



ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ: Τεχνολογικών Εφαρμογών

ΤΜΗΜΑ: Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

« Χρήση εργαλείων και μεθόδων Γεωπληροφορικής για την
ανάλυση και την ποσοτικοποίηση χωρικών δεδομένων »

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: Γιάννη Άννα-Μαρία

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Χρυσόστομος Στύλιος

ΑΡΤΑ, 2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Επιθυμώ να εκφράσω όλο μου το σεβασμό και την ευγνωμοσύνη στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ.Στύλιο Χ., καθηγητή του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε., ο οποίος με εμπιστεύθηκε και με καθοδήγησε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ.Κολιό Σ., για την βοήθειά του και τις χρήσιμες υποδείξεις του, καθώς και όλους τους καθηγητές του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε. , για τις πολύτιμες γνώσεις που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση και ηθική στήριξη που μου πρόσφερε.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγικές Έννοιες.....	σελ: 1
1.2 Ιστορική Αναδρομή.....	σελ: 1
1.3 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας	σελ: 3
1.4 Δομή εργασίας.....	σελ: 3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ)

2.1 Τι είναι το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ).....	σελ: 4
2.2 Η δομή ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών	σελ: 5
2.3 Διαδικασίες Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (ΓΣΠ).....	σελ: 5
2.4 Δομές Δεδομένων των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.....	σελ: 6
2.4.1 Σύγκριση ψηφιδωτών και διανυσματικών δομών δεδομένων	σελ: 7
2.5 Σχετιζόμενα Συστήματα.....	σελ: 8
2.6 Η έννοια της τοπολογίας.....	σελ: 8
2.7 Γεωαναφορά	σελ: 10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο Βροχόπτωση

3.1 Η έννοια της ατμόσφαιρας.....	σελ: 13
3.2 Η έννοια της υγρασίας	σελ: 13
3.3 Υδρολογικός κύκλος	σελ: 14
3.4 Το φαινόμενο της βροχόπτωσης	σελ: 15
3.5 Το κλίμα της Δυτικής Ελλάδας	σελ: 17
3.6 Κλιματολογία	σελ: 18
3.6.1 Η κλιματολογία στην Κέρκυρα	σελ: 18
3.6.2 Η κλιματολογία στην Άρτα	σελ: 19
3.6.3 Η κλιματολογία στο Αργοστόλι	σελ: 20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο *Ανάλυση Δεδομένων*

4.1 Εισαγωγή	σελ: 24
4.2 Γενική περιγραφή των μεθόδων παρεμβολής που θα χρησιμοποιηθούν στην εφαρμογή της εργασίας	σελ: 24
4.3 Εποχική Ανάλυση	σελ: 25
4.4 Μηνιαία Ανάλυση	σελ: 28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο *Σύγκριση Δεδομένων*

5.1 Σύγκριση των επίγειων μετρήσεων με τις εκτιμήσεις	σελ: 36
5.2 Εποχικές απεικονίσεις στην Δυτική Ελλάδα	σελ: 47
5.3 Ενδεικτικά παραδείγματα κατανομής της βροχόπτωσης	σελ: 50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο *Συμπεράσματα*

Συμπεράσματα	σελ: 56
--------------------	---------

Παράρτημα Α: Εποχική Ανάλυση	σελ : 58
---	----------

Παράρτημα Β: Μηνιαία Ανάλυση	σελ : 61
---	----------

Παράρτημα Γ:

I. ΕΠΟΧΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	σελ: 66
---------------------------------------	---------

II. ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	σελ: 67
---------------------------------------	---------

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1^η : Χωρικά δεδομένα

Εικόνα 2^η: Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών

Εικόνα 3^η: Δομή ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών

Εικόνα 4^η: Ροή διαδικασιών ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών

Εικόνα 5^η: Δομές Δεδομένων των ΓΣΠ

Εικόνα 6^η: Διανυσματική απεικόνιση πληροφορίας (επάνω) και η αντίστοιχη απεικόνιση σε πλεγματική μορφή

