του όγκου και της πολυπλοκότητας της διαθέσιμης πληροφορίας μέχρι και πριν από λίγα χρόνια παρέμεναν εξωπραγματικές.

Από τη δεκαετία του '60, όπου το πρώτο «πραγματικό» ΓΣΠ κατασκευάστηκε στον Καναδά και αφορούσε φυσικά διαθέσιμα και συγκεκριμένα τη διαχείριση δασών, τα συστήματα αυτά γνώρισαν τεράστια επιτυχία στον τομέα των εφαρμογών, που βέβαια δεν περιορίζονται μόνο σε θέματα σχετικά με τη φύση και το περιβάλλον. Παρακάτω, στον Πίνακα 2 παρατίθεται μια σειρά από πεδία στα οποία βρίσκουν εφαρμογές τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

| | |
|---|--|
| 1. Γεωπονία | 25. Ταχυδρομικές υπηρεσίες |
| 2. Δασοπονία | 26. Έργα σχεδιασμού |
| 3. Γεωλογία | 27. Υπηρεσίες χρηματοδοτήσεων |
| 4. Χαρτογραφία | 28. Αναπόκριση σε καταστροφές |
| 5. Ωκεανογραφία | 29. Υποδομές αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών |
| 6. Εξόρυξη ορυκτών | 30. Διαχείριση κινδύνων |
| 7. Περιβαλλοντικά Προγράμματα | 31. Επιδημιολογία και υπηρεσίες υγείας |
| 8. Διαχείριση υδάτων και αποβλήτων | 32. Διαχείριση εργοστασιακών εγκαταστάσεων |
| 9. Διαχείριση επικίνδυνων υλικών | 33. Κυβερνητικές οργανώσεις |
| 10. Φυσικές καταστροφές | 34. Τηλεπικοινωνίες |
| 11. Κτηματολόγιο | 35. Στρατιωτικές επιχειρήσεις |
| 12. Διαχείριση περιουσιακών στοιχείων και πόρων | 36. Διαχείριση και έλεγχος δικτύων |
| 13. Ακαδημαϊκή έρευνα | 37. Διαχείριση στόλου οχημάτων |
| 14. Εκπαιδευτικά ιδρύματα | 38. Ξενοδοχειακές και τουριστικές επιχειρήσεις |
| 15. Διαφήμιση και προώθηση αγαθών | 39. Μεταφορές |
| 16. Αρχιτεκτονική | 40. Αεροπλοΐα |
| 17. Έργα ανάπτυξης | 41. Δίκτυα μεταφοράς πάσης φύσεως ενέργειας |
| 18. Κατασκευαστικά έργα | 42. Αστυνόμευση και δημόσια ασφάλεια |
| 19. Έργα πολιτικού μηχανικού | 43. Κυβερνητικές οργανώσεις |
| 20. Δημιουργία δικτύων υπολογιστών | 44. Ασφαλιστικοί οργανισμοί |
| 21. Εξυπηρέτηση και σχέσεις πελατών | 45. Πολιτικός σχεδιασμός |
| 22. Εγκληματολογική έρευνα | 46. Κτηματομεσιτικές επιχειρήσεις |
| 23. Λήψη απόφασης | 47. Διαχείριση πωλήσεων |
| 24. Δημογραφική ανάλυση | |

Πίνακας 2: Πεδία εφαρμογής των ΓΣΠ

2.1.5 Γενικά για το ArcGIS

Το ArcGIS αποτελεί μία ολοκληρωμένη προσέγγιση της εταιρείας ESRI στον χώρο των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Δημιουργήθηκε για να καλύψει τις ανάγκες των χρηστών των Γ.Σ.Π., προσφέροντας μια κλιμακωτή, περιεκτική και ενιαία πλατφόρμα εισαγωγής, ανάλυσης, επεξεργασίας, συντήρησης και διάχυσης των γεωγραφικών δεδομένων. Διαθέτει ένα βαθμωτό περιβάλλον εργασίας που παρέχει μια ολοκληρωμένη σειρά εργαλείων για έναν ή περισσότερους χρήστες σε desktops, σε servers, στο διαδίκτυο και στην ύπαιθρο.

Το ArcGIS Desktop υπάρχει σε τρεις εκδόσεις που αναφέρονται ως ArcView, ArcEditor και ArcInfo. Και οι τρεις εκδόσεις βασίζονται στις ίδιες αρχές και επομένως λειτουργούν παρόμοια, διαφέρουν όμως ως προς τις δυνατότητες που έχει η καθεμία. Το ArcInfo έχει τις περισσότερες δυνατότητες και το ArcView τις λιγότερες.

Πιο συγκεκριμένα, με το ArcView μπορούν να γίνουν αναζητήσεις τόσο στα χωρικά όσο και στα περιγραφικά δεδομένα, να αναλυθούν χωρικές σχέσεις και να διορθωθούν συγκεκριμένα γραφικά δεδομένα (σχηματικά αρχεία μόνο), καθώς και όλα τα περιγραφικά δεδομένα της βάσης δεδομένων. Τέλος, μπορούν να δημιουργηθούν ευπαρουσίαστοι χάρτες και γραφήματα.

Με το ArcEditor μπορούν να επιτευχθούν ό,τι και με το ArcView και επιπλέον να δημιουργηθούν ορισμένοι τύποι χωρικών δεδομένων που με το ArcView απλά μπορούμε να τα «βλέπουμε».

Τέλος, το ArcInfo έχει περισσότερα εργαλεία κυρίως ανάλυσης χωρικών δεδομένων. Πρέπει να σημειωθεί ότι το ArcInfo Workstation αποτελεί ένα πλήρες Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, γνωστό για πολλά χρόνια και χρησιμοποιούμενο ευρέως σε όλο τον κόσμο.

Κάθε έκδοση του ArcGIS Desktop περιέχει τις εξής τρεις βασικές εφαρμογές:

- ArcMap
- ArcCatalog
- ArcToolbox

Καθώς και μια σειρά από προαιρετικά προϊόντα όπως:

- Spatial Analyst
- 3D Analyst
- Geostatistical Analyst
- ArcPress

Ακόμη, θα πρέπει να τονιστεί ότι το ArcGIS Desktop είναι τμήμα ενός ευρύτερου συστήματος, το οποίο παρέχει το ArcSDE (Spatial Database Engine) και το ArcIMS (Internet Map Server). Το πρώτο είναι ένας προμηθευτής χωρικών δεδομένων (Spatial Server) και επιτρέπει τη χρήση γεωγραφικών στοιχείων που είναι αποθηκευμένα σε συστήματα σχεσιακών βάσεων δεδομένων (Oracle, Microsoft SQL Server, κλπ). Το δεύτερο είναι ένας προμηθευτής χαρτών (Map Server) και δίνει τη δυνατότητα επικοινωνίας – χρήσης των ΓΣΠ στο διαδίκτυο.

Το περιβάλλον του ArcMap που θα χρησιμοποιήσουμε περιέχει έναν πίνακα των θεματικών επιπέδων του χάρτη, μια περιοχή εμφάνισης του χάρτη, διάφορα μενού επιλογών, εργαλεία και ράβδους μηνυμάτων.

Σχήμα 9: Δομή του ArcGIS Desktop

2.1.6 Βάση δεδομένων

Αφού καταχωρήσουμε τα δεδομένα μας σε ένα ΓΣΠ θα πρέπει στη συνέχεια να τα οργανώσουμε με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπεται με το μικρότερο δυνατό κόστος (σε χρήμα και σε χρόνο) η λήψη όλων των πληροφοριών που χρειάζονται οι χρήστες. Για να επιτευχθεί αυτό, ο τρόπος καταχώρησης των στοιχείων πρέπει να ακολουθεί τις βασικές αρχές που διέπουν την οργάνωση, διαχείριση και επεξεργασία των Βάσεων Δεδομένων.

Η βάση δεδομένων είναι μια συλλογή καλά οργανωμένων δεδομένων, τα οποία συσχετίζονται και αποθηκεύονται μέσα σε κοινώς διαθέσιμα μέσα μαζικής αποθήκευσης, από τα οποία μπορούν να ανακτηθούν σε κάποια χρονική στιγμή. Με άλλα λόγια μια βάση δεδομένων παίρνει τα δεδομένα που βρίσκονται στο φυσικό περιβάλλον, τα αποθηκεύει και τα οργανώνει, έτσι ώστε να μπορούμε να πάρουμε την πληροφορία που μας είναι απαραίτητη σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Οι απλοί αναλογικοί ή οι ψηφιακοί χάρτες αποτελούν ένα απλό παράδειγμα Χωρικής Βάσης

Δεδομένων. Ο όρος χωρική αναφέρεται στο γεγονός ότι τα κύρια δεδομένα συνδέονται με ένα σύστημα συντεταγμένων που περιγράφει τη θέση τους και είναι πολυδιάστατα. Ο χάρτης σαν μια βάση δεδομένων φιλοξενεί οντότητες με γεωγραφική αναφορά, τα γνωρίσματα των οντοτήτων αυτών και τις μεταξύ τους σχέσεις.

Ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων αποτελεί το σύνολο των διαδικασιών μέσω των οποίων προσδιορίζεται με σαφήνεια ο αντικειμενικός σκοπός της υλοποίησης της, το περιεχόμενο της, οι σχέσεις μεταξύ των διαφόρων στοιχείων που τη συνθέτουν, οι περιορισμοί που διέπουν την αξιοποίηση των στοιχείων αυτών και τέλος, η λογική και η φυσική οργάνωση των στοιχείων στο περιβάλλον του συστήματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων του εκάστοτε φορέα. Ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων κρίνεται απαραίτητη, διότι δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες του συστήματος να προσεγγίσουν το αντικείμενο στο σύνολό του και να εκτιμήσουν την αλληλεπίδραση των διαφόρων τμημάτων της βάσης δεδομένων. Μέσω της διαδικασίας του σχεδιασμού είναι πρακτικά εφικτός ο προσδιορισμός των προβλημάτων και περιορισμών στην καταγραφή και αξιοποίηση των γεωγραφικών δεδομένων, η εκτίμηση των τεχνικών χαρακτηριστικών του συστήματος που θα χρησιμοποιηθεί, η εκτίμηση του αριθμού και της κατηγορίας του προσωπικού που θα απαιτηθεί και τέλος, ο ρεαλιστικός προσδιορισμός του χρόνου και της δαπάνης που θα απαιτηθεί για την υλοποίηση του προγράμματος. Παράλειψη ή και μερική υλοποίηση του σχεδιασμού θα έχει ιδιαίτερα δυσμενή αποτελέσματα, όπως ελλιπή στοιχεία, άχρηστα στοιχεία, αδυναμία υποστήριξης εφαρμογών και έλλειψη συνοχής μεταξύ των διαφόρων τμημάτων της βάσης δεδομένων.

Μια βάση δεδομένων σε ένα σύγχρονο ΓΣΠ δημιουργείται και συντηρείται σε έναν Η/Υ από :

- Μια ομάδα προγραμμάτων και εφαρμογών που έχουν συνταχθεί ειδικά για το σκοπό αυτό
- Ένα σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων.

Με τον όρο Σύστημα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων εννοούμε μια συλλογή από προγράμματα που επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργήσουν και συντηρήσουν μια βάση δεδομένων, καθώς και να ανακτήσουν (επιλέξουν) δεδομένα από αυτή. Συχνά, η ανάκτηση των δεδομένων υποστηρίζεται από κατάλληλα ευρετήρια, ώστε να ολοκληρώνεται σε εύλογο χρόνο. Το σύστημα διαχείρισης βάσης

δεδομένων είναι ένα γενικής χρήσης σύστημα λογισμικού που διευκολύνει τις διαδικασίες ορισμού, κατασκευής και χειρισμού βάσεων δεδομένων για διάφορες εφαρμογές.

Σχήμα 10: Βάση δεδομένων

Μια βάση δεδομένων μαζί με το λογισμικό διαχείρισης βάσης δεδομένων καλείται Σύστημα Βάσης Δεδομένων. Ο στόχος της σχεδίασης ενός Συστήματος Βάσης Δεδομένων είναι διπλός :

- να αναπαραστήσει κατάλληλα τα δεδομένα της εφαρμογής
- να εξυπηρετήσει τις λειτουργικές απαιτήσεις της εφαρμογής (ελαχιστοποίηση χρόνου απόκρισης και απαιτήσεων σε μνήμη).

2.2 Σχεδιασμός πληροφοριακού συστήματος

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, η εισαγωγή των κλιματικών δεδομένων από τα μηνιαία δελτία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας έγινε αρχικά στο Excel. Δημιουργήθηκαν 40 διαφορετικά φύλλα εργασίας, όσα και οι σταθμοί και σε κάθε ένα από αυτά καταχωρήθηκαν τα δεδομένα ανά σταθμό και μήνα και για τα 32 συνεχόμενα έτη (1965-1996). Τα δεδομένα, όπως προαναφέρθηκε, αφορούσαν την απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία, τη μέση θερμοκρασία, την απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία, την πίεση στη στάθμη της θάλασσας, τη σχετική υγρασία, το ολικό ύψος υετού, το μέγιστο ύψος υετού, την ημέρα υετού, τη νέφωση στις 8:00πμ, 14:00 μμ και 20:00μμ, καθώς και τις ημέρες υετού. Ο πίνακας 3 που φαίνεται παρακάτω δείχνει την αρχική μορφή εισαγωγής των δεδομένων στο Excel.

| ΣΤΑΘΜΟΣ | ΜΗΝΑΣ | ΑΠΟΛΥΤΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜ. | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜ. | ΑΠΟΛΥΤΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜ. | ΠΙΕΣΗ ΣΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΘΑΛΑΣΣΑΣ | ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ | ΟΛΙΚΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ | ΜΕΓΙΣΤΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ | ΗΜΕΡΑ ΥΕΤΟΥ | ΝΕΦΩΣΗ ΣΤΙΣ 8:00πμ | ΝΕΦΩΣΗ ΣΤΙΣ 14:00πμ | ΝΕΦΩΣΗ ΣΤΙΣ 20:00πμ | ΗΜΕΡΕΣ ΥΕΤΟΥ |
|---------|---------|-----------------------|------------|------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------|-------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| ΣΚΥΡΟΣ | Ιαν-65 | 18,5 | 10,5 | 4,9 | 1014,0 | 74,0 | 60,7 | 22,4 | 25,0 | 5,5 | 6,2 | 4,6 | 11,0 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Φεβ-65 | 19,8 | 8,5 | -1,3 | 1011,7 | 76,0 | 136,4 | 29,9 | 27,0 | 6,3 | 6,3 | 5,5 | 17,0 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Μαρ-65 | 19,6 | 11,5 | 4,0 | 1016,6 | 78,0 | 99,7 | 49,8 | 10,0 | 5,4 | 5,5 | 3,7 | 14,0 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Απρ-65 | 23,3 | 14,3 | 4,8 | 1010,0 | 76,0 | 23,5 | 8,7 | 11,0 | 4,7 | 4,8 | 4,2 | 10,0 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Μαΐ-65 | 27,9 | 18,3 | 8,4 | 1012,2 | 74,0 | 39,0 | 17,1 | 4,0 | 3,2 | 3,4 | 3,2 | 7,0 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ιουν-65 | 29,4 | 23,8 | 15,0 | 1013,1 | 66,0 | 3,7 | 2,7 | 18,0 | 1,9 | 2,8 | 2,2 | 3,0 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ιουλ-65 | 35,4 | 25,6 | 16,0 | 1012,3 | 65,0 | 0,0 | 0,0 | 11,1 | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 2,0 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Αυγ-65 | 34,3 | 23,4 | 13,9 | 1012,8 | 68,0 | 5,8 | 4,3 | 27,0 | 1,7 | 1,3 | 1,0 | 1,0 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Σεπ-65 | 33,4 | 21,9 | 13,1 | 1015,8 | 71,0 | 0,0 | - | - | 2,2 | 2,0 | 0,7 | - |
| ΣΚΥΡΟΣ | Οκτ-65 | 23,5 | 16,8 | 7,0 | 1019,5 | 71,0 | 9,9 | 9,2 | 11,0 | 3,1 | 2,8 | 1,6 | 2,0 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Νοε-65 | 23,3 | 15,8 | 5,7 | 1015,3 | 75,0 | 31,8 | 13,8 | 25,0 | 4,5 | 4,9 | 3,6 | 10,0 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Δεκ-65 | 19,1 | 13,3 | 2,8 | 1011,4 | 82,0 | 40,9 | 7,9 | 2,0 | 5,3 | 5,5 | 4,8 | 15,0 |

Πίνακας 3: Αρχική μορφή εισαγωγής δεδομένων

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι εκεί που υπάρχει παύλα στους πίνακες ή το σύμβολο (E) σημαίνει ότι δεν υπήρχε αντίστοιχη μέτρηση της μεταβλητής. Αφού τελείωσε η εισαγωγή των δεδομένων, στη συνέχεια κατασκευάστηκαν χρονοσειρές ανά μήνα κάθε έτους και για κάθε μήνα των 32 ετών και για κάθε μεταβλητή βρήκαμε τον μέσο όρο, την τυπική απόκλιση, το μέγιστο και το ελάχιστο και για τους 12 μήνες. Ένα παράδειγμα φαίνεται στον Πίνακα 4 που ακολουθεί.