Εικόνα 7^η: Τύποι τοπολογίας

Εικόνα 8^η: Διαδικασία γεωαναφοράς

Εικόνα 9^η: Πλανήτη Γη με την ατμόσφαιρα που τον περιβάλλει

Εικόνα 10^η: Υδρολογικός κύκλος

Εικόνα 11^η : Παραδείγματα χειμερινών συνθηκών υετού

Εικόνα 12^η: Η βροχόπτωση στη Κέρκυρα

Εικόνα 13^η: Η βροχόπτωση στην Άρτα

Εικόνα 14^η: Η βροχόπτωση στο Αργοστόλι

Εικόνα 15^η: Η βέλτιστη τιμή για τον χειμώνα

Εικόνα 16^η: Η βέλτιστη τιμή για το φθινόπωρο

Εικόνα 17^η: Η βέλτιστη τιμή για την άνοιξη

Εικόνα 18^η: Η βέλτιστη τιμή για το καλοκαίρι

Εικόνα 19^η: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Ιανουάριο

Εικόνα 20^η: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Φεβρουάριο

Εικόνα 21^η: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Μάρτιο

Εικόνα 22^η: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Απρίλιο

Εικόνα 23^η: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Μάιο

Εικόνα 24^η: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Ιούνιο

Εικόνα 25^η: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Ιούλιο

Εικόνα 26^η: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Αύγουστο

Εικόνα 27^η: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Σεπτέμβριο

Εικόνα 28^η: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Οκτώβριο

Εικόνα 29^η: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Νοέμβριο

Εικόνα 30^η: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Δεκέμβριο

Εικόνα 31^η : Οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης για τον χειμώνα

Εικόνα 32^η: Οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης για το φθινόπωρο

Εικόνα 33^η : Οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης για την άνοιξη

Εικόνα 1: Οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης για το καλοκαίρι

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον χειμώνα (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 2: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για το φθινόπωρο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 3: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για την άνοιξη (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 4: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για το καλοκαίρι (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 5: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Ιανουάριο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 6: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Φεβρουάριο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 7: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Μάρτιο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 8: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Απρίλιο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 9: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Μάιο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 10: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Ιούνιο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 11: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Ιούλιο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 12: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Αύγουστο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 13: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Σεπτέμβριο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 14: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Οκτώβριο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 15: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Νοέμβριο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 16: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Δεκέμβριο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Διάγραμμα 1: Εποχική απεικόνιση βροχόπτωσης για το Αγρίνιο

Διάγραμμα 18: Εποχική απεικόνιση βροχόπτωσης για το Άκτιο

Διάγραμμα 19: Εποχική απεικόνιση βροχόπτωσης για την Ανδραβίδα

Διάγραμμα 20: Εποχική απεικόνιση βροχόπτωσης για το Αργοστόλι

Διάγραμμα 21: Εποχική απεικόνιση βροχόπτωσης για την Άρτα

Διάγραμμα 22: Εποχική απεικόνιση βροχόπτωσης για τη Ζάκυνθο

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 1:** Αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Inverse Weighting
- Πίνακας 2:** Αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Radial Basis Functions
- Πίνακας 3:** Αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Kriging/ CoKriging
- Πίνακας 4:** Μηνιαία αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Inverse Weighting
- Πίνακας 5:** Μηνιαία αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Radial Basis Functions
- Πίνακας 6:** Μηνιαία αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Kriging/ CoKriging
- Πίνακας 7:** Μηνιαία αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Radial Basis Functions
- Πίνακας 8:** Μηνιαία αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Kriging/ CoKriging
- Πίνακας 9:** Μετρήσεις για τον χειμώνα
- Πίνακας 10:** Μετρήσεις για το φθινόπωρο
- Πίνακας 11:** Μετρήσεις για την άνοιξη
- Πίνακας 12:** Μετρήσεις για το καλοκαίρι
- Πίνακας 13:** Μετρήσεις για τον Ιανουάριο
- Πίνακας 14:** Μετρήσεις για τον Φεβρουάριο
- Πίνακας 15:** Μετρήσεις για τον Μάρτιο
- Πίνακας 16:** Μετρήσεις για τον Απρίλιο
- Πίνακας 17:** Μετρήσεις για τον Μάιο
- Πίνακας 18:** Μετρήσεις για τον Ιούνιο
- Πίνακας 19:** Μετρήσεις για τον Ιούλιο
- Πίνακας 20:** Μετρήσεις για τον Αύγουστο
- Πίνακας 21:** Μετρήσεις για τον Σεπτέμβριο
- Πίνακας 22:** Μετρήσεις για τον Οκτώβριο
- Πίνακας 23:** Μετρήσεις για τον Νοέμβριο
- Πίνακας 24:** Μετρήσεις για τον Δεκέμβριο

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ)

Environmental Systems Research Institute (ERSI)

Geographic Information Systems (G.I.S.)

Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ)

Σύστημα Σχεδίασης με την Βοήθεια Υπολογιστή (Σ.Β.Υ. ή CAD)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

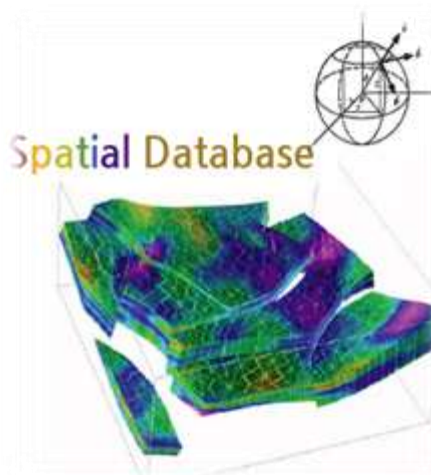
Η παρούσα πτυχιακή μελέτη εστιάζεται στην καταμέτρηση βροχόπτωσης στους νομούς Άρτας, Κέρκυρας και Κεφαλληνίας και στην οπτικοποίηση της αντίστοιχης πληροφορίας, προκειμένου να είναι ευκολότερη η μελέτη του φαινομένου και να πραγματοποιηθεί η εξαγωγή ενδιαφερόντων συμπερασμάτων. Η εκτίμηση της βροχόπτωσης στις περιοχές ενδιαφέροντος πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τρεις μεθοδολογίες: την *Inverse Distance Weighting*, την *Radial Basis Functions* και την *Kriging/ CoKriging*, με στατιστικό μέγεθος που ορίζει την απόδοση του αλγόριθμου το Root Mean Square Error (RMSE).

Στην εργασία αυτή αναλύονται οι βασικές έννοιες, περιγράφεται τι είναι το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS), ερμηνεύεται η έννοια των χωρικών δεδομένων, ενώ παράλληλα αναλύεται και παρουσιάζεται χωρικά το φαινόμενο της βροχόπτωσης. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η καταμέτρηση και απεικόνιση της βροχόπτωσης στις περιοχές: Άρτα, Κέρκυρα και Αργοστόλι κατά τη χρονική περίοδο 1998 έως 2013. Για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή ArcMap του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών, δοκιμάστηκαν διάφοροι συνδυασμοί αλγορίθμων, ώστε να επιλεγούν οι αλγόριθμοι που πετυχαίνουν το μικρότερο RMS για τα εποχιακά και μηνιαία δεδομένα των περιοχών αυτών. Σύμφωνα με τις μετρήσεις διαπιστώθηκε ότι η καλύτερη μεθοδολογία με το μικρότερο RMS σφάλμα κατά την εποχική ανάλυση είναι η Radial Basis Functions (RBF), με επιλογή παραμέτρου Kernel Function: Multiquadric. Η ίδια μεθοδολογία διαπιστώθηκε ότι είναι καλύτερη και για την μηνιαία ανάλυση των δεδομένων, με τιμή παραμέτρου Kernel Function: Multiquadric. Στην τελευταία ενότητα της πτυχιακής, συγκρίνονται και σχολιάζονται οι τιμές των επίγειων μετρήσεων και των εκτιμήσεων, που καταγράφηκαν για την περιοχή ενδιαφέροντος.