| ΣΤΑΘΜΟΣ | ΜΗΝΑΣ | ΑΠΟΛΥΤΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜ. | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜ. | ΑΠΟΛΥΤΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜ. | ΠΙΕΣΗ ΣΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΘΑΛΑΣΣΑΣ | ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ | ΟΛΙΚΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ | ΜΕΓΙΣΤΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ | ΗΜΕΡΑ ΥΕΤΟΥ | ΝΕΦΩΣΗ ΣΤΙΣ 8:00πμ | ΝΕΦΩΣΗ ΣΤΙΣ 14:00πμ | ΝΕΦΩΣΗ ΣΤΙΣ 20:00πμ | ΗΜΕΡΕΣ ΥΕΤΟΥ |
|----------------|------------|-----------------------|-------------|------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------|-------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-65 | 18,5 | 10,5 | 4,9 | 1014 | 74 | 60,7 | 22,4 | 25 | 5,5 | 6,2 | 4,6 | 11 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-66 | 17,9 | 10,3 | 1,3 | 1010,5 | 78 | 128,8 | 25,8 | 6 | 6,6 | 6,6 | 5,4 | 19 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-67 | 17 | 9,3 | 0 | 1018 | 75 | 77,2 | 18,4 | 14 | 5,7 | 5,9 | 3,9 | 12 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-68 | 18,2 | 9 | -1,3 | 1010,2 | 76 | 74,1 | 21,9 | 11 | 5,3 | 5 | 4,2 | 16 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-69 | 17,8 | 8,9 | -0,3 | 1014,5 | 81 | 124,9 | 25,3 | 4 | 7 | 6,9 | 6,6 | 17 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-70 | 19 | 12,3 | 5 | 1014,6 | 81 | 77,2 | 20,2 | 14 | 6,1 | 6,3 | 5,8 | 15 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-71 | 19,2 | 11,7 | 5 | 1017,4 | 85 | 110,2 | 28,3 | 10 | 6,3 | 6,6 | 5,4 | 14 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-72 | 16,7 | 9,8 | 0,8 | 1019,8 | 79 | 52 | 19,3 | 21 | 6,6 | 6,6 | 6,3 | 11 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-73 | 16,4 | 9,3 | -1,4 | 1021,1 | 84 | 158,9 | 69,6 | 5 | 6,8 | 6,7 | 6,5 | 15 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-74 | 15 | 8,5 | 2,4 | 1021,6 | 76 | 41 | 23,5 | 19 | 6,4 | 6,1 | 5,8 | 15 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-75 | 16,3 | 9,9 | 3,6 | 1019,4 | 83 | 119,7 | 53,9 | 30 | 5,2 | 5,7 | 5,3 | 9 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-76 | 17,4 | 10,3 | 2,4 | 1013,7 | 72 | 43,1 | 25,2 | 16 | 3,7 | 4,8 | 3,5 | 6 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-77 | 17,2 | 9,5 | 1 | 1019,4 | 87 | 62,2 | 21,9 | 13 | 6 | 6,4 | 4,7 | 8 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-78 | 18 | 9,4 | 1,8 | 1020,2 | 76 | 170,1 | 59,7 | 6 | 6 | 6,2 | 5,2 | 14 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-79 | 18,8 | 10,6 | 0 | 1014,7 | 68 | 64,6 | 15,9 | 7 | 5,9 | 5,5 | 5,3 | 13 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-80 | 17,4 | 8,6 | 1,2 | 1017,4 | 71 | 72,3 | 17 | 16 | 5,5 | 6 | 5,9 | 11 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-81 | 17,9 | 8,8 | 2,2 | 1010,8 | 72 | 290,6 | 44,3 | 22 | 6,1 | 6,4 | 5,5 | 23 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-82 | 19,2 | 10,1 | 3,4 | 1019 | 69 | 62,3 | 14,6 | 25 | 5,9 | 5,7 | 4,8 | 13 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-83 | 18,2 | 9,5 | 0 | 1022,5 | 64 | 11,5 | 5,5 | 16 | 3,8 | 4,4 | 2,3 | 7 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-84 | 16,4 | 10,8 | 2,6 | 1016,5 | 72 | 21,4 | 4,2 | 11 | 4,2 | 4,3 | 3,7 | 10 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-85 | 18,6 | 10,6 | 3,6 | 1012,6 | 71 | 71,9 | 17,9 | 17 | 5,6 | 5,7 | 5,3 | 18 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-86 | 17,6 | 11,3 | 3,4 | 1013,6 | 67 | 24 | 10,7 | 28 | 4,2 | 5 | 3,3 | 12 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-87 | 22,2 | 10,8 | 0,4 | 1015 | 68 | 36,9 | 9,3 | 19 | 5,4 | 5,6 | 5,8 | 16 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-88 | 19,6 | 10,7 | 2 | 1018,2 | 86 | 18,6 | 9,6 | 3 | 6,2 | 5,9 | 5,1 | 9 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-89 | 14,2 | 8 | 0,8 | 1028,8 | 83 | 0 | E | E | 3,9 | 3,9 | 3,8 | E |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-90 | 18 | 8,5 | 1,6 | 1024,8 | 72 | 12,1 | 8,8 | 31 | 4,8 | 4,6 | 3,5 | 2 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-91 | 20 | 8,5 | 1,4 | 1021,4 | 79,1 | 51,7 | 13,7 | E | E | 4,7 | E | 9 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-92 | 16 | 8,8 | 1,4 | 1024,3 | 69,6 | 0 | 0 | E | E | 4,8 | E | 2 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-93 | 19 | 8,3 | 2,8 | 1023,2 | 75,4 | 15,7 | 10 | E | E | 4 | E | 9 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-94 | 17,8 | 11,5 | 3,8 | 1014,1 | 75,3 | 82,8 | 22,8 | E | E | 5,1 | E | 14 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-95 | 20 | 10,2 | 4 | 1014,5 | 79,3 | 96,1 | 19,4 | E | E | 5,1 | E | 12 |
| ΣΚΥΡΟΣ | Ian-96 | 17,4 | 8,8 | 3 | 1016,9 | 76,4 | 48,7 | 14,1 | E | E | 7,1 | E | 8 |
| COUNT | IAN | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 31 | 25 | 26 | 32 | 26 | 31 |
| AVERAGE | IAN | 17,9 | 9,8 | 2,0 | 1017,6 | 75,8 | 71,3 | 21,7 | 15,6 | 5,6 | 5,6 | 4,9 | 11,9 |
| STDEV | IAN | 1,5 | 1,1 | 1,7 | 4,5 | 6,0 | 59,2 | 15,7 | 8,2 | 0,9 | 0,9 | 1,1 | 4,6 |
| MAX | IAN | 22,2 | 12,3 | 5 | 1028,8 | 87 | 290,6 | 69,6 | 31 | 7 | 7,1 | 6,6 | 23 |
| MIN | IAN | 14,2 | 8 | -1,4 | 1010,2 | 64 | 0 | 0 | 3 | 3,7 | 3,9 | 2,3 | 2 |

Πίνακας 4: Τροποποιημένη βάση δεδομένων

Τέλος, βρήκαμε και τις ετήσιες τιμές των αντίστοιχων μεταβλητών, όπως φαίνεται στον πίνακα 5 που ακολουθεί.

| ΣΤΑΘΜΟΣ | ΕΤΟΣ | ΑΠΟΛΥΤΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜ. | ΜΕΣΗ ΘΕΡΜ. | ΑΠΟΛΥΤΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜ. | ΠΙΕΣΗ ΣΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΘΑΛΑΣΣΑΣ | ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ | ΟΛΙΚΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ | ΜΕΓΙΣΤΟ ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ | ΝΕΦΩΣΗ ΣΤΙΣ 8:00πμ | ΝΕΦΩΣΗ ΣΤΙΣ 14:00πμ | ΝΕΦΩΣΗ ΣΤΙΣ 20:00πμ | ΗΜΕΡΕΣ ΥΕΤΟΥ |
|----------------|-------------|-----------------------|-------------|------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| ΣΚΥΡΟΣ | 1965 | 35,4 | 17,0 | -1,3 | 1013,7 | 73,0 | 451,4 | 49,8 | 3,7 | 3,8 | 3,0 | 92 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1966 | 37,0 | 18,2 | 1,3 | 1013,0 | 72,9 | 525,7 | 61,5 | 3,9 | 3,7 | 3,1 | 87 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1967 | 31,7 | 17,3 | 0,0 | 1015,1 | 71,8 | 418,4 | 33,7 | 3,8 | 3,7 | 2,8 | 78 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1968 | 35,2 | 18,2 | -1,3 | 1014,1 | 72,7 | 565,5 | 42,5 | 3,9 | 3,8 | 3,2 | 97 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1969 | 35,3 | 18,4 | -0,3 | 1013,8 | 74,2 | 412,1 | 61,2 | 3,9 | 3,8 | 3,1 | 86 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1970 | 34,3 | 17,9 | 2,5 | 1014,2 | 74,3 | 442,8 | 31,4 | 3,6 | 3,4 | 2,9 | 74 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1971 | 34,0 | 17,0 | 0,0 | 1015,2 | 72,8 | 551,7 | 44,6 | 3,8 | 3,7 | 3,1 | 84 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1972 | 36,0 | 17,1 | 0,8 | 1015,8 | 74,2 | 371,6 | 53,8 | 4,1 | 4,1 | 3,5 | 93 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1973 | 39,3 | 17,1 | -1,4 | 1015,7 | 76,1 | 488,1 | 90,0 | 3,8 | 3,6 | 2,9 | 72 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1974 | 35,3 | 17,1 | 1,8 | 1014,4 | 74,5 | 410,6 | 56,0 | 3,6 | 3,7 | 3,0 | 87 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1975 | 34,0 | 18,0 | 1,4 | 1015,3 | 73,3 | 518,3 | 53,9 | 3,7 | 3,6 | 3,1 | 78 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1976 | 33,2 | 16,0 | -1,0 | E | 77,9 | 690,9 | 60,9 | 4,1 | 4,0 | 3,5 | 94 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1977 | 36,2 | 17,1 | 0,6 | E | 77,0 | 379,9 | 28,0 | 3,5 | 3,4 | 2,8 | 74 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1978 | 36,8 | 17,2 | 1,8 | E | 72,5 | 724,9 | 64,9 | 3,6 | 3,7 | 3,0 | 85 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1979 | 36,2 | 17,4 | 0,0 | E | 69,8 | 442,1 | 43,6 | 3,9 | 3,7 | 3,4 | 80 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1980 | 32,0 | 17,1 | 1,2 | E | 69,5 | 588,3 | 61,0 | 3,8 | 3,6 | 3,0 | 86 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1981 | 34,2 | 17,2 | 1,3 | E | 66,9 | 662,8 | 60,0 | 3,1 | 3,0 | 2,3 | 68 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1982 | 35,6 | 16,6 | 0,2 | E | 67,5 | 444,7 | 45,0 | 3,4 | 3,1 | 2,6 | 75 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1983 | 34,0 | 16,8 | -3,2 | E | 66,8 | 309,7 | 19,0 | 3,3 | 3,3 | 2,7 | 58 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1984 | 34,0 | 17,2 | 1,8 | E | 67,0 | 294,9 | 37,8 | 3,5 | 3,5 | 3,0 | 85 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1985 | 34,8 | 17,3 | 0,0 | E | 65,8 | 329,7 | 73,2 | 3,5 | 3,2 | 2,8 | 71 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1986 | 35,0 | 17,1 | 2,4 | E | 66,8 | 188,6 | 36,5 | 3,5 | 3,4 | 3,0 | 65 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1987 | 39,0 | 16,8 | -2,0 | E | 73,5 | 252,0 | 13,0 | 3,6 | 3,6 | 3,4 | 94 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1988 | 38,0 | 17,0 | 1,0 | E | 80,7 | 272,7 | 34,5 | 3,6 | 3,5 | 3,3 | 61 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1989 | 33,2 | 17,0 | 0,0 | E | 79,6 | 230,8 | 40,0 | 3,2 | 3,2 | 2,9 | 35 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1990 | 37,4 | 17,5 | 1,6 | E | 68,8 | 182,0 | 33,8 | 3,0 | 2,8 | 2,3 | 68 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1991 | 35,0 | 16,6 | -0,8 | 1015,0 | 72,3 | 406,3 | 30,0 | E | 3,9 | E | 71 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1992 | 33,4 | 16,6 | 0,2 | 1015,9 | 65,5 | 167,0 | 27,0 | E | 3,1 | E | 47 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1993 | 34,2 | 16,6 | 2,0 | 1015,8 | 68,4 | 234,0 | 21,5 | E | 3,1 | E | 55 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1994 | 37,0 | 17,8 | 3,0 | 1014,1 | 70,9 | 308,8 | 22,8 | E | 2,9 | E | 63 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1995 | 35,2 | 17,2 | 4,0 | 1013,8 | 69,1 | 302,3 | 19,5 | E | 3,5 | E | 61 |
| ΣΚΥΡΟΣ | 1996 | 36,8 | 16,7 | 0,6 | 1013,2 | 69,8 | 302,7 | 35,6 | E | 3,9 | E | 84 |
| COUNT | ΕΤΟΣ | 32 | 32 | 32 | 17 | 32 | 32 | 32 | 26 | 32 | 26 | 32 |
| AVERAGE | ΕΤΟΣ | 35,3 | 17,2 | 0,6 | 1014,6 | 71,7 | 402,2 | 43,3 | 3,6 | 3,5 | 3,0 | 75,3 |
| STDEV | ΕΤΟΣ | 1,8 | 0,5 | 1,5 | 0,9 | 4,0 | 148,6 | 17,7 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 14,6 |
| MAX | ΕΤΟΣ | 39,3 | 18,4 | 4,0 | 1015,9 | 80,7 | 724,9 | 90,0 | 4,1 | 4,1 | 3,5 | 97,0 |
| MIN | ΕΤΟΣ | 31,7 | 16,0 | -3,2 | 1013,0 | 65,5 | 167,0 | 13,0 | 3,0 | 2,8 | 2,3 | 35,0 |


Πίνακας 5: Ετήσιες τιμές μεταβλητών

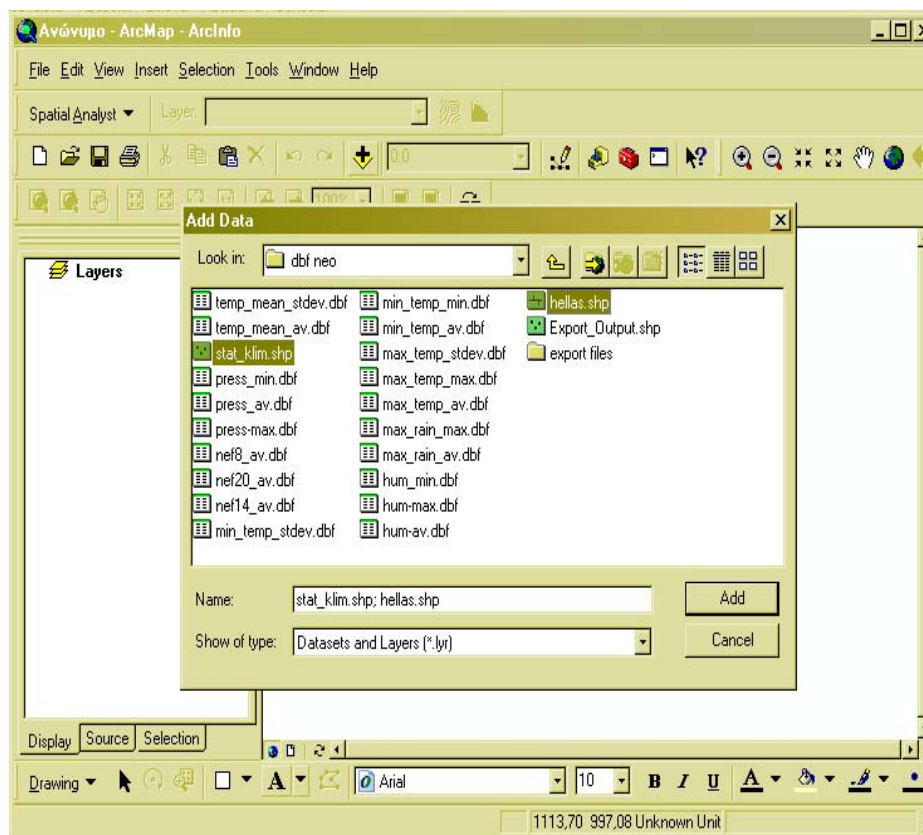
Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε 40 φορές, μία για τον κάθε σταθμό. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργήθηκε μια μεγάλη βάση δεδομένων, η οποία στη συνέχεια χωρίστηκε σε 20 μικρότερες, κάθε μία από τις οποίες περιέχει ένα κλιματικό στοιχείο για 12 μήνες και για τους 40 σταθμούς. Μία από αυτές τις βάσεις φαίνεται

στον πίνακα 6, όπου η στήλη N1 αντιστοιχεί στον χαρακτηριστικό αριθμό που δώσαμε σε κάθε σταθμό.

| N1 | JAN | FEB | MAR | APR | MAY | JUNE | JULY | AUG | SEPT | OKT | NOV | DEC | YEAR |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 27,9 | 28,1 | 24,8 | 18,9 | 10,9 | 6,0 | 3,6 | 9,2 | 15,6 | 38,3 | 41,4 | 44,1 | 70,6 |
| 1 | 29,6 | 20,3 | 20,1 | 14,6 | 9,2 | 5,0 | 1,0 | 5,0 | 17,4 | 32,1 | 36,3 | 33,2 | 52,8 |
| 2 | 30,1 | 20,2 | 27,3 | 11,8 | 11,2 | 9,1 | 6,9 | 4,7 | 9,0 | 31,7 | 29,3 | 24,0 | 44,7 |
| 3 | 32,6 | 31,6 | 23,9 | 21,7 | 13,4 | 12,7 | 7,1 | 7,2 | 26,1 | 38,1 | 43,8 | 41,2 | 67,1 |
| 4 | 22,5 | 22,9 | 19,1 | 14,7 | 15,4 | 6,6 | 7,8 | 6,1 | 13,6 | 22,6 | 34,7 | 24,1 | 44,7 |
| 5 | 35,1 | 26,1 | 27,1 | 19,4 | 12,4 | 8,3 | 7,1 | 8,3 | 18,0 | 45,0 | 42,7 | 45,8 | 69,9 |
| 6 | 29,7 | 27,7 | 23,3 | 19,7 | 15,6 | 12,5 | 11,2 | 13,0 | 14,0 | 25,5 | 36,0 | 34,5 | 53,6 |
| 7 | 31,8 | 20,4 | 21,8 | 13,4 | 6,3 | 3,7 | 4,8 | 6,1 | 8,8 | 29,2 | 32,1 | 30,7 | 56,6 |
| 8 | 27,7 | 29,7 | 25,8 | 19,0 | 19,7 | 11,0 | 13,5 | 13,2 | 21,0 | 40,8 | 52,2 | 38,5 | 75,3 |
| 9 | 36,8 | 34,3 | 29,0 | 24,7 | 24,5 | 13,2 | 13,6 | 12,8 | 26,1 | 39,3 | 51,6 | 49,8 | 70,5 |
| 10 | 32,5 | 28,3 | 25,2 | 19,3 | 20,8 | 16,1 | 14,7 | 16,6 | 24,0 | 29,6 | 40,5 | 43,5 | 59,3 |
| 11 | 20,4 | 21,4 | 16,9 | 13,9 | 11,5 | 6,9 | 6,2 | 5,0 | 7,7 | 24,6 | 21,1 | 28,0 | 48,5 |
| 12 | 21,0 | 19,7 | 18,7 | 13,1 | 10,2 | 4,7 | 7,7 | 8,4 | 6,7 | 22,3 | 22,8 | 24,2 | 48,6 |
| 13 | 21,7 | 20,9 | 20,6 | 9,5 | 10,3 | 5,0 | 6,8 | 12,1 | 11,0 | 17,1 | 23,5 | 21,9 | 43,3 |
| 14 | 53,9 | 53,9 | 43,1 | 22,0 | 18,5 | 16,7 | 16,6 | 18,2 | 24,2 | 49,2 | 41,0 | 50,6 | 73,3 |
| 15 | 19,0 | 14,2 | 21,0 | 17,4 | 10,9 | 7,0 | 5,1 | 8,6 | 4,1 | 23,4 | 20,3 | 18,7 | 31,2 |
| 16 | 9,9 | 13,2 | 11,8 | 11,7 | 16,4 | 12,7 | 13,4 | 10,8 | 16,8 | 19,9 | 22,1 | 18,2 | 48,8 |
| 17 | 20,2 | 24,1 | 23,2 | 22,2 | 16,1 | 15,5 | 11,3 | 11,4 | 14,9 | 28,4 | 28,6 | 26,6 | 41,3 |
| 18 | 23,9 | 18,3 | 18,6 | 10,5 | 23,9 | 11,6 | 16,6 | 8,9 | 21,6 | 30,0 | 33,1 | 18,7 | 42,4 |
| 19 | 11,1 | 13,4 | 13,5 | 12,8 | 18,2 | 15,7 | 19,9 | 14,2 | 16,6 | 18,8 | 17,8 | 17,7 | 43,2 |
| 20 | 17,6 | 17,1 | 17,2 | 18,3 | 20,5 | 14,5 | 12,7 | 15,5 | 24,1 | 25,2 | 19,7 | 26,0 | 44,4 |
| 21 | 12,9 | 15,1 | 17,3 | 12,9 | 14,6 | 16,9 | 15,9 | 14,6 | 10,1 | 17,0 | 24,8 | 17,9 | 36,3 |
| 22 | 15,0 | 17,3 | 14,9 | 12,1 | 18,3 | 21,5 | 15,9 | 13,6 | 10,9 | 17,1 | 18,4 | 17,6 | 38,6 |
| 23 | 17,7 | 21,9 | 18,8 | 16,6 | 16,0 | 13,6 | 17,3 | 10,7 | 10,9 | 21,9 | 24,0 | 24,3 | 46,7 |
| 24 | 17,9 | 18,7 | 19,3 | 16,1 | 17,9 | 18,7 | 15,4 | 15,5 | 19,5 | 23,6 | 32,0 | 25,4 | 37,7 |
| 25 | 21,4 | 27,0 | 20,9 | 15,6 | 13,7 | 15,2 | 11,0 | 7,7 | 16,1 | 22,9 | 35,3 | 31,3 | 60,5 |
| 26 | 28,0 | 19,5 | 19,8 | 13,9 | 10,9 | 5,6 | 3,0 | 1,3 | 13,9 | 32,0 | 26,3 | 25,3 | 56,5 |
| 27 | 25,6 | 22,6 | 18,7 | 13,2 | 10,2 | 5,9 | 1,0 | 2,5 | 15,0 | 25,0 | 26,7 | 32,4 | 55,1 |
| 28 | 31,0 | 23,7 | 19,1 | 14,5 | 7,8 | 3,9 | 0,8 | 1,8 | 22,2 | 19,8 | 28,6 | 32,4 | 59,9 |
| 29 | 37,4 | 38,7 | 25,0 | 14,2 | 6,0 | 9,9 | 1,9 | 7,8 | 17,1 | 32,8 | 27,0 | 26,1 | 62,1 |
| 30 | 40,4 | 32,8 | 29,7 | 19,6 | 12,1 | 7,2 | 3,0 | 5,7 | 6,4 | 20,8 | 37,7 | 36,3 | 69,3 |
| 31 | 42,0 | 37,9 | 31,3 | 11,3 | 13,0 | 5,0 | 1,0 | 0,9 | 5,2 | 37,8 | 45,1 | 46,4 | 80,9 |
| 32 | 35,6 | 38,0 | 32,8 | 18,5 | 13,9 | 6,8 | 3,8 | 1,7 | 15,7 | 19,5 | 36,6 | 44,3 | 69,0 |
| 33 | 21,9 | 22,6 | 20,6 | 8,1 | 6,3 | 4,0 | 1,2 | 5,9 | 4,4 | 21,7 | 24,3 | 19,4 | 43,5 |
| 34 | 25,8 | 18,0 | 21,0 | 11,6 | 10,9 | 8,9 | 1,0 | 3,5 | 4,3 | 22,4 | 26,1 | 24,4 | 50,0 |
| 35 | 20,1 | 16,2 | 23,0 | 10,2 | 5,1 | 3,1 | 0,7 | 0,2 | 5,5 | 11,2 | 16,9 | 20,4 | 37,0 |
| 36 | 24,2 | 21,8 | 21,6 | 12,8 | 12,6 | 11,4 | 8,6 | 8,7 | 17,2 | 18,4 | 23,7 | 25,7 | 52,4 |
| 37 | 41,1 | 32,6 | 28,7 | 16,4 | 16,8 | 4,5 | 0,5 | 0,3 | 19,6 | 22,6 | 33,5 | 41,8 | 72,8 |
| 38 | 16,5 | 20,1 | 19,1 | 14,0 | 8,5 | 8,0 | 4,7 | 4,2 | 8,8 | 21,2 | 18,9 | 24,1 | 35,3 |
| 39 | 36,8 | 31,7 | 26,1 | 20,1 | 19,1 | 9,4 | 8,6 | 18,1 | 36,7 | 46,0 | 46,4 | 47,1 | 79,0 |

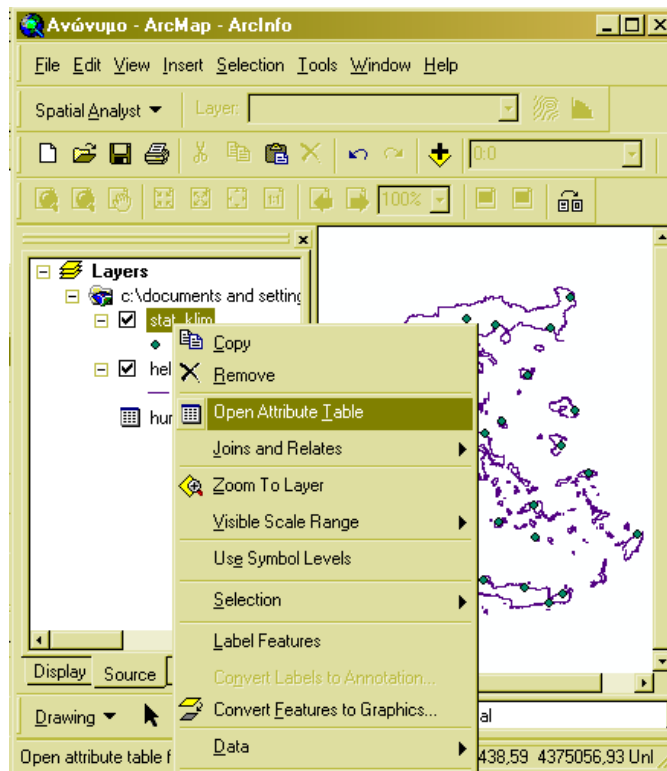
Πίνακας 6: Βάση δεδομένων στο ArcMap

Για να εισάγουμε στο ArcMap τους 20 πίνακες (βάσεις δεδομένων) πατάμε με αριστερό κλικ στο εικονίδιο της προσθήκης νέων επιπέδων (**add data**) , οπότε ανοίγει η φόρμα **Add Data**, μέσα από την οποία μπορούμε να αναζητήσουμε τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στο δίσκο μας, να τα επιλέξουμε και να κάνουμε κλικ στο κουμπί **Add** για να εισαχθούν στο περιβάλλον του Arc Map. Στην περίπτωση μας επιλέγουμε το αρχείο hellas.shp, που είναι ο χάρτης της Ελλάδας, καθώς και το stat_klim.shp, που είναι οι 40 σταθμοί, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Με αριστερό κλικ στην επιλογή Add εισάγουμε το αρχείο.



Στη συνέχεια, με την ίδια ακριβώς διαδικασία εισάγουμε τα 20 αρχεία dbf που είναι οι βάσεις δεδομένων που φτιάξαμε.

Σε ένα ΓΣΠ κάθε γεωγραφική – γεωμετρική οντότητα συνοδεύεται από ένα μεγάλο αριθμό πληροφοριών. Οι πληροφορίες αυτές, όπως έχουμε ήδη αναφέρει προηγουμένως, αποθηκεύονται στον πίνακα των περιγραφικών χαρακτηριστικών (attribute table). Για να δούμε τον πίνακα αυτόν, αρκεί να κάνουμε δεξί κλικ πάνω στο αρχείο stat_klim.shp και στη συνέχεια να επιλέξουμε **Open attribute table**, όπως φαίνεται παρακάτω.



Αμέσως, εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη, στην οποία προβάλλεται ο πίνακας των περιγραφικών χαρακτηριστικών του συγκεκριμένου επιπέδου με τις αντίστοιχες γραμμές (**records**) και τα πεδία (**fields**). Ο πίνακας των περιγραφικών χαρακτηριστικών αποτελείται από γραμμές και στήλες. Οι στήλες απεικονίζουν ένα περιγραφικό χαρακτηριστικό, ενώ οι γραμμές απεικονίζουν ένα μοναδικό γεωμετρικό χαρακτηριστικό, π.χ. γραμμή Νο 10. Κάποιες από τις στήλες του πίνακα απεικονίζουν στοιχεία της τοπολογίας, ενώ άλλες απεικονίζουν χωρικές μετρήσεις. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο πίνακας που εμφανίζεται περιέχει όλες τις πληροφορίες και των 40 σταθμών, όπως τον χαρακτηριστικό τους αριθμό, ο οποίος δίνεται από τον χρήστη, το όνομα και τις γεωγραφικές τους συντεταγμένες.

Με τα διάφορα προγράμματα που υπάρχουν στην αγορά ο χρήστης πλέον έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει τα πολλαπλά εργαλεία που του δίνονται, ώστε να επιτύχει το σκοπό της εργασίας του με τον αποδοτικότερο και αποτελεσματικότερο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης μπορεί να προσθέσει ή να διαγράψει πεδία από τους εκάστοτε πίνακες περιγραφικών χαρακτηριστικών, να ταξινομήσει τον πίνακα βάσει ενός πεδίου ή ακόμη και να υπολογίσει τα στατιστικά στοιχεία του επιπέδου που αυτός επιθυμεί, όπως για παράδειγμα τον μέσο όρο ή την τυπική απόκλιση.

| FID | Shape | NAME | LONGITUDE | LATITUDE | HEIGHT | X_EGSA87_C | Y_EGSA87_C |
|-----|-------|----------------------|-----------|----------|--------|------------|------------|
| 0 | Point | ΚΑΛΑΜΑΤΑ-(ΑΕΡΟΔΡΟΜ.) | 22 06 | 37 04 | 8 | 330679 | 4103548 |
| 1 | Point | ΜΕΘΩΝΗ | 21 42 | 36 50 | 34 | 294687 | 4078444 |
| 2 | Point | ΚΟΡΙΝΘΟΣ | 22 57 | 37 56 | 20 | 407526 | 4198532 |
| 3 | Point | ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ | 20 29 | 38 11 | 5 | 191759 | 4231599 |
| 4 | Point | ΠΑΤΡΑ | 21 44 | 38 15 | 3 | 301451 | 4235578 |
| 5 | Point | ΖΑΚΥΝΘΟΣ | 20 54 | 37 47 | 4 | 226786 | 4185897 |
| 6 | Point | ΤΡΙΠΟΛΗ | 22 24 | 37 31 | 662 | 358398 | 4152986 |
| 7 | Point | ΚΥΘΗΡΑ | 23 00 | 36 09 | 167 | 409840 | 4000639 |
| 8 | Point | ΑΓΡΙΝΙΟ | 21 23 | 38 37 | 47 | 271975 | 4277083 |
| 9 | Point | ΑΡΤΑ | 20 58 45 | 39 09 45 | 39 | 238785 | 4338755 |
| 10 | Point | ΙΩΑΝΝΙΝΑ | 20 49 30 | 39 41 45 | 483 | 227548 | 4398418 |
| 11 | Point | Ν.ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ | 23 40 | 38 02 | 138 | 470548 | 4209160 |
| 12 | Point | ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ | 23 44 | 37 54 | 15 | 476356 | 4194348 |
| 13 | Point | ΣΚΥΡΟΣ | 24 33 | 38 54 | 6 | 547496 | 4305420 |
| 14 | Point | ΚΥΜΗ | 24 06 | 38 38 | 221 | 508505 | 4275690 |
| 15 | Point | ΧΑΛΚΙΔΑ | 23 36 | 38 28 | 6 | 464905 | 4257266 |
| 16 | Point | ΛΑΡΙΣΑ | 22 28 | 39 38 | 74 | 368210 | 4387785 |
| 17 | Point | ΤΡΙΚΑΛΑ | 21 46 | 39 33 | 116 | 307901 | 4379795 |
| 18 | Point | ΒΟΛΟΣ | 22 57 | 38 22 | 7 | 409346 | 4357591 |

2.2.1 Σύνδεση πινάκων

Όταν δύο πίνακες συνδέονται, θα πρέπει να είναι γνωστό το πώς σχετίζονται μεταξύ τους οι μεμονωμένες τιμές των εγγραφών. Οι εγγραφές (τύπος σχέσεων συνόλου) είναι είτε ένα-προς-ένα είτε ένα-προς-πολλά είτε πολλά-προς-πολλά. Η γνώση του τύπου της σχέσης μεταξύ των πινάκων μπορεί να αποτρέψει πιθανά λάθη παράλειψης εγγραφών. Για παράδειγμα, αν έχουμε μια συσχέτιση ένα-προς-πολλά και συνδέσουμε δύο πίνακες σαν να πρόκειται για ένα-προς-ένα συσχέτιση, τότε παραλείπουμε χρήσιμες πληροφορίες από το συνδεδεμένο πίνακα, αφού οι ένα-προς-ένα αναζητήσεις εγγραφών σταματούν να ψάχνουν για περισσότερες αντιστοιχίες αφού βρουν την πρώτη.

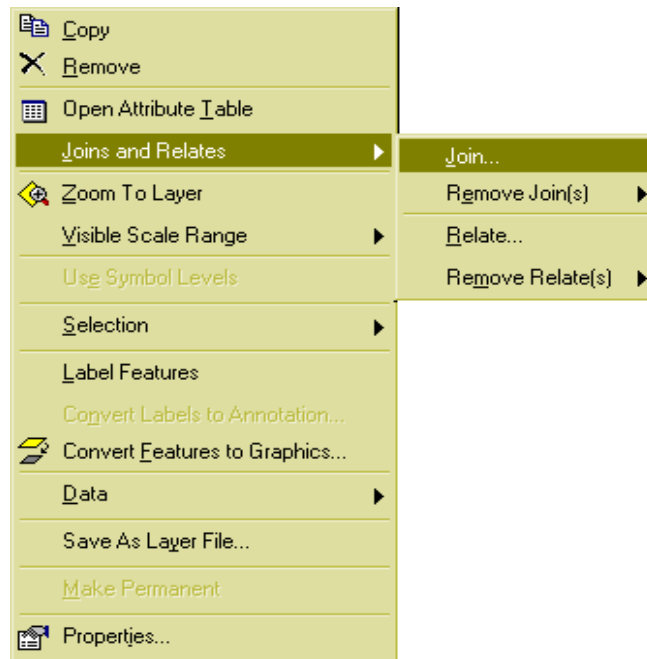
Το ArcMap παρέχει δύο μεθόδους για τη συσχέτιση δεδομένων που είναι αποθηκευμένα σε πίνακες με γεωγραφικά χαρακτηριστικά : τις εντολές join και relate. Όταν δύο πίνακες ενώνονται (**join**), τότε επισυνάπτονται οι ιδιότητες από τον ένα πίνακα στον άλλο με βάση ένα πεδίο κοινό και για τους δύο πίνακες. Στην περίπτωση μας το κοινό σημείο μεταξύ των πινάκων είναι το ID που έχουμε δώσει σε κάθε έναν σταθμό. Όταν συσχετίζουμε δύο πίνακες (**relate**), τότε καθορίζεται μία σχέση μεταξύ των δύο πινάκων, η οποία είναι επίσης βασισμένη σε ένα κοινό πεδίο,

με τη διαφορά ότι δεν επισυνάπτονται οι ιδιότητες του ενός πίνακα στον άλλον. Όμως, υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης στα σχετικά δεδομένα, όταν αυτό είναι απαραίτητο.

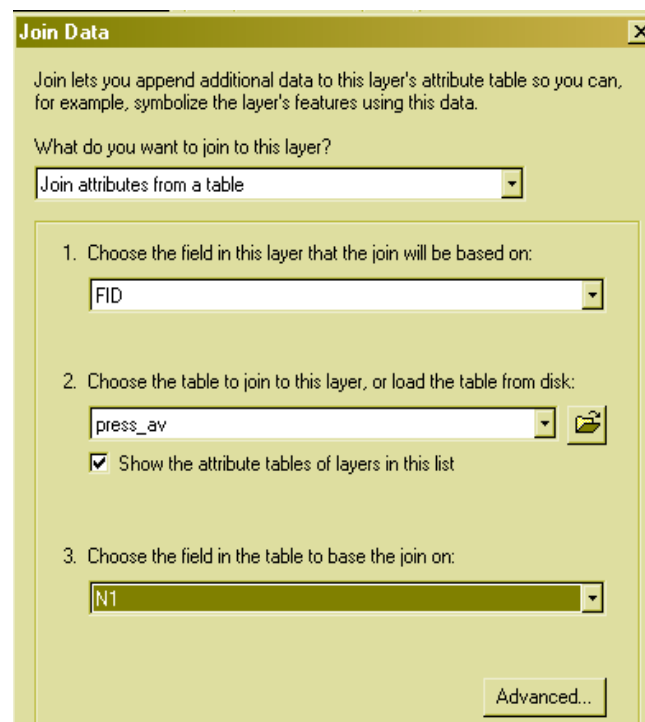
Δύο πίνακες είναι δυνατόν να ενωθούν όταν τα δεδομένα τους έχουν σχέση ένα-προς-ένα ή πολλά-προς-ένα, ενώ δύο πίνακες είναι δυνατόν να συσχετισθούν όταν τα δεδομένα τους έχουν σχέση ένα-προς-πολλά ή πολλά-προς-πολλά. Τα joins και relates επανασυνδέονται κάθε φορά που ανοίγουμε τον χάρτη. Με αυτόν τον τρόπο, αν αλλάξουν τα βασικά δεδομένα των πινάκων, η αλλαγή αυτή απεικονίζεται στο join ή στο relate.

Η εντολή join λειτουργεί με αρχεία shapefiles, coverages και geodatabases. Μόλις συνδεθούν οι πίνακες μπορούμε να κάνουμε query, συμβολισμό ή ανάλυση του νέου πίνακα με βάση τις τιμές που προέκυψαν από το join. Οι πίνακες που ενώνονται με ένα join του ArcMap δεν είναι μόνιμα συνδεδεμένοι. Συνδέονται δυναμικά στο ArcMap και μπορούν να αφαιρεθούν ή να προστεθούν οποιαδήποτε στιγμή. Όταν ενώνονται δύο πίνακες τα ονόματα των κοινών πεδίων δεν είναι απαραίτητο να είναι ίδια, αλλά πρέπει οπωσδήποτε να είναι του ίδιου τύπου.

Στην περίπτωση μας θέλουμε να ενώσουμε τον πίνακα stat-klim με τον hum_av για παράδειγμα. Ο πίνακας stat-klim περιέχει όλους τους σταθμούς με το ID που χαρακτηρίζει κάθε σταθμό, το ύψος βαρομέτρου κάθε σταθμού, καθώς και τις γεωγραφικές συντεταγμένες κάθε σταθμού, ενώ ο hum_av περιέχει τις μηνιαίες υγρασίες των 40 σταθμών για τους 12 μήνες, καθώς και την ετήσια για κάθε σταθμό. Με δεξί κλικ πάνω στο αρχείο stat-klim προκύπτει η παρακάτω επιλογή.



Επιλέγοντας το join προκύπτει το παρακάτω παράθυρο όπου πρέπει να επιλέξουμε το κοινό σημείο των δύο πινάκων που είναι το FID, δηλαδή ο χαρακτηριστικός αριθμός κάθε σταθμού που τον ορίσαμε εμείς.




Το αποτέλεσμα της ένωσης των δύο πινάκων είναι ένας πίνακας που περιέχει τα στοιχεία και των δύο πινάκων. Στη συνέχεια, ακολουθεί το σχήμα 11 όπου φαίνεται ένα παράδειγμα της ένωσης δύο πινάκων.

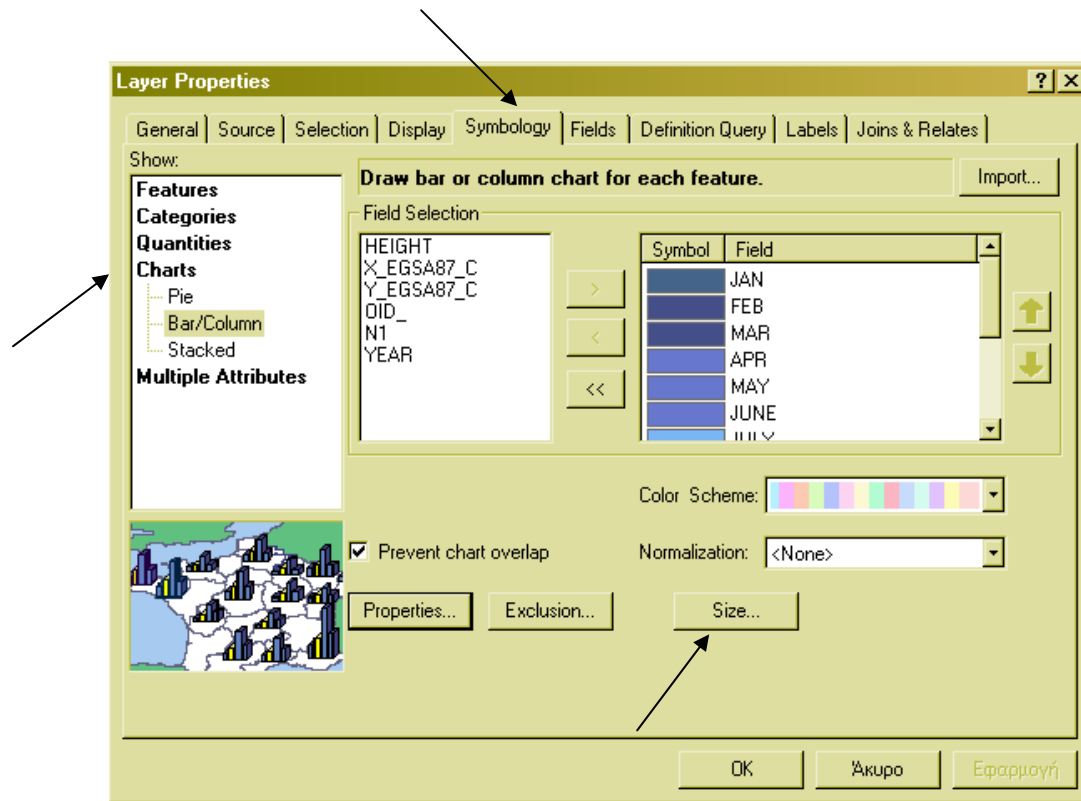
Σχήμα 11: Ένωση πινάκων

2.2.2 Δημιουργία ιστογραμμάτων

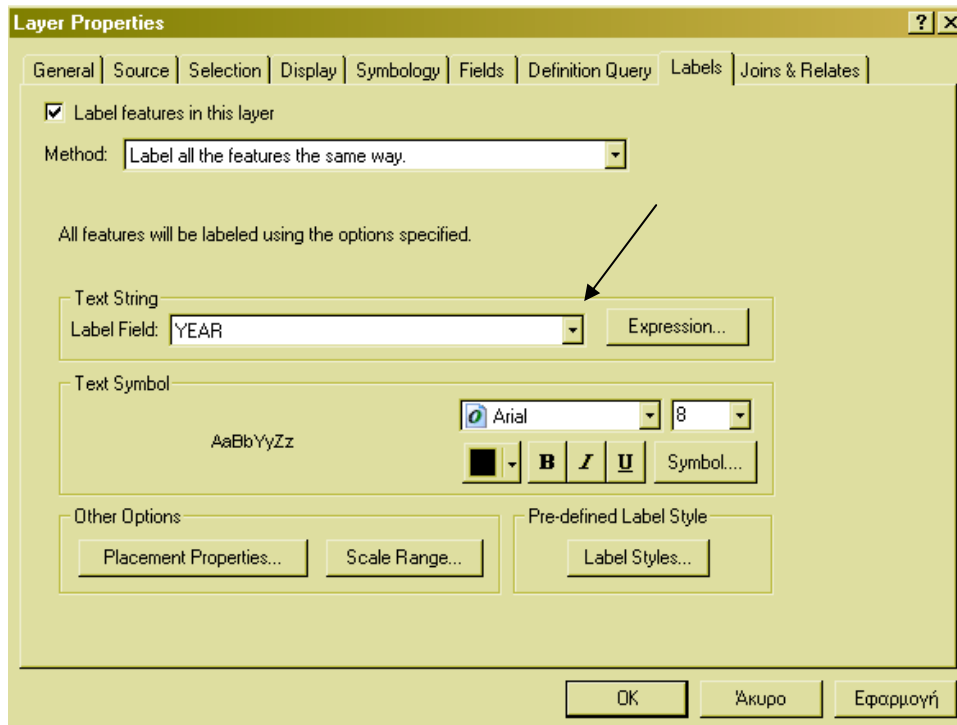
Στη συνέχεια, θέλουμε να δημιουργήσουμε τα ιστογράμματα πάνω στο χάρτη για κάθε σταθμό. Για να επιτύχουμε αυτό ακολουθούμε την εξής διαδικασία :

- Κάνουμε δεξί κλικ πάνω στο αρχείο `stat_klim` και επιλέγουμε την επιλογή **Properties**
- Στην οθόνη που εμφανίζεται επιλέγουμε το υπομενού **Symbology**. Στην αριστερή στήλη (**Show**) επιλέγουμε το **Charts** και συγκεκριμένα **Bar/Column**. Στο **Field Selection** φαίνονται οι στήλες που θα χρησιμοποιήσουμε για τα ιστογράμματα. Εμείς με το βελάκι  επιλέγουμε τους 12 μήνες (Jan-Dec), καθώς και τη στήλη Year.

- Στη στήλη **Symbol** έχουμε τη δυνατότητα να αλλάξουμε το χρώμα κάθε μεταβλητής. Στην προκειμένη περίπτωση επιλέξαμε το ίδιο χρώμα ανά 3 μήνες.
- Με την επιλογή **Size** μπορούμε να μεταβάλλουμε το μέγεθος του ιστογράμματος. Εμείς επιλέξαμε το μέγεθος 20.



- Τέλος, στο παράθυρο **Labels** ενεργοποιούμε την επιλογή **Label Features in this Layer** και στην επιλογή **Label Field** επιλέγουμε το **Year**. Με τον τρόπο αυτό, πάνω στο χάρτη θα εμφανίζεται σε κάθε σταθμό η ετήσια τιμή της αντίστοιχης μεταβλητής, στην οποία αναφέρεται ο χάρτης.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

3.1.1 Ψηφιδωτή διαμέριση

Σύμφωνα με τη μέθοδο της ψηφιδωτής διαμέρισης η περιοχή ολοκλήρωσης διαμερίζεται σε ισομεγέθη στοιχειώδη κύτταρα ή ψηφίδες με την εφαρμογή ενός ορθογωνικού καννάβου, με δεδομένη ισαποχή των οριζόντιων και κατακόρυφων γραμμών του. Για κάθε κύτταρο, υπολογίζεται η τιμή της μεταβλητής, η οποία αντιστοιχεί στο κέντρο του κυττάρου, αλλά θεωρείται σταθερή για όλη την επιφάνειά του. Η επιφανειακή τιμή προκύπτει τότε, ως ο μέσος όρος των τιμών όλων των κυττάρων. Η τιμή που ολοκληρώνεται μπορεί να είναι στιγμιαία, μέση ή αθροιστική για συγκεκριμένη χρονική διάρκεια.

Οι μέθοδοι διακρίνονται σε **ακριβούς παρεμβολής (exact-interpolation methods)** και **μέθοδοι εξομάλυνσης (smoothing methods)**, ανάλογα με το αν η κατασκευασμένη επιφάνεια διατηρεί ή όχι τις μετρημένες σημειακές τιμές.

Μία δεύτερη κατηγοριοποίηση των μεθόδων τις διαχωρίζει σε **στατιστικές-στοχαστικές (statistical-stochastic methods)** και **προσδιοριστικές (deterministic methods)**. Οι πρώτες βασίζονται στην αρχή να μειώνουν τα σφάλματα παρεμβολής στα σημεία της επιφάνειας όπου δεν υπάρχουν σημειακές μετρήσεις, ενώ οι δεύτερες παράγουν επιφάνειες με τη χρήση άλλων μαθηματικών κριτηρίων. Πλεονέκτημα των στατιστικών μεθόδων είναι ότι υπολογίζουν το σφάλμα παρεμβολής σε κάθε σημείο.

3.1.2 Παράμετροι μεθόδων

- **Διάσταση καννάβου επιφάνειας:** η διάσταση συνήθως λαμβάνεται από 1/2 έως 1/10 της μέσης απόστασης μεταξύ των σημείων μέτρησης.
- **Προσδιορισμός σημείων επιρροής κάθε ψηφίδας:** η επιλογή των σημείων που θα συμμετάσχουν στον υπολογισμό κάθε ψηφίδας γίνεται με δύο μεθόδους:

- Στον υπολογισμό της τιμής συμμετέχουν τα σημεία που βρίσκονται μέσα σε μια προκαθορισμένη και σταθερή ακτίνα
 - Ορίζεται ένας σταθερός αριθμός των πλησιέστερων σημείων που θα συμμετάσχουν στον υπολογισμό της τιμής.
- **Οπτική απεικόνιση επιφανειών:** πραγματοποιείται με την αντιστοίχιση μιας χρωματικής κλίμακας σε προσδιορισμένες κατηγορίες του πεδίου τιμών της μεταβλητής. Στη συνέχεια, γίνεται η παραγωγή ενός χάρτη γεωγραφικής κατανομής της μεταβλητής, όπου η κάθε ψηφίδα έχει το χρώμα που αντιστοιχεί στην τιμή του. Οι χρωματικές κλίμακες που χρησιμοποιούνται διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες:
- Σε αυτές που περιλαμβάνουν διαφορετικές αποχρώσεις του ίδιου χρώματος, ενώ συνήθως η απόχρωση σκουραίνει όσο οι τιμές της μεταβλητής μεγαλώνουν
 - Σε αυτές που περιλαμβάνουν διαφορετικά χρώματα, ενώ σε περιπτώσεις που χρειάζεται μεγάλη ποικιλία χρωμάτων απεικονίζονται δύο έως έξι συνεχόμενες κατηγορίες του πεδίου τιμών της με αποχρώσεις του ίδιου χρώματος.

3.1.3 Στάδια εφαρμογής μεθόδων

Τα στάδια εφαρμογής των μεθόδων είναι τα ακόλουθα:

1. Εγκαθίσταται καννάβος που καλύπτει την περιοχή μελέτης.
2. Οι τιμές της μεταβλητής σε κάθε σημείο του καννάβου υπολογίζονται από τις μετρημένες τιμές με βάση τη σχέση:

$$P_n = \sum_{k=1}^K a_{nk} \cdot P_k$$

όπου: P_n υπολογισμένη βροχόπτωση στο n σημείο του καννάβου

P_k η μετρημένη βροχόπτωση στο σημείο k

a_{nk} το βάρος του σταθμού k για τον υπολογισμό του σημείου n και

K ο συνολικός αριθμός των σημείων μέτρησης.

Οι περισσότερες μεθοδολογίες υπολογισμού θέτουν το άθροισμα των βαρών α_{nk} να είναι ίσο με τη μονάδα.

3. Η μέση επιφανειακή βροχόπτωση P δίνεται από τις υπολογισμένες τιμές του καννάβου με τη χρήση της σχέσης:

$$P = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N P_n$$

όπου N ο συνολικός αριθμός των σημείων του καννάβου.

3.1.4 Πλεονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα της ψηφιδωτής διαμέρισης είναι τα ακόλουθα:

- Άμεση δημιουργία της επιφάνειας της μεταβλητής για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, ανεξάρτητα από την έλλειψη ορισμένων σημειακών μετρήσεων. Πρέπει όμως να παρατηρήσουμε ότι οι ελλείψεις αυτές προκαλούν μείωση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων.
- Καλύτερη αντίληψη της γεωγραφικής κατανομής της μεταβλητής με τη βοήθεια της χρωματικής απεικόνισης και δυνατότητα άμεσου εντοπισμού περιοχών με ιδιαίτερο κλιματικά καθεστώς (υγρό, θερμό κτλ.)
- Δυνατότητα στατιστικής επεξεργασίας πολλών τέτοιων καννάβων που αφορούν στην ίδια μεταβλητή και στο ίδιο χρονικό βήμα.
- Δυνατότητα χειρισμού τέτοιων επιφανειών σε συνδυασμό με άλλες επιφάνειες της ίδιας διακριτότητας που αφορούν μορφολογικά, εδαφολογικά ή γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, με σκοπό τη δημιουργία μοναδιαίων υδρογραφημάτων ή μοντέλων βροχής-απορροής σε υδρολογικές λεκάνες.

3.1.5 Προσδιοριστικές μέθοδοι

Οι προσδιοριστικές μέθοδοι προσαρμόζουν έναν τύπο επιφάνειας σε ένα σύνολο μετρημένων τιμών της μεταβλητής σε συγκεκριμένες γεωγραφικές συντεταγμένες.

Διάφορες μαθηματικές συναρτήσεις χρησιμοποιούνται για να προσαρμόσουν την επιφάνεια στα μετρημένα σημεία, με αποτέλεσμα να είναι δυνατός ο υπολογισμός της μεταβλητής σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου.

Στην περίπτωση που τα σημειακά δεδομένα θεωρούνται ως ακριβείς τιμές της μεταβλητής, τότε επιλέγεται ένα σχήμα ακριβούς παρεμβολής, στο οποίο η επιφάνεια διατηρεί τις μετρημένες σημειακές τιμές, ενώ αν τα δεδομένα περιέχουν ένα σημαντικό σφάλμα μέτρησης επιλέγεται ένα σχήμα εξομάλυνσης.

Οι πιο γνωστές μέθοδοι εξομάλυνσης είναι η πολυωνυμική, η υψομετρική και η μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων.

Οι κυριότερες μέθοδοι παρεμβολής είναι η spline, η πολυτετραγωνική και η μέθοδος σταθμισμένων αντίστροφων αποστάσεων (ΣΑΑ).

Μέθοδος σταθμισμένων αντίστροφων αποστάσεων (ΣΑΑ)

Η παρεμβολή γίνεται με βάση τη σχέση:

$$h = \frac{d_1^{-k}}{\sum_{n=1}^N d_n^{-k}} \cdot h_1 + \frac{d_2^{-k}}{\sum_{n=1}^N d_n^{-k}} \cdot h_2 + \dots + \frac{d_N^{-k}}{\sum_{n=1}^N d_n^{-k}} \cdot h_N$$

όπου : h η τιμή της μεταβλητής στη ζητούμενη θέση

N ο αριθμός των σημείων που συμμετέχουν

$h_1, h_2, h_3, \dots, h_N$ οι σημειακές μετρήσεις στα σημεία 1,2,3,..., N

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_N$ οι αποστάσεις του κυττάρου από τα σημεία 1,2,3,..., N

k ο συντελεστής επιρροής της απόστασης.

Η τιμή του εκθέτη k συνήθως λαμβάνεται 1 ή 2 [Dingman, 1994].

3.1.6 Άλλες μεθοδολογίες

- Μέθοδος πολυτετραγωνικής παρεμβολής: η τιμή της μεταβλητής στο τυχόν σημείο της επιφάνειας υπολογίζεται με βάση τις αποστάσεις του σημείου από τους γειτονικούς σταθμούς. Ειδικότερα, η εξίσωση της επιφάνειας της μεταβλητής προκύπτει ως άθροισμα των επιρροών των

γειτονικών σταθμών, όπου κάθε επιρροή περιγράφεται μαθηματικά από μια ορθή κωνική επιφάνεια με κατακόρυφο άξονα τοποθετημένο στη θέση κάθε σταθμού.

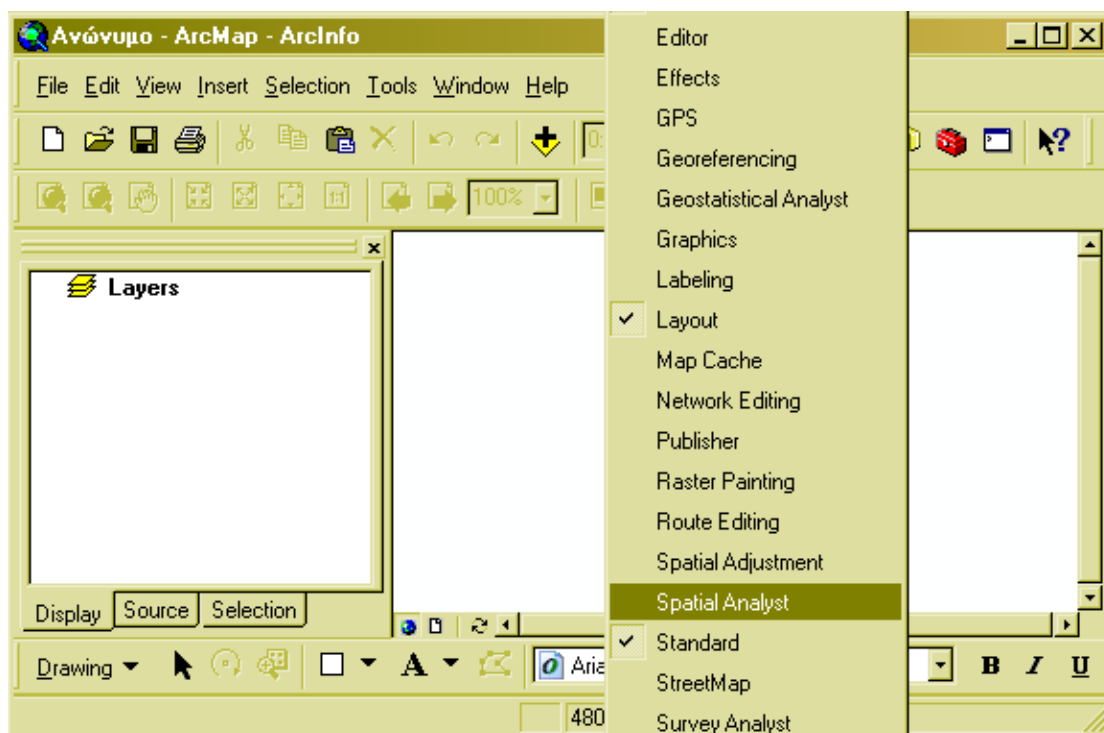
- Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων με πολυώνυμα: η μέθοδος στηρίζεται στην επιλογή ενός πολυωνύμου δεδομένου σταθμού, το οποίο εκφράζει τη μεταβλητή συναρτήσει των τοπογραφικών συντεταγμένων x και y των σημείων της περιοχής. Η εκτίμηση των συντελεστών του πολυωνύμου γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να ελαχιστοποιείται το σφάλμα προσαρμογής στα μετρημένα σημεία γνωστού ύψους βροχής (πρόκειται για μέθοδο εξομάλυνσης).
- Μέθοδος πολυωνύμων Lagrange: η μέθοδος αυτή είναι παραπλήσια με αυτή των ελαχίστων τετραγώνων με πολυώνυμα, με τη διαφορά ότι ο αριθμός των πολυωνυμικών όρων είναι ίσος με τον αριθμό των σημειακών μετρήσεων, με αποτέλεσμα η πολυωνυμική έκφραση να διέρχεται ακριβώς από τα σημεία μέτρησης (πρόκειται για μέθοδο ακριβούς παρεμβολής). Κατά συνέπεια η μέθοδος πραγματοποιεί παρεμβολή και όχι εξομάλυνση. Κύριο μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ο μεγάλος βαθμός του πολυωνύμου που μπορεί να προκαλεί αδικαιολόγητα υψηλές διακυμάνσεις της επιφάνειας από θέση σε θέση.
- Μέθοδος προσαρμογής splines: χρησιμοποιούνται ευρέως στο σχεδιασμό, με σκοπό την παροχή μιας εξομαλυμένης αναπαράστασης καμπυλών και επιφανειών που περνούν διαμέσου ή κοντά σε δεδομένο σύνολο σημειακών δειγμάτων. Προσαρμόζονται τοπικές πολυωνυμικές εκφράσεις παρεμβολής μικρού βαθμού, αποφεύγοντας έτσι το πρόβλημα των πολύ υψηλών διακυμάνσεων της επιφάνειας.
- Μέθοδος βέλτιστης παρεμβολής (kriging): η μέθοδος αυτή ανήκει στη γενικότερη κατηγορία των γεωστατιστικών μεθόδων ή μεθόδων kriging. Σε αντίθεση με το ντετερμινιστικό χαρακτήρα των προηγούμενων μεθόδων, η μέθοδος αυτή βασίζεται στην υπόθεση ότι η διακύμανση μιας μεταβλητής στο χώρο είναι τυχαία, οπότε χρησιμοποιεί στατιστικές μεθοδολογίες για οποιαδήποτε εκτίμηση απορρέει από σημειακές μετρήσεις της μεταβλητής. Σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι το γεγονός ότι ποσοτικοποιεί

και τελικά ελαχιστοποιεί το σφάλμα εκτίμησης, πράγμα που δεν συμβαίνει με τις προηγούμενες εμπειρικές μεθόδους. Ωστόσο, είναι αρκετά πολύπλοκη στην εφαρμογή της, η οποία προϋποθέτει τη χρήση κατάλληλων υπολογιστικών προγραμμάτων.

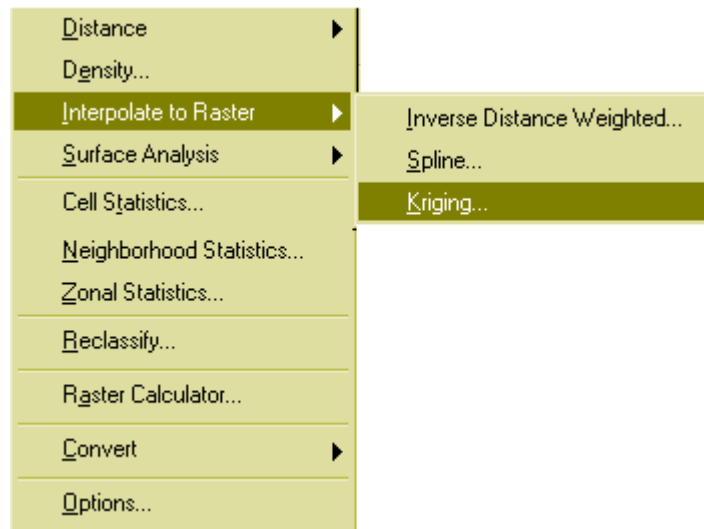
3.2 Εφαρμογή μεθόδων χωρικής ολοκλήρωσης στην παρούσα εφαρμογή

Για την εφαρμογή των μεθόδων χωρικής ολοκλήρωσης στον ελληνικό χώρο θα εφαρμόσουμε τη μέθοδο βέλτιστης προσαρμογής kriging. Η διαδικασία στο ArcGIS είναι η εξής:

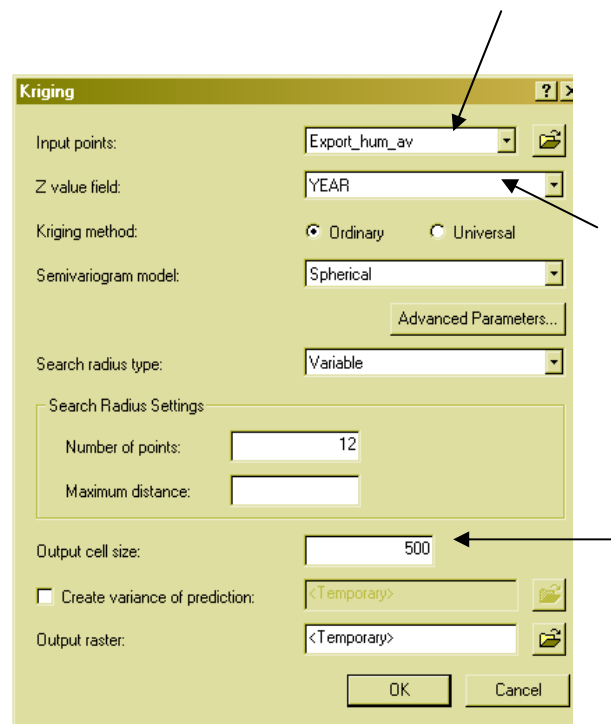
Ανοίγουμε το ArcMap και κάνουμε δεξί κλικ στην γκριζα περιοχή των εργαλειοθηκών. Στο εμφανιζόμενο μενού **Customize** επιλέγουμε το **Spatial Analyst**, οπότε θα δούμε να εμφανίζεται η αντίστοιχη εργαλειοθήκη. Το επόμενο βήμα είναι να την τοποθετήσουμε δίπλα στις άλλες εργαλειοθήκες. Η επέκταση Spatial Analyst προσφέρει ένα ευρύ φάσμα εργαλείων χωρικής μοντελοποίησης και ανάλυσης, τα οποία επιτρέπουν τη δημιουργία, την αναζήτηση, τη χαρτογράφηση και την ανάλυση πλεγματικών (raster) δεδομένων. Παρέχει επίσης τη δυνατότητα ενοποίησης των διανυσματικών (vector) με τα πλεγματικά (raster) δεδομένα.



Την ίδια εργαλειοθήκη μπορούμε να την εισάγουμε και από το μενού **View**, επιλέγοντας **Toolbars** και στη συνέχεια **Spatial Analyst**. Επιλέγοντας το Spatial Analyst προκύπτει το παρακάτω παράθυρο, όπου επιλέγουμε τη μέθοδο Kriging.



Στο παράθυρο που εμφανίζεται στο **Input points** επιλέγουμε το αρχείο που μας ενδιαφέρει και στο **Z value field** επιλέγουμε το **YEAR**, ώστε η μέθοδος Kriging να γίνει με βάση την ετήσια τιμή της μεταβλητής. Τέλος, επιλέγουμε το μέγεθος των κελιών του καννάβου στην επιλογή **Output cell size**.



Την παραπάνω διαδικασία την επαναλαμβάνουμε τρεις φορές. Με τον τρόπο αυτό δημιουργήθηκαν τρεις διαφορετικοί χάρτες με τη μέθοδο Kriging, ένας για το μέσο ετήσιο ύψος βροχής, ένας για τη μέση ετήσια υγρασία και τέλος, ένας για τη μέση ετήσια θερμοκρασία. Οι χάρτες αυτοί φαίνονται αμέσως παρακάτω.

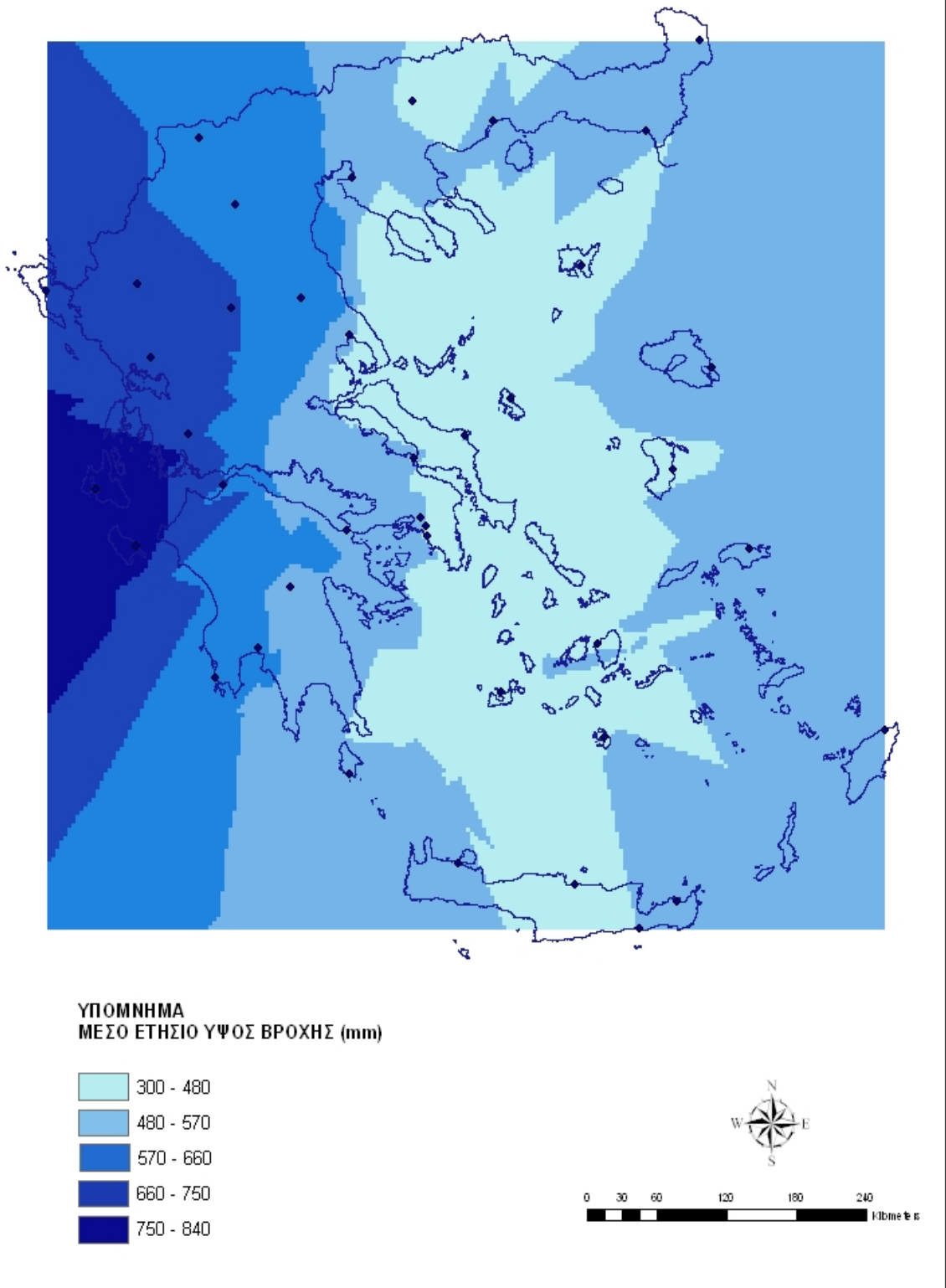
Ο πρώτος χάρτης απεικονίζει το μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm). Αυτό που μπορούμε να παρατηρήσουμε είναι ότι δημιουργούνται 5 ζώνες σε όλη την Ελλάδα με διαφορετικές εντάσεις βροχόπτωσης. Η Δυτική Ελλάδα παρουσιάζει τις μεγαλύτερες βροχοπτώσεις που ήταν αναμενόμενο με τιμές 600-800 mm ύψος βροχής σε ετήσια βάση (2 πρώτες ζώνες). Ακολουθεί μία μικρή ζώνη που περιλαμβάνει την κεντρική ηπειρωτική Ελλάδα και τη Δυτική Πελοπόννησο με τιμές 570-660 mm. Στη συνέχεια, υπάρχει μία ζώνη που περιλαμβάνει την Ανατολική Πελοπόννησο, τη Στερεά Ελλάδα και μέρος της κεντρικής Μακεδονίας, καθώς και τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου με μέτριες ετήσιες βροχοπτώσεις (480-570 mm). Τέλος, η ζώνη με τις μικρότερες βροχές (300-480 mm) είναι αυτή που περιλαμβάνει τα κεντρικά νησιά του Αιγαίου, το μεγαλύτερο μέρος της Κρήτης, την Εύβοια και την Αττική.

Ο δεύτερος χάρτης απεικονίζει τη μέση ετήσια σχετική υγρασία. Παρατηρούμε ότι δημιουργούνται 5 ζώνες με διαφορετικές διακυμάνσεις της σχετικής υγρασίας. Οι περιοχές με τη μικρότερη υγρασία (ζώνη 1) είναι η Αττική. Ακολουθεί η ζώνη 2 με την Κρήτη, τη Σάμο, την Εύβοια, τη Στερεά Ελλάδα και την Ανατολική Πελοπόννησο. Η ζώνη 3 περιλαμβάνει την ηπειρωτική Ελλάδα, μέρος της Πελοποννήσου και τα Δωδεκάνησα, ενώ στη ζώνη 4 ανήκουν η Μακεδονία, η Θράκη, η Μυτιλήνη και η Δυτική Ελλάδα. Τέλος, οι περιοχές με τη μεγαλύτερη σχετική υγρασία (ζώνη 5) είναι τα νησιά του Ιονίου (Κέρκυρα, Κεφαλονιά, Ζάκυνθος) και η Μυτιλήνη.

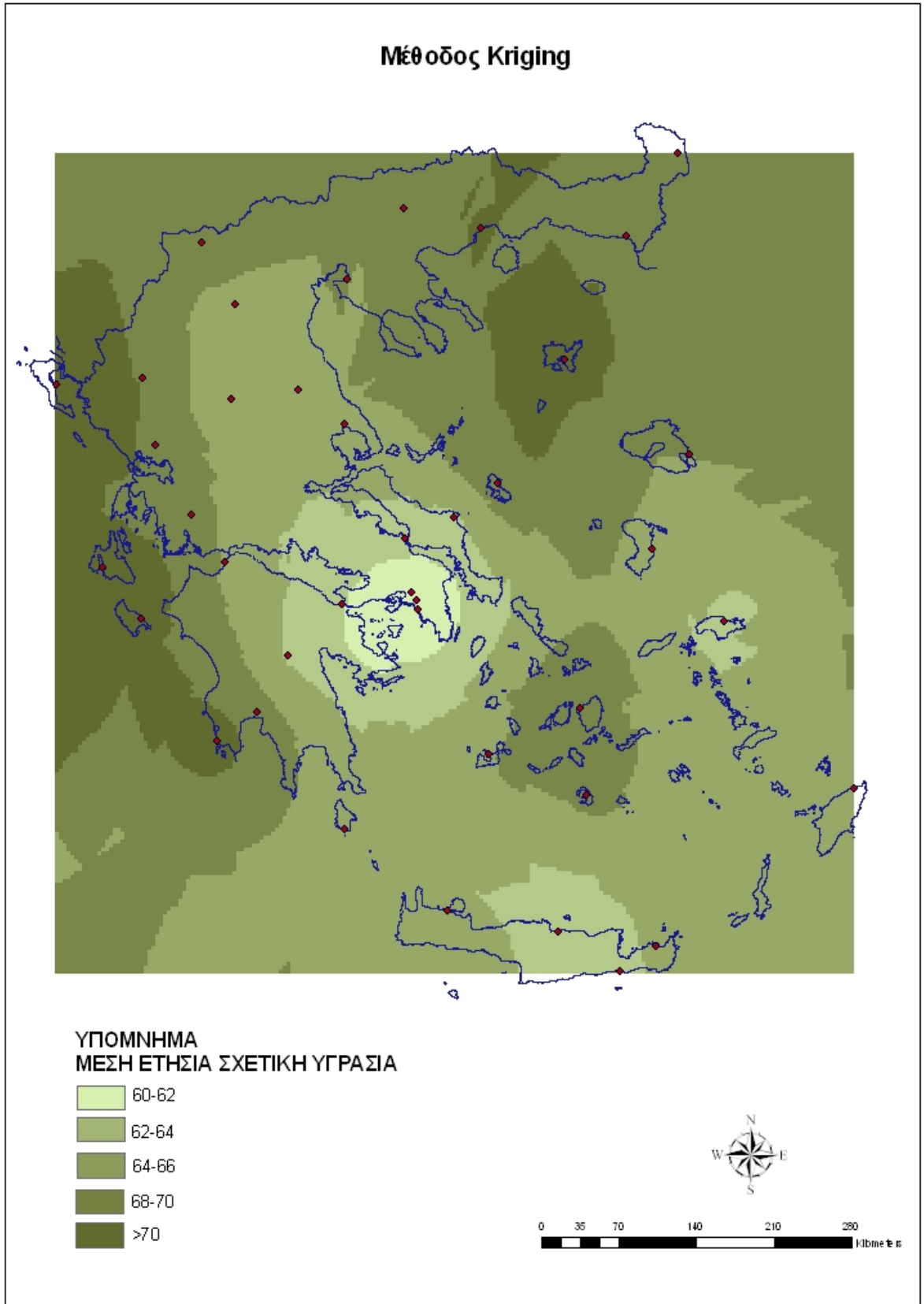
Ο τρίτος χάρτης απεικονίζει τη μέση ετήσια θερμοκρασία. Και σε αυτόν τον χάρτη υπάρχουν 5 ζώνες με διαφορετικές μέσες ετήσιες θερμοκρασίες για όλη τη χώρα. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε οι χαμηλότερες θερμοκρασίες παρουσιάζονται στη Φλώρινα και στην Κοζάνη (ζώνη 1) με τιμές 12-14 °C. Ακολουθεί η ζώνη 2 με τα Ιωάννινα, τις Σέρρες, την Καβάλα, την Αλεξανδρούπολη και την Ορεστιάδα, καθώς και την Τρίπολη με μέσες ετήσιες θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 14-15 °C. Η ζώνη 3 περιλαμβάνει τη Χαλκιδική και μέρος της κεντρικής ηπειρωτικής Ελλάδας με τιμές 15-16 °C. Η ζώνη 4 καλύπτει το μεγαλύτερο

μέρος της χώρας (Πελοπόννησο, Κυκλάδες, Στερεά Ελλάδα) με μέσες ετήσιες θερμοκρασίες 16-18 °C. Τέλος, η Κρήτη και τα Δωδεκάνησα παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες θερμοκρασίες με τιμές 18-20 °C.

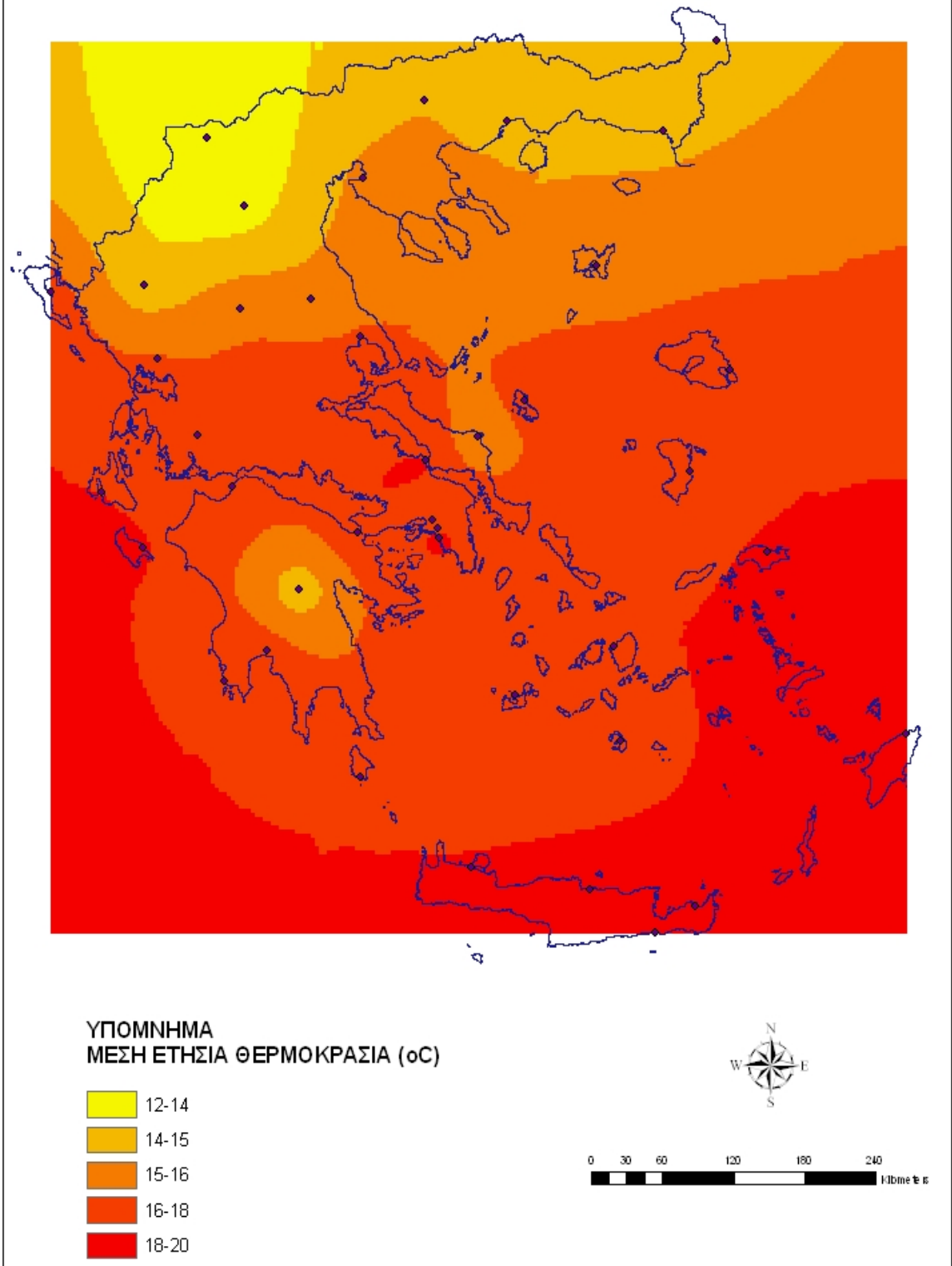
Μέθοδος Kriging



Μέθοδος Kriging



Μέθοδος Kriging



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Γενικά για τη χαρτογραφική απόδοση

Το κύριο μέσο μετάδοσης της γεωγραφικής πληροφορίας είναι ο χάρτης. Οι χάρτες παραδοσιακά μορφώνουν το κύριο σύστημα αποθήκευσης και παρουσίασης της χωρικής πληροφορίας. Κι αυτό γιατί ο χάρτης οριζόμενος ως η γραφική αναπαράσταση της γεωγραφίας (μορφή του χώρου, χωρικά φαινόμενα και χωρικές αλληλοσυσχετίσεις) ενός τμήματος της επιφάνειας της γης, σε όλες τις μορφές και διαστάσεις του, παρέχει μια άμεση εποπτεία του χώρου, με ελεγχόμενη ακρίβεια και πληρότητα και επομένως παραμένει ένας βασικός τρόπος επικοινωνίας.

Τρία είναι τα βασικά ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν πριν την οριστική κατασκευή ενός χάρτη:

- Γιατί κατασκευάζεται ο χάρτης αυτός;
- Ποιος θα χρησιμοποιήσει το χάρτη;
- Πώς θα παρουσιαστεί ο χάρτης;

Σχετικά με το σκοπό του χάρτη πρέπει να σημειωθεί ότι κάθε χάρτης περιέχει δύο στοιχεία της γεωγραφικής πληροφορίας, τη θέση και τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται στις θέσεις αυτές. Από τις δύο αυτές κατηγορίες πληροφοριών προκύπτουν σχέσεις σε όλους τους δυνατούς τοπολογικούς, ποσοτικούς και ποιοτικούς συνδυασμούς, όπως αποστάσεις, κατευθύνσεις, γειτονιά, χωρικά πρότυπα, δίκτυα, χωρικοί αλληλοσυσχετισμοί κλπ.

Ένας χάρτης αποτελεί ένα πολύ δυνατό εργαλείο χωρικής ανάλυσης που μπορεί όμως να εξυπηρετήσει ένα συγκεκριμένο αριθμό από την πληθώρα των διαφορετικών χωρικών σχέσεων και φαινομένων που παρουσιάζει η πραγματικότητα.

Όμως, δεν αρκεί μόνο να οριστεί με ακρίβεια και σαφήνεια ο σκοπός χρήσης ενός χάρτη. Η γνώση του αποδέκτη και τελικού χρήστη ενός χάρτη αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επιτυχή κατασκευή ενός χάρτη. Πάντοτε πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν η δυνατότητα των υποψηφίων χρηστών να ερμηνεύουν πληροφορίες που εμπεριέχονται σε αυτόν. Οι δυνατότητες αναγνώρισης των στοιχείων ενός χάρτη εξαρτώνται από τις γνώσεις και την εμπειρία των χρηστών, η οποία όμως μπορεί να διαφοροποιείται μεταξύ διαφορετικών ομάδων χρηστών.

Για παράδειγμα, άλλη είναι η εμπειρία και η γνώση ενός τοπογράφου μηχανικού όταν εξετάζει τα τοπογραφικά στοιχεία ενός τοπογραφικού χάρτη και άλλη η γνώση ενός υπαλλήλου ή επιστήμονα άλλης ειδικότητας. Αυτό σημαίνει ότι όταν κατασκευάζουμε τοπογραφικούς χάρτες για παράδειγμα, πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη σε ποιους αυτοί απευθύνονται και για ποιο σκοπό. Άλλες είναι οι τοπογραφικές πληροφορίες που εμπεριέχονται σε ένα τοπογραφικό χάρτη που απευθύνεται σε τοπικούς φορείς για πάσα χρήση και άλλες αυτές που εμπεριέχονται σε ένα χάρτη που απευθύνεται σε επιστημονικά ιδρύματα, ινστιτούτα και φορείς με ειδικευμένους γνώστες του συγκεκριμένου αντικειμένου.

4.2 Τα στοιχεία ενός χάρτη

Τα στοιχεία που αποτελούν τα δομικά υλικά της δημιουργίας ενός χάρτη ταξινομούνται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Γραφικά ή γεωγραφικά (σημεία, γραμμές επιφάνειες)
- Χαρτογραφικά (κλίμακα, προβολή, σύμβολα)
- Εποπτικά (τίτλος, υπόμνημα, δείκτης προσανατολισμού).

Η μεγάλη σημασία των στοιχείων αυτών στη δημιουργία ενός επιτυχημένου χάρτη μπορεί να αποδοθεί επιγραμματικά ως εξής : «Ένας χάρτης χωρίς τα γραφικά – γεωγραφικά στοιχεία δεν μπορεί να υπάρχει, χωρίς τα χαρτογραφικά δεν αξίζει να υπάρχει και χωρίς τα εποπτικά δεν επιθυμούμε να υπάρχει».

4.3 Ο ηλεκτρονικός χάρτης ενάντια στον παραδοσιακό χάρτη

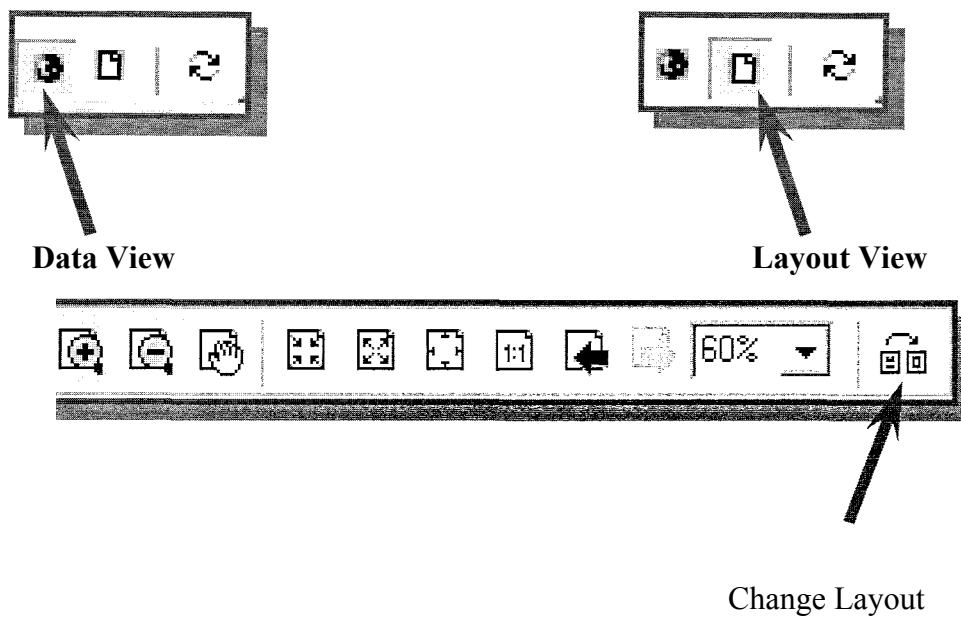
Μεταξύ του παραδοσιακού και του ηλεκτρονικού χάρτη και ιδιαίτερα με την διανυσματική μορφή του, υπάρχουν σημαντικές διαφορές. Ένας ηλεκτρονικός χάρτης θεωρείται και σαν διαδραστικός χάρτης (interactive map), γιατί δίνει την δυνατότητα στο χρήστη του χάρτη αυτού, εκτός από την παραδοσιακή εκτύπωση ενός ελκυστικού χάρτη, να θέσει ερωτήματα και να πάρει απαντήσεις, κάτι που σχεδόν είναι αδύνατο να το κάνει με τον παραδοσιακό χάρτη. Άλλες σημαντικές διαφορές είναι :

- Ο ηλεκτρονικός χάρτης μπορεί να περιλαμβάνει πληροφορίες, οι οποίες είναι αρκετά δύσκολο να δειχθούν στους παραδοσιακούς χάρτες. Για παράδειγμα, η αναπαράσταση της γήινης καμπυλωτής επιφάνειας μπορεί να γίνει χωρίς την παραμόρφωση που προστίθεται από την επίπεδη αναπαράστασή της στο χαρτί.
- Οι παραδοσιακοί χάρτες είναι στατικοί και δύσκολα αλλάζει κανείς το περιεχόμενό τους, σε αντίθεση με τους ηλεκτρονικούς που είναι δυναμικοί και στους οποίους κάθε αλλαγή μπορεί να γίνει εύκολα και γρήγορα.
- Οι παραδοσιακοί χάρτες αναπαριστούν την γήινη επιφάνεια σε δύο διαστάσεις, σε αντίθεση με τους ηλεκτρονικούς, οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να την αναπαραστήσουν σε τρεις διαστάσεις.
- Συνήθως η μελέτη μιας περιοχής απαιτεί περισσότερους του ενός παραδοσιακούς χάρτες και θα πρέπει να γίνει η απαραίτητη συρραφή χαρτών. Αντίθετα στον ηλεκτρονικό χάρτη παρέχεται η δυνατότητα για ενιαία αντιμετώπιση της περιοχής χωρίς συρραφές χαρτών.
- Αντίθετα από τους παραδοσιακούς χάρτες, οι ψηφιακοί χάρτες μπορούν να συνδέσουν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα βάσεων δεδομένων με άλλα υποστηρικτικά έγγραφα. Για παράδειγμα, ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα μιας θερμής πηγής ή ενός κρατήρα ηφαιστείου πάνω σε ένα χάρτη μπορεί να συνδεθεί με μια φωτογραφία ή ένα βίντεο.

Συνοψίζοντας, εκτός από μία όμορφη εικόνα ο ηλεκτρονικός χάρτης έχει δύο πλεονεκτήματα σε σχέση με τον παραδοσιακό χάρτη:

- Πρόσβαση στις πιο ενημερωμένες πληροφορίες
- Εξειδικευμένα εργαλεία για την ανάκτηση πληροφοριών.

Στο ArcMap υπάρχουν δύο καταστάσεις σχετικά με τη χαρτογραφική απόδοση. Η πρώτη είναι αυτή της εμφάνισης χάρτη (**Data View**) και η δεύτερη αυτή της εκτύπωσης χάρτη (**Layout View**).



Για να μεταβούμε από τη μία κατάσταση στην άλλη, αρκεί να επιλέξουμε το κατάλληλο εικονίδιο από τα παραπάνω δύο που βρίσκονται κάτω από την περιοχή εμφάνισης του χάρτη.

4.4 Διαμόρφωση χάρτη

4.4.1 Προσανατολισμός χάρτη

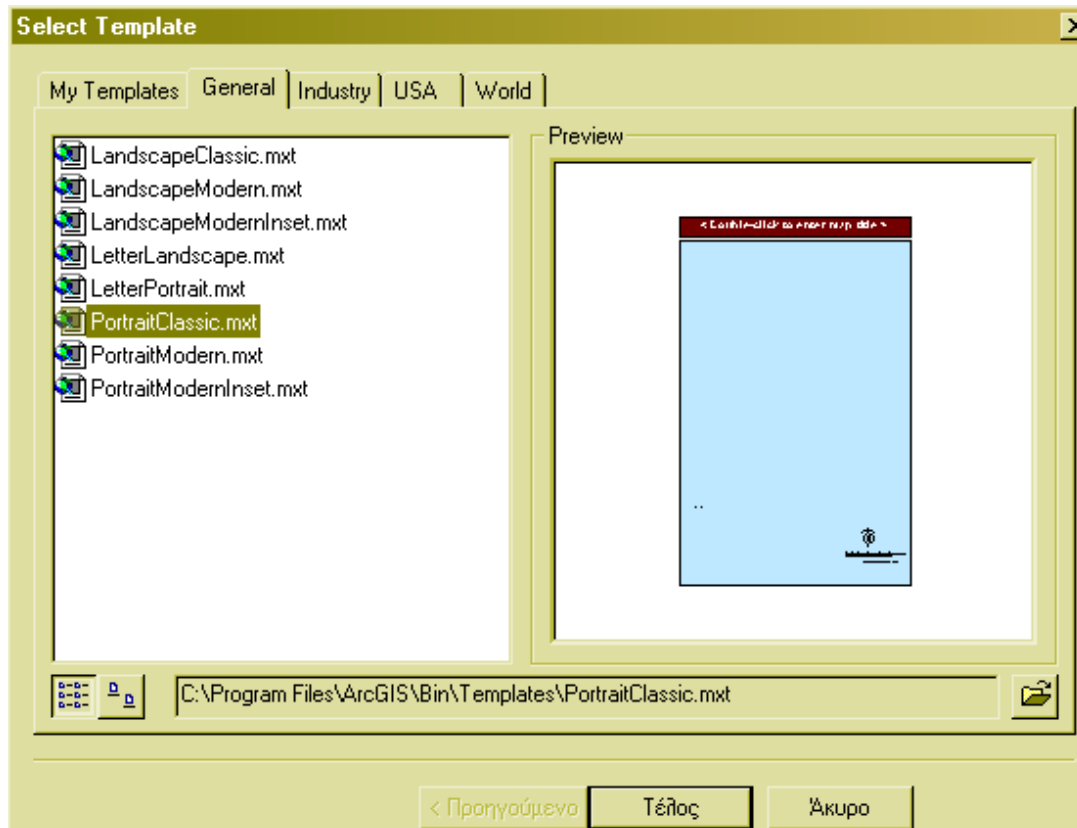
Όσον αφορά τον προσανατολισμό του χάρτη υπάρχουν δύο βασικές μορφές:

- Ο όρθιος προσανατολισμός (**Portrait**)
- Ο πλάγιος προσανατολισμός (**Landscape**)

Ο προσανατολισμός του χάρτη καθορίζεται από το πλήκτρο αλλαγής **Layout** στην ομώνυμη εργαλειοθήκη.

Μόλις κάνουμε κλικ στο παραπάνω εικονίδιο, εμφανίζεται μια νέα οθόνη που περιλαμβάνει μια σειρά από καταλόγους με έτοιμα πρότυπα προσανατολισμού.

Επιλέγοντας τα μπορούμε να δούμε τις διάφορες μορφές. Εμείς ενδεικτικά επιλέγουμε το **PortraitClassic.mxd** και στη συνέχεια πατάμε **Τέλος**.

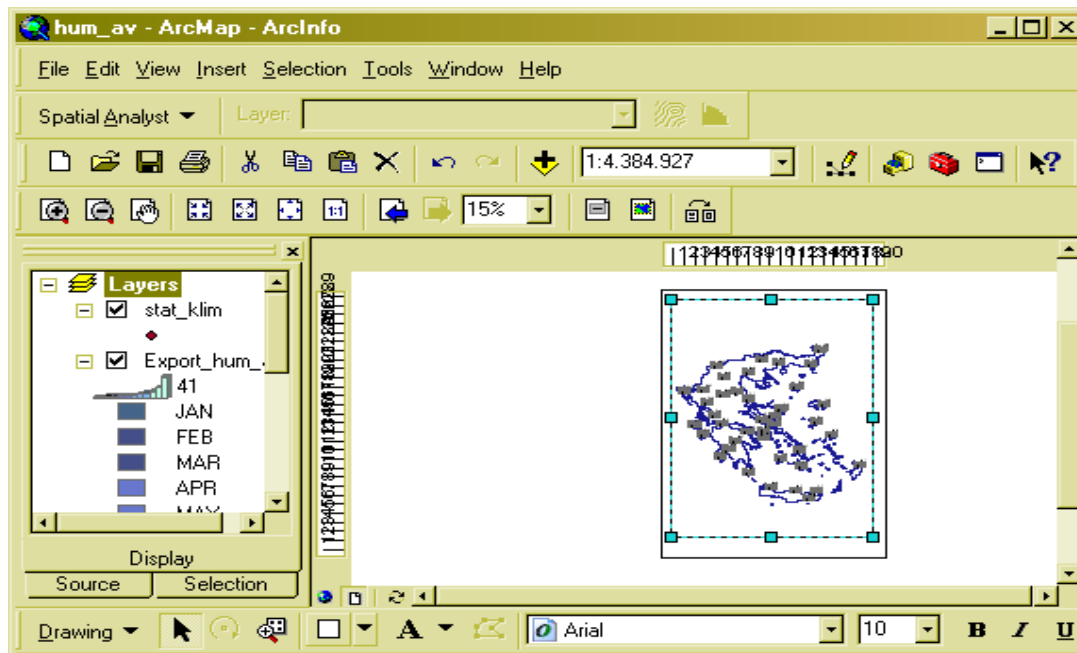


Ένας άλλος τρόπος για να καθορίσουμε τη μορφή του προσανατολισμού του χάρτη μας είναι ο παρακάτω:

- Στο μενού **File** του βασικού μενού επιλέγουμε **Page Setup** (1)
- Στην εμφανιζόμενη οθόνη επιλέγουμε **Portrait** ή **Landscape** στο πεδίο **Page Orientation** (2)
- Ολοκληρώνουμε με **OK** (3).

4.4.2 Μέγεθος χάρτη

Στην εργαλειοθήκη επιλέγουμε το εργαλείο και κάνουμε κλικ μέσα στην περιοχή του χάρτη. Γύρω από τον χάρτη εμφανίζεται μια διακεκομμένη γραμμή, χρώματος θαλασσί, που αποτελεί το περίγραμμα αυτού.



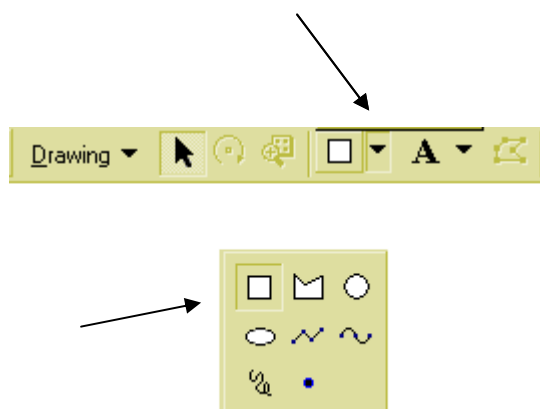
Όταν ο χάρτης μας βρίσκεται σε αυτήν την κατάσταση προβολής, με το θαλασσί περίγραμμα γύρω από αυτόν, τότε μπορούμε να τον μετακινήσουμε ή να τον διαγράψουμε ή να αλλάξουμε τις διαστάσεις του.

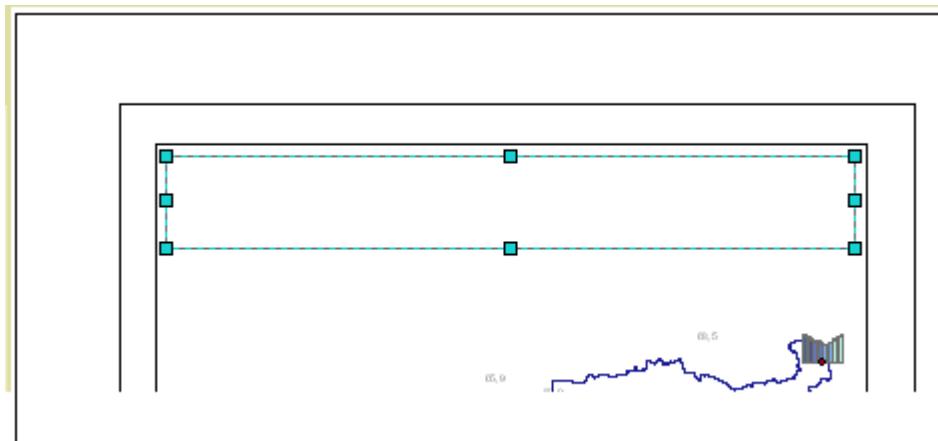
Βέβαια, αλλάζοντας τις διαστάσεις του χάρτη, αλλάζει αυτομάτως και η κλίμακα του χάρτη. Αν θέλουμε η κλίμακα του χάρτη να παραμένει σταθερή, θα πρέπει να ακολουθήσουμε την παρακάτω διαδικασία:

- Μέσα στην περιοχή του χάρτη και εντός του περιγράμματος κάνουμε δεξί κλικ και στο εμφανιζόμενο μενού επιλέγουμε **Properties** (1)
- Στην οθόνη διαλόγου που εμφανίζεται επιλέγουμε **Data Frame** (2), κάνουμε κλικ στην επιλογή **Fixed Scale** (3), ενώ στο πεδίο της κλίμακας πληκτρολογούμε την κλίμακα που επιθυμούμε (4).
- Ολοκληρώνουμε με **OK** (5).

4.4.3 Προσθήκη τίτλων

Για να εισάγουμε έναν τίτλο στο χάρτη, η διαδικασία που ακολουθούμε είναι η εξής: στην εργαλειοθήκη **Drawing** κάνουμε κλικ στο βελάκι του εικονιδίου εισαγωγής πλαισίου και στην εμφανιζόμενη παλέτα επιλέγουμε **New Rectangle**. Μετακινώντας τον κέρσορα στην περιοχή του χάρτη που εμείς επιθυμούμε, δημιουργούμε ένα πλαίσιο.



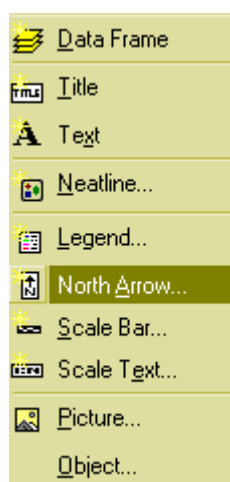


Για να εισάγουμε κείμενο εντός του πλαισίου, από την εργαλειοθήκη **Drawing** κάνουμε κλικ στο βελάκι εισαγωγής κειμένου και από την εμφανιζόμενη παλέτα επιλέγουμε **New Text**. Πηγαίνουμε μετά μέσα στο πλαίσιο και πληκτρολογούμε τον τίτλο του χάρτη. Και σε αυτήν την περίπτωση μπορούμε να κάνουμε οποιαδήποτε αλλαγή θέλουμε πάνω στον τίτλο, τροποποιώντας το μέγεθος της γραμματοσειράς, το χρώμα και άλλα με τη βοήθεια της εργαλειοθήκης **Drawing**.

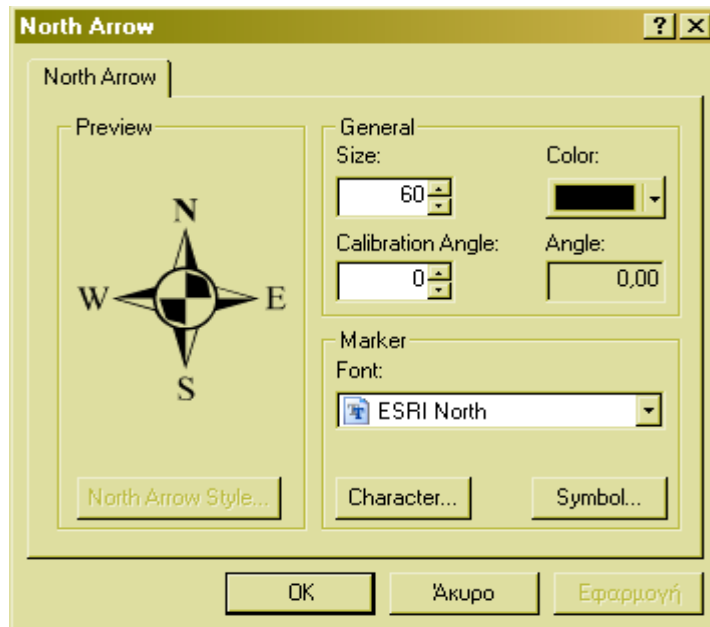
4.4.4 Προσθήκη Δείκτη Βορρά

Για να προσθέσουμε τον δείκτη βορρά ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

- Ανοίγουμε το μενού Insert και επιλέγουμε North Arrow



- Στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται προβάλλεται μια σειρά από σύμβολα δεικτών βορρά. Επιλέγουμε το σύμβολο της αρεσκείας μας και πατάμε Properties
- Στην επόμενη οθόνη ρυθμίζουμε τις επιλογές σχετικά με το μέγεθος, το χρώμα, τη γωνία στροφής και τη γραμματοσειρά του δείκτη που επιλέξαμε.

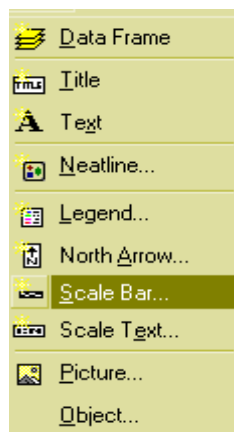


- Ολοκληρώνουμε με OK.

4.4.5 Προσθήκη δείκτη κλίμακας

Για να προσθέσουμε το δείκτη της κλίμακας ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

- Ανοίγουμε το μενού **Insert** και επιλέγουμε **Scale Bar**



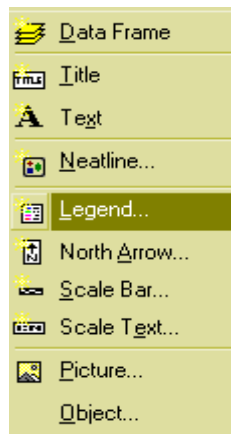
- Στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται προβάλλεται μια σειρά από σύμβολα δεικτών κλίμακας. Επιλέγουμε το σύμβολο της αρεσκειάς μας και πατάμε **Properties**
- Εμφανίζεται η οθόνη διαλόγου **Scale Bar**, η οποία περιέχει δύο ομάδες επιλογών : η μία για την κλίμακα (**Scale**) και η δεύτερη για τις μονάδες (**Units**). Συμπληρώνουμε την οθόνη όπως φαίνεται παρακάτω :
 - ✓ Το σύμβολο της κλίμακας να έχει 4 τμήματα (**number of divisions**)
 - ✓ Το πρώτο τμήμα να έχει 4 υποδιαίρεσεις (**number of subdivisions**)
 - ✓ Να μην δείχνει καμία υποδιαίρεση πριν από το μηδέν (μη ενεργοποίηση της επιλογής **Show one division before zero**)
 - ✓ Όταν διαφοροποιείται το μέγεθος του συμβόλου, τότε να προσαρμόζεται η τιμή της υποδιαίρεσης (**adjust division value**)
 - ✓ Όσον αφορά τις μονάδες της κλίμακας αυτής να είναι σε χιλιόμετρα (**kilometers**) και η μονάδα να τοποθετείται μετά από την κλίμακα (**after bar**) σε απόσταση (**Gap**) 2,5 σημείων μακριά
 - ✓ Στο υπομενού **Format** επιλέγουμε μέγεθος κειμένου (**Text Size**) να είναι 6 και το μέγεθος της μπάρας (**Bar Size**) να είναι 6,33 pt.
 - ✓ Ολοκληρώνουμε με κλικ στο **OK**.

Τις προδιαγραφές του συμβόλου της κλίμακας μπορούμε να τις τροποποιήσουμε ανά πάσα στιγμή κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο σύμβολο της κλίμακας στο χάρτη και διαμορφώνοντας τις επιλογές κατά τη βούληση μας.

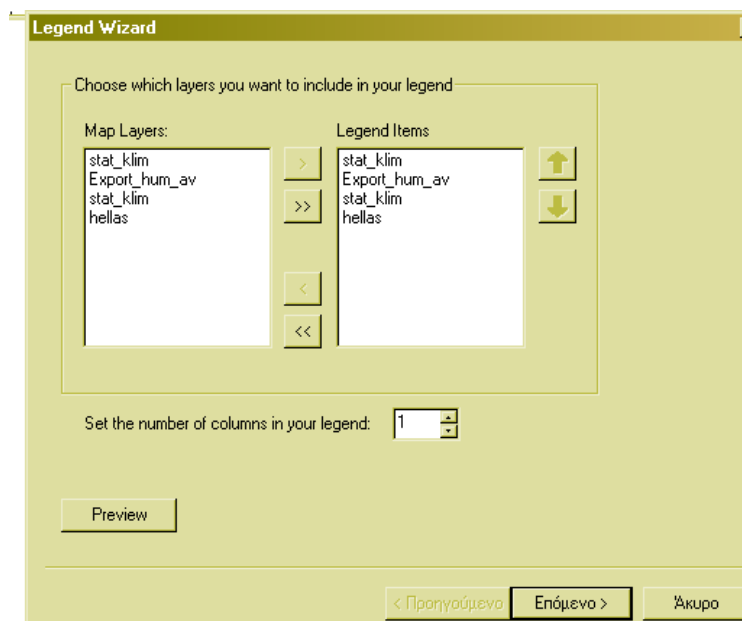
4.4.6 Υπόμνημα

Για να δημιουργήσουμε υπόμνημα στο χάρτη μας ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

- Ανοίγουμε το μενού **Insert** και επιλέγουμε **Legend**.



- Στη νέα οθόνη που παρουσιάζεται καθορίζουμε τα επίπεδα που θέλουμε να εμφανίζονται στο υπόμνημα. Στην αριστερή στήλη της οθόνης προβάλλονται τα επίπεδα του χάρτη (**Map Layers**) και στη δεξιά στήλη τα επίπεδα που εμπεριέχονται στο υπόμνημα (**Legend items**). Για να μετακινήσουμε ένα επίπεδο από τη μία στήλη στην άλλη, αρκεί να το επιλέξουμε και να κάνουμε κλικ στο βελάκι > ή <. Τη σειρά που θα εμφανίζονται τα επίπεδα στο υπόμνημα την καθορίζουμε με τα βελάκια ↑ ή ↓. Στην περίπτωση μας θέλουμε στο υπόμνημα να εμφανίζονται και τα 4 Map Layers (stat_klim, hellas, export hum_av, stat_klim).
- Στην επόμενη οθόνη πληκτρολογούμε τον τίτλο του υπομνήματος και καθορίζουμε τα χαρακτηριστικά του.



Το υπόμνημα του χάρτη μας έχει πλέον δημιουργηθεί. Το μετακινούμε στην περιοχή του χάρτη που επιθυμούμε και αν θέλουμε να τροποποιήσουμε κάποια χαρακτηριστικά του αρκεί να κάνουμε διπλό κλικ πάνω σε αυτό. Αμέσως εμφανίζεται η οθόνη **Legend Properties**, στην οποία ρυθμίζουμε τις διάφορες παραμέτρους.

4.5 Κατασκευή χαρτών

4.5.1 Περιγραφή χαρτών

Όπως ήδη προαναφέρθηκε, για την κατασκευή των χαρτών χρησιμοποιήθηκαν 40 σταθμοί της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας που βρίσκονται σε διάφορα σημεία της νησιωτικής και ηπειρωτικής Ελλάδας. Για αυτούς τους σταθμούς χρησιμοποιήσαμε τα διάφορα κλιματικά δεδομένα της Ε.Μ.Υ. για 32 συνεχόμενα έτη (1965-1996) που αφορούσαν στοιχεία για τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, την πίεση στη στάθμη της θάλασσας, καθώς και τα ύψη βροχής.

Η εισαγωγή των παραπάνω δεδομένων έγινε στο Excel, όπου δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με όλα τα στοιχεία και στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ArcGis), όπου και έγινε η κατασκευή των κλιματικών χαρτών. Σε κάθε χάρτη απεικονίζεται μία κλιματική μεταβλητή, για παράδειγμα ελάχιστη μηνιαία υγρασία. Πάνω στο χάρτη φαίνονται οι 40 σταθμοί, καθώς και ιστογράμματα 12 στηλών, μία για κάθε μήνα του έτους. Κάθε στήλη περιέχει είτε τη μέση τιμή, είτε τη μέγιστη τιμή, είτε την ελάχιστη τιμή των μηνιαίων τιμών των 32 ετών, ανάλογα την κλιματική μεταβλητή που εξετάζουμε.

Τέλος, πάνω σε κάθε ιστόγραμμα φαίνεται η ετήσια τιμή της μεταβλητής, η οποία είναι είτε η μέγιστη, είτε η ελάχιστη, είτε η μέση τιμή των 12 μηνών, ενώ για το ολικό ύψος βροχόπτωσης η ετήσια τιμή προκύπτει από το άθροισμα των τιμών της βροχής των 12 μηνών.

4.5.2 Σχολιασμός χαρτών

Χάρτης 1

Ο χάρτης 1 απεικονίζει την ελάχιστη μηνιαία υγρασία στους 40 σταθμούς της ηπειρωτικής και νησιωτικής Ελλάδας. Η τιμή που αναγράφεται πάνω σε κάθε ιστόγραμμα είναι η ετήσια τιμή της μεταβλητής, που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι ο μέσος όρος της ελάχιστης υγρασίας των 12 μηνών.

Βλέποντας τον χάρτη παρατηρούμε ότι οι μεγαλύτερες ετήσιες τιμές της ελάχιστης μηνιαίας υγρασίας παρατηρούνται στη Δυτική Ελλάδα και συγκεκριμένα στη Μεθώνη (69,6%), στην Κέρκυρα (67,1%) και στο Αργοστόλι (65,2%), ενώ οι μικρότερες στην Κύμη (45,8%) και στην Κοζάνη (47,5%). Γενικά στις περισσότερες περιοχές της Δυτικής Ελλάδας η ελάχιστη μηνιαία υγρασία και στους 12 μήνες παραμένει περίπου στα ίδια επίπεδα, δηλαδή δεν υπάρχουν μεγάλες αυξομειώσεις της ελάχιστης υγρασίας από μήνα σε μήνα.

Χάρτης 2

Ο χάρτης 2 απεικονίζει την μέση μηνιαία υγρασία στους 40 σταθμούς της ηπειρωτικής και νησιωτικής Ελλάδας. Η τιμή που αναγράφεται πάνω σε κάθε ιστόγραμμα είναι η ετήσια τιμή της μεταβλητής, που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι ο μέσος όρος της μέσης υγρασίας των 12 μηνών.

Όπως φαίνεται στο χάρτη οι περιοχές της Ελλάδας με την μεγαλύτερη μέση ετήσια υγρασία είναι η Καλαμάτα με 72,9%, η Κέρκυρα με 71,5%, η Σκύρος με 71,7% και ακολουθούν η Νάξος με 70,9%, η Ζάκυνθος (70,9%) και η Φλώρινα (69,6%). Στις περισσότερες περιοχές πάντως η μέση μηνιαία υγρασία δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες αυξομειώσεις κατά τη διάρκεια του έτους, με εξαίρεση τα Τρίκαλα και τη Λάρισα και ορισμένες περιοχές στη Βόρεια Ελλάδα.

Χάρτης 3

Ο χάρτης 3 απεικονίζει την μέγιστη μηνιαία υγρασία. Παρατηρούμε ότι τα Ιωάννινα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη μηνιαία υγρασία (82,9%), γεγονός που ήταν αναμενόμενο. Ακολουθεί η Ζάκυνθος με 80,4% και η Κέρκυρα με μέγιστη μηνιαία

υγρασία 77,1%. Γενικά, στη Δυτική Ελλάδα επικρατεί περισσότερη υγρασία ανά μήνα σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδας, λόγω των αυξημένων βροχοπτώσεων που επικρατούν στην περιοχή αυτή.

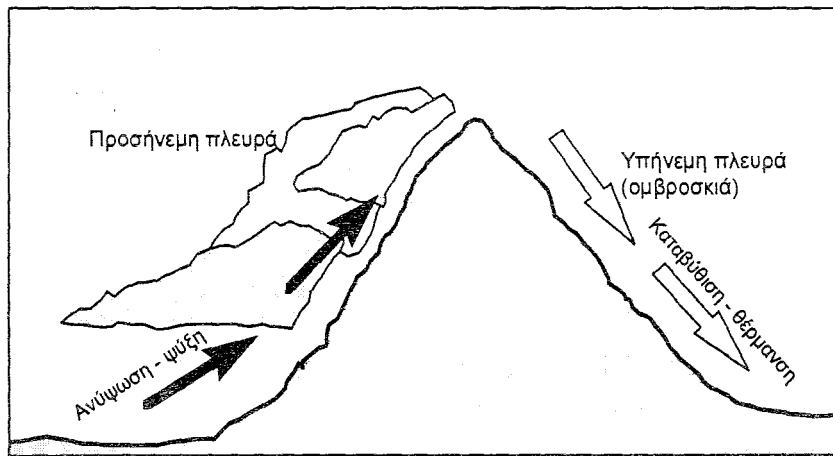
Χάρτης 4

Ο χάρτης 4 παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς απεικονίζει το μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης σε κάθε σταθμό. Η αναγραφόμενη τιμή πάνω σε κάθε ιστόγραμμα αντιστοιχεί στο μέσο ετήσιο ύψος βροχής, που είναι το άθροισμα της βροχόπτωσης των 12 μηνών.

Ο αέρας που κινείται οριζόντια, όταν συναντήσει έναν ορεινό όγκο, αναγκάζεται να ανυψωθεί, όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στο Σχήμα 12. Η ανύψωση αυτή έχει ως συνέπεια την ψύξη του αέρα, το σχηματισμό σύννεφων και δυνητικά την κατακρήμνιση. Τα σύννεφα που σχηματίζονται στην προσήνεμη πλευρά του ορεινού όγκου λέγονται *ορογραφικά*, ενώ ο ίδιος όρος χρησιμοποιείται και για το χαρακτηρισμό της κατακρήμνισης. Στην υπήνεμη πλευρά, η καθοδική κίνηση του αέρα έχει ως συνέπεια τη θέρμανση και τη διάλυση των σύννεφων, κάτι που είναι γνωστό ως *ομβροσκιά*.

Η ορογραφία δεν είναι συνήθως ικανή για τη δημιουργία κατακρήμνισης, αλλά χρειάζεται να συντρέχουν και κατάλληλες μετεωρολογικές συνθήκες, όπως μεταγωγικές ή κυκλωνικές κινήσεις, ή ακόμη και ατμοσφαιρική αστάθεια. Στις περιπτώσεις αυτές, η ορογραφική επίδραση ενισχύει την κατακρήμνιση στην προσήνεμη πλευρά, έτσι που τελικά το ύψος της αυξάνεται με την αύξηση του υψομέτρου.

Στην Ελλάδα, το τοπογραφικό ανάγλυφο που κυριαρχείται από την οροσειρά της Πίνδου στα δυτικά, επηρεάζει καθοριστικά το ύψος των κατακρημνισμάτων, μέσω της ορογραφικής επίδρασης. Έτσι, σε ορισμένες περιοχές της Πίνδου, το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ξεπερνά τα 2000 mm, ενώ σε περιοχές της Ανατολικής Ελλάδας (ομβροσκιά) το ετήσιο ύψος βροχής γίνεται μικρότερο από 500 mm.



Σχήμα 12: Ορογραφική επίδραση στην ανύψωση του αέρα

Με μια πρώτη ματιά στο χάρτη 4 παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ετήσιο ύψος βροχής παρουσιάζεται στη Δυτική Ελλάδα και συγκεκριμένα στα Ιωάννινα με τιμή 1042,9 mm ύψος βροχής, στην Κέρκυρα με τιμή 1032,5 mm και στην Άρτα με ύψος βροχής 1027,2 mm. Ακολουθούν το Αγρίνιο (871,6 mm), το Αργοστόλι (816,4 mm) και η Ζάκυνθος (823,1 mm). Στις περιοχές αυτές ιδιαίτερα τους χειμερινούς μήνες το ύψος βροχής είναι αρκετά υψηλό, με τιμές για παράδειγμα στα Ιωάννινα 154,6 mm βροχής τον μήνα Νοέμβριο, 172,4 mm τον Δεκέμβριο και 121,3 mm τον Ιανουάριο, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες το ύψος βροχής δεν ξεπερνά τα 38 mm. Αντίθετα στην Ανατολική Ελλάδα τα ετήσια ύψη βροχής κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα (300 μέχρι 400 mm), ενώ παρατηρούμε ότι το ύψος βροχής είναι κατανεμημένο ομοιόμορφα και στους 12 μήνες, που σημαίνει ότι δεν υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις βροχής από μήνα σε μήνα.

Τέλος, πρέπει να σημειώσουμε ότι η Ρόδος, η Σάμος και η Μυτιλήνη παρουσιάζουν αρκετό ύψος βροχής τους χειμερινούς μήνες που κυμαίνεται από 600 μέχρι 750 mm, ενώ το καλοκαίρι (Ιούλιο και Αύγουστο) το μέσο μηνιαίο ύψος νετού δεν ξεπερνάει τα 2mm.

Χάρτης 5

Ο χάρτης 5 απεικονίζει το μέσο μέγιστο ύψος νετού. Αυτό που παρατηρούμε με την πρώτη ματιά είναι ότι στη Βόρεια Ελλάδα (Ορεστιάδα, Αλεξανδρούπολη, Καβάλα, Θεσσαλονίκη, Σέρρες, Κοζάνη, Φλώρινα) παρουσιάζονται μέγιστες βροχές όλο το χρόνο, ακόμα και το καλοκαίρι. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η

Φλώρινα, στην οποία το μέσο μέγιστο ύψος βροχής τον Αύγουστο φτάνει τα 15,5 mm που είναι ιδιαίτερα υψηλό σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές.

Αντίθετα στη Δυτική Ελλάδα παρουσιάζονται τους χειμερινούς μήνες ιδιαίτερα υψηλές τιμές μέσου μέγιστου ύψους υετού, με μεγαλύτερη την Κέρκυρα με ετήσια τιμή 79 mm, σε αντίθεση με τους καλοκαιρινούς μήνες όπου οι αντίστοιχες τιμές είναι αρκετά χαμηλές.

Τέλος, στην Αττική και στα νησιά του κεντρικού Αιγαίου (Λήμνος, Σκύρος, Νάξος, Μήλος, Θήρα) το μέσο μέγιστο ύψος υετού παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, ενώ στα νησιά Μυτιλήνη, Σάμος, Χίος και Ρόδος παρατηρούμε ότι υπάρχει έντονη βροχόπτωση τους μήνες Οκτώβριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο.

Χάρτης 6

Ο χάρτης 6 απεικονίζει το μέγιστο απόλυτο ύψος υετού, δηλαδή τη μεγαλύτερη βροχή που έχει εμφανιστεί στην Ελλάδα τα 32 συνεχόμενα έτη των μετρήσεων. Έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε ότι στη Βόρεια Ελλάδα δεν συμβαίνουν κατά κανόνα έντονα πλημμυρικά γεγονότα. Επίσης, δεν παίζει ρόλο η εποχή που θα συμβεί η μεγάλη βροχή, καθώς και τους 12 μήνες οι αυξομειώσεις του μέγιστου απόλυτου ύψους βροχής είναι αρκετά μικρές. Στο Βόλο παρατηρούμε ότι τον Νοέμβριο του 1978 υπήρξε μια πολύ έντονη βροχόπτωση ύψους 190 mm, ενώ και τον Ιανουάριο του 1981 το ύψος βροχής έφτασε τα 173,5 mm.

Μια άλλη σημαντική παρατήρηση είναι ότι στην Κόρινθο τον Μάρτιο του 1983 σημειώθηκε μια πάρα πολύ έντονη βροχόπτωση ύψους 290 mm, ενώ όλους τους υπόλοιπους μήνες οι βροχές ήταν αρκετά μικρές. Επίσης, στη Ρόδο τον Οκτώβριο του 1989 σημειώθηκε βροχή ύψους 158 mm, τον Νοέμβριο του 1988 βροχή ύψους 178,8 mm και τον Δεκέμβριο του 1968 βροχή ύψους 146,4 mm.

Τέλος, στην Ιεράπετρα της Κρήτης σημειώθηκε μια πολύ έντονη βροχόπτωση τον Σεπτέμβριο του 1986 με ύψος βροχής 246,6 mm. Η μεγαλύτερη βροχή που έγινε στην Ελλάδα από το 1965 μέχρι το 1996 ήταν αυτή στην Κόρινθο που αναφέρθηκε παραπάνω.

Χάρτης 7

Ο χάρτης 7 απεικονίζει τη μέση μέγιστη θερμοκρασία. Παρατηρούμε ότι η μεγαλύτερη ετήσια μέγιστη θερμοκρασία παρουσιάζεται στη Λάρισα ($40,6^{\circ}\text{C}$) και η μικρότερη στη Λήμνο ($33,9^{\circ}\text{C}$). Γενικά, η Κρήτη παρουσιάζει υψηλές μέσες ετήσιες θερμοκρασίες, ενώ τα νησιά του κεντρικού Αιγαίου χαμηλότερες. Στη Βόρεια Ελλάδα η μέση ετήσια μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 36 έως 38°C

Χάρτης 8

Ο χάρτης 8 απεικονίζει την απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία, δηλαδή τη μεγαλύτερη θερμοκρασία που έχει παρατηρηθεί τα 32 έτη των μετρήσεων. Παρατηρούμε ότι στους σταθμούς του Αιγαίου (η μεγαλύτερη είναι 41°C στη Σάμο) δεν σημειώνονται ιδιαίτερα μεγάλες θερμοκρασίες, σε αντίθεση με την ηπειρωτική Ελλάδα, όπου έχουν σημειωθεί αρκετά υψηλές θερμοκρασίες, όπως για παράδειγμα στο Βόλο $44,2^{\circ}\text{C}$ και στα Τρίκαλα $43,8^{\circ}\text{C}$. Η μεγαλύτερη ετήσια θερμοκρασία που έχει παρουσιαστεί από το 1965 έως το 1996 στην Ελλάδα είναι στη Λάρισα ($45,2^{\circ}\text{C}$) και ακολουθεί η Κύμη ($45,0^{\circ}\text{C}$) και η Χαλκίδα ($45,0^{\circ}\text{C}$).

Χάρτης 10

Ο χάρτης 10 απεικονίζει τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία. Με μια πρώτη ματιά στο χάρτη παρατηρούμε ότι στη Βόρεια Ελλάδα από τον Οκτώβριο μέχρι τον Μάρτιο οι θερμοκρασίες κυμαίνονται κάτω από το μηδέν και μπορούν να φτάσουν μέχρι και $-12,6^{\circ}\text{C}$ τον Φεβρουάριο στη Φλώρινα, ενώ το καλοκαίρι η μέση ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 9 έως 13°C . Η χαμηλότερη ετήσια μέση θερμοκρασία σημειώθηκε στη Φλώρινα ($-14,8^{\circ}\text{C}$), ενώ η υψηλότερη στο Ηράκλειο της Κρήτης (3°C). Στην Πελοπόννησο, στην Αττική, στην Εύβοια και στα νησιά του Αιγαίου οι μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες κυμαίνονται σε φυσιολογικά επίπεδα.

Χάρτης 11

Ο χάρτης 11 απεικονίζει την απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία, δηλαδή την πιο χαμηλή θερμοκρασία που έχει παρατηρηθεί τα 32 έτη των μετρήσεων. Παρατηρούμε ότι στη Βόρεια Ελλάδα και ιδιαίτερα στη Φλώρινα, στα Ιωάννινα, στην Ορεστιάδα και στην Κοζάνη τους χειμερινούς μήνες οι θερμοκρασίες φτάνουν σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Έτσι, τον Ιανουάριο του 1967 στην Ορεστιάδα η θερμοκρασία έπεσε στους -20°C , ενώ στα Ιωάννινα τον Ιανουάριο του 1966 σημειώθηκε θερμοκρασία -13°C . Αντίστοιχα τους καλοκαιρινούς μήνες η θερμοκρασία δεν ξεπερνάει τους 12°C . Στις περιοχές αυτές οι διαφορές θερμοκρασίας ανάμεσα στους μήνες είναι πολύ μεγάλες.

Στα νησιά του Αιγαίου το χειμώνα η θερμοκρασία κατεβαίνει λίγο κάτω από το μηδέν, ενώ το καλοκαίρι επικρατούν αρκετά υψηλές θερμοκρασίες.

Χάρτες 13, 14, 15

Οι χάρτες 13, 14, 15 αναφέρονται στη μέση μηνιαία νέφωση στις 8:00πμ, 14:00μμ και 20:00μμ αντίστοιχα. Βλέποντας και τους τρεις χάρτες παρατηρούμε ότι στη Βόρεια Ελλάδα επικρατεί περισσότερη νέφωση, ενώ στο Αιγαίο και στην Κρήτη περισσότερη ηλιοφάνεια. Στη Βόρεια Ελλάδα στις 8:00πμ η μέση ετήσια νέφωση είναι 3,9, ενώ στο Αιγαίο 3,1. Αντίστοιχα το μεσημέρι η νέφωση στις Σέρρες είναι 4,2, ενώ στη Μήλο 3,1.

Χάρτης 19

Ο χάρτης 19 απεικονίζει τη μέση μηνιαία θερμοκρασία. Μπορούμε εύκολα να παρατηρήσουμε ότι στη Βόρεια Ελλάδα οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες από τα νησιά του Αιγαίου, την Πελοπόννησο και την Κρήτη, πράγμα που ήταν αναμενόμενο. Πιο συγκεκριμένα, η Ιεράπετρα είναι η πιο ζεστή πόλη με μέση ετήσια θερμοκρασία $19,6^{\circ}\text{C}$, ενώ ακολουθούν η Ρόδος (19°C), η Σητεία και το Ηράκλειο με $18,6^{\circ}\text{C}$ και τα Χανιά με $18,2^{\circ}\text{C}$. Επίσης, η Αττική παρουσιάζει υψηλές ετήσιες θερμοκρασίες (Φιλαδέλφεια $17,7^{\circ}\text{C}$, αεροδρόμιο Ελληνικού $18,3^{\circ}\text{C}$ και Αστεροσκοπείο Αθηνών 18°C).

Τέλος, τα νησιά του Ιονίου παρουσιάζουν υψηλές μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες, για παράδειγμα στη Ζάκυνθο και στην Κεφαλλονιά η μέση ετήσια

θερμοκρασία είναι $18,2^{\circ}\text{C}$. Η χαμηλότερη ετήσια θερμοκρασία είναι στη Φλώρινα ($12,2^{\circ}\text{C}$) και η υψηλότερη στη Ρόδο (19°C).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Γενικά συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε η διερεύνηση της χωρικής κατανομής των κλιματικών μεταβλητών και ακολούθησε η εφαρμογή τους στον ελληνικό χώρο μέσω των κλιματικών χαρτών που δημιουργήθηκαν. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία και ανάλυση των κλιματικών μεταβλητών είναι το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών *ArcGIS 9.0*. Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα τόσο για την λειτουργία και προσφορά του λειτουργικού συστήματος (ΣΓΠ), όσο και για τη χωρική κατανομή των κλιματικών μεταβλητών στον ελληνικό χώρο που προκύπτουν από τους κλιματικούς χάρτες.

Το πρώτο συμπέρασμα που προκύπτει όσον αφορά το λογισμικό ΣΓΠ που χρησιμοποιείται είναι η μεγάλη χρησιμότητά του για γρήγορη και άμεση ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων σε οποιαδήποτε περιοχή της χώρας. Παρέχει οργανωμένη αποθήκευση των γεωγραφικών και θεματικών δεδομένων με αποτέλεσμα την ευκολία στην πρόσβαση, αναπαραγωγή χαρτών και ενημέρωση. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αποτελούν ένα πολύ ισχυρό εργαλείο, αποτέλεσμα της αλματώδους προόδου της επιστήμης και της τεχνογνωσίας, που παρέχει τη δυνατότητα συλλογής, διαχείρισης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης σε ψηφιακό περιβάλλον των δεδομένων που σχετίζονται με το χώρο. Ως εκ τούτου, βρίσκουν εφαρμογή όπου υπάρχει ανάγκη για διαχείριση χωρικών δεδομένων ή και ανάλυση της χωρικής διάστασης των δεδομένων και είναι ιδανικά για τη μελέτη και ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων. Λόγω της χωρικής και χρονικής φύσης των απαιτούμενων πληροφοριών, αλλά και λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων, τα ΓΣΠ έχουν συμβάλει αποφασιστικά στη διαχείριση των υδατικών πόρων.

Ωστόσο, υπάρχει πάντα κάποιο κόστος οικονομικό και χρονικό για την εκπαίδευση κατάλληλου προσωπικού. Παρόλα αυτά, τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών σε Η/Υ χρησιμοποιούνται όχι μόνο επειδή επιτρέπουν την επίλυση προβλημάτων γρηγορότερα και φθηνότερα, αλλά και γιατί η χρήση τους επιτρέπει εργασίες οι οποίες φάνταζαν αδύνατες.

Για την κατασκευή κλιματικών χαρτών και τη διεξαγωγή σημαντικών συμπερασμάτων για το κλίμα μιας περιοχής είναι πολύ σημαντική και η ψηφιδωτή διαμέριση μέσω του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών. Τα πλεονεκτήματα της είναι τα ακόλουθα:

- Άμεση δημιουργία της επιφάνειας της μεταβλητής για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, ανεξάρτητα από την έλλειψη ορισμένων σημειακών μετρήσεων. Πρέπει όμως να παρατηρήσουμε ότι οι ελλείψεις αυτές προκαλούν μείωση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων.
- Καλύτερη αντίληψη της γεωγραφικής κατανομής της μεταβλητής με τη βοήθεια της χρωματικής απεικόνισης και δυνατότητα άμεσου εντοπισμού περιοχών με ιδιαίτερο κλιματικά καθεστώς (υγρό, θερμό κτλ.)
- Δυνατότητα στατιστικής επεξεργασίας πολλών τέτοιων καννάβων που αφορούν στην ίδια μεταβλητή και στο ίδιο χρονικό βήμα.
- Δυνατότητα χειρισμού τέτοιων επιφανειών σε συνδυασμό με άλλες επιφάνειες της ίδιας διακριτότητας που αφορούν μορφολογικά, εδαφολογικά ή γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής, με σκοπό τη δημιουργία μοναδιαίων υδρογραφημάτων ή μοντέλων βροχής-απορροής σε υδρολογικές λεκάνες.

5.2 Ειδικά συμπεράσματα

Όπως ήδη αναφέραμε στην αρχή, οι 40 μετεωρολογικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν δεν είναι αντιπροσωπευτικοί του αναγλύφου της Ελλάδας, δεδομένου ότι είναι όλοι της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και προφανώς έχουν κατασκευαστεί σε μέρη όπου υπάρχουν αεροδρόμια. Το κύριο πρόβλημα είναι ότι δεν υπάρχουν σταθμοί μέτρησης μετεωρολογικών μεταβλητών σε μεγάλα υψόμετρα, όπως για παράδειγμα στις κορυφές της Πίνδου.

Όσον αφορά τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν από τους κλιματικούς χάρτες, πρέπει να αναφέρουμε ότι στη Δυτική Ελλάδα οι βροχοπτώσεις είναι πολύ πιο έντονες από ότι στην Ανατολική και Νότια Ελλάδα, δεδομένου ότι το τοπογραφικό ανάγλυφο που κυριαρχείται από την οροσειρά της Πίνδου στα δυτικά, επηρεάζει καθοριστικά το ύψος των κατακρημνισμάτων, μέσω της ορογραφικής επίδρασης. Έτσι, σε ορισμένες περιοχές της Πίνδου, το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ξεπερνά τα 2000 mm, ενώ σε περιοχές της Ανατολικής Ελλάδας (ομβροσκιά) το

ετήσιο ύψος βροχής γίνεται μικρότερο από 500 mm. Έτσι, τα νησιά του Ιονίου (Κέρκυρα, Κεφαλονιά, Ζάκυνθος), τα Ιωάννινα και η Άρτα παρουσιάζουν πολύ μεγάλα ύψη βροχής ετησίως (>900 mm).

Επίσης, άμεσα συνδεδεμένη με τη βροχόπτωση είναι και η σχετική υγρασία, με αποτέλεσμα η Δυτική Ελλάδα και κυρίως η Κέρκυρα να παρουσιάζει μεγαλύτερη υγρασία από άλλες περιοχές της ηπειρωτικής και νησιωτικής Ελλάδας. Αρκετά νησιά επίσης έχουν αυξημένη υγρασία, όπως για παράδειγμα η Λήμνος (70,2%), η Σκύρος (71,7) και η Μυτιλήνη (66,2%).

Όσον αφορά τη θερμοκρασία, πρέπει να αναφέρουμε ότι οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες σημειώνονται κυρίως στη Νότια Ελλάδα, στην Κρήτη και στα νησιά του Αιγαίου. Πιο συγκεκριμένα, η Ιεράπετρα είναι η πιο ζεστή πόλη με μέση ετήσια θερμοκρασία 19,6°C, ενώ ακολουθούν η Ρόδος (19 °C), η Σητεία και το Ηράκλειο με 18,6 °C και τα Χανιά με 18,2 °C. Επίσης, η Αττική παρουσιάζει υψηλές ετήσιες θερμοκρασίες (Φιλαδέλφεια 17,7 °C, αεροδρόμιο Ελληνικού 18,3 °C και Αστεροσκοπείο Αθηνών 18 °C).

Στη συνέχεια, ακολουθεί ο Πίνακας 7 που δείχνει τις μέγιστες και τις ελάχιστες τιμές των κλιματικών μεταβλητών, καθώς και το μέρος που αυτές σημειώθηκαν.

| Κλιματική Μεταβλητή | Τόπος | Ετήσια Τιμή |
|---|-----------------|--------------------|
| Μέγιστη μηνιαία υγρασία | Ιωάννινα (1986) | 82,90% |
| Μέση μηνιαία υγρασία | Σκύρος | 71,70% |
| Ελάχιστη μηνιαία υγρασία | Κύμη (1990) | 45,80% |
| Μέσο μηνιαίο ύψος υετού | Ιωάννινα | 1042,9mm |
| Μέσο μέγιστο ύψος υετού | Ρόδος | 80,9mm |
| Απόλυτο μέγιστο ύψος υετού | Κόρινθος (1983) | 290,0mm |
| Μέση μέγιστη θερμοκρασία | Λάρισα | 40,6°C |
| Απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία | Λάρισα (1973) | 45,2°C |
| Μέση ελάχιστη θερμοκρασία | Φλώρινα | -14,8 |
| Απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία | Φλώρινα (1990) | -21,4 |
| Μέση μηνιαία θερμοκρασία | Ιεράπετρα | 19,6°C |
| Τυπική απόκλιση απόλυτης μέγιστης θερμοκρασίας | Χαλκίδα | 5,6 |
| Τυπική απόκλιση απόλυτης ελάχιστης θερμοκρασίας | Ορεστιάδα | 6,5 |
| Τυπική απόκλιση μέσης θερμοκρασίας | Πάτρα | 1,7 |
| Μέση μηνιαία νέφωση στις 8:00 πμ | Σέρρες | 4,1 |
| Μέση μηνιαία νέφωση στις 14:00 μμ | Καλαμάτα | 5,5 |
| Μέση μηνιαία νέφωση στις 20:00 μμ | Σέρρες, Φλώρινα | 3,8 |
| Μέση μηνιαία πίεση | Φλώρινα | 1018,3 mbar |
| Ελάχιστη μηνιαία πίεση | Ρόδος (1974) | 1011,3 mbar |
| Μέγιστη μηνιαία πίεση | Φλώρινα (1992) | 1020,0 mbar |

Πίνακας 7: Συγκεντρωτικός πίνακας συμπερασμάτων

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Κορνάρος Γ., 1991-1996:** *Κλιματικά Στοιχεία Ελληνικών Σταθμών*, Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Τμήμα Στατιστικής Κλιματολογίας, Κλιματολογική Βάση Δεδομένων DATCLIM
- **Υπουργείο Εθνικής Άμυνας, Γενικό Επιτελείο Αεροπορίας, Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Διεύθυνση Κλιματολογίας 1968-1990:** *Μηνιαίο Κλιματολογικό Δελτίο (Monthly Meteorological Bulletin)*
- **Μιμίκου Μ., Μπαλτάς Ε., 2002:** *Τεχνική Υδρολογία*, Β' Έκδοση, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- **Μαμάσης Ν., 1997:** *Διδακτορική Διατριβή με θέμα «Ανάλυση βροχοπτώσεων κατά τύπο καιρού»*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- **Κουτσογιάννης Δ., Ξανθόπουλος Θ., 1999:** *Τεχνική Υδρολογία*, Έκδοση 3, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- **Marathon Data Systems:** *Εισαγωγή στο ArcGIS I*, Σημειώσεις και Ασκήσεις Σεμιναρίου ArcGIS
- **Κουτσόπουλος Κ., 2002:** *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα
- **Ζερβάκου Α., 2004:** *Διπλωματική Εργασία με θέμα «Εφαρμογή των ΓΣΠ στη Γεωλογία*, Αθήνα
- **Τσούλος Λ., 1999:** *Ψηφιακή Χαρτογραφία*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα

Διαδικτυακοί τόποι

- www.eranet.gr/geodata/el/ggiscs3.html
- <http://1tee-chiou.chi.sch.gr/meteo/metrisiatmosfpiesis.htm>
- http://www.hnms.gr/hnms/greek/meteorology/full_story_html?dr_url=/docs/lexikon/lexicon