1.1 Εισαγωγικές Έννοιες

Οι καθημερινές δραστηριότητες του ανθρώπου, από τις πιο απλές μέχρι τις πλέον σύνθετες, είναι τις περισσότερες φορές συνυφασμένες με την έννοια του χώρου. Σχεδόν όλες οι αποφάσεις που λαμβάνονται, συνδέονται, επηρεάζονται ή περιορίζονται από κάποιο γεωγραφικό χαρακτηριστικό. Τονίζεται ακόμη, ότι η έννοια της πληροφορίας δεν θα πρέπει να συγχέεται με την έννοια των στοιχείων, αφού από τα στοιχεία αντλούνται οι πληροφορίες. Η αντιστοίχιση χώρου και πληροφοριών οδηγεί στην έννοια της *γεωγραφικής πληροφορίας*. Οι γεωγραφικές πληροφορίες, για να βοηθήσουν στην ανάλυση χωρικών φαινομένων, θα πρέπει να είναι ακριβείς και αντικειμενικές. Ως *γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών*, ορίζεται ένα σύστημα που διαθέτει τα κατάλληλα εργαλεία για την αποδοτική συλλογή, επεξεργασία και διαχείριση των πληροφοριών. Ένα σύστημα πληροφοριών το οποίο βασίζεται στη διαχείριση γεωγραφικών πληροφοριών ονομάζεται *Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ)*.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών χαρακτηρίζονται από δύο βασικές έννοιες: τα *χωρικά δεδομένα* και τα *περιγραφικά δεδομένα*. Τα χωρικά δεδομένα (spatial data) προσδιορίζουν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του χώρου, όπως για παράδειγμα τη θέση, τις διαστάσεις, το σχήμα. Τα περιγραφικά δεδομένα ή αλλιώς μη χωρικά δεδομένα (aspatial data) αναφέρονται σε χαρακτηριστικά ή ιδιότητες που αποδίδονται στο συγκεκριμένο στοιχείο του χώρου, είτε ποσοτικά είτε ποιοτικά, όπως για παράδειγμα το όνομα, το χρώμα, η αρίθμηση οικοπέδων. Η δυνατότητα των ΓΣΠ συνδυασμένης χρησιμοποίησης των χωρικών και των περιγραφικών πληροφοριών, καθιστούν τα ΓΣΠ σημαντικό βοήθημα για το σχεδιασμό ενεργειών και τη λήψη αποφάσεων.



Εικόνα 2: Χωρικά δεδομένα

1.2 Ιστορική Αναδρομή

Τα χωρικά δεδομένα και οι μέθοδοι αποτύπωσης και διανομής της γης απασχόλησαν τις ανθρώπινες κοινωνίες, από τη στιγμή που ο άνθρωπος σταμάτησε τη νομαδική ζωή και άρχισε τη δημιουργία οργανωμένων οικισμών. Με την πάροδο των χρόνων αναπτύχθηκαν διάφορες επιστήμες, δύο εκ των οποίων είναι η Γεωδαισία και η Χαρτογραφία. Παράλληλα άρχισε να γίνεται απαραίτητη η συγκέντρωση και αξιοποίηση πληροφοριών για τη γη και τις χρήσεις της.

Ο πρώτος συνδυασμός χαρτογραφικού υλικού και περιγραφικών πληροφοριών εμφανίστηκε στους γεωγραφικούς άτλαντες στα μέσα του 19^{ου} αιώνα.

Σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν επάλληλοι χάρτες οι οποίοι, βασισμένοι στο ίδιο υπόβαθρο, απεικονίζουν διαφορετικές λεπτομέρειες τοπικά ή χρονικά. Η τεχνική αυτή, η οποία χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα, όταν λείπει η δυνατότητα ψηφιακής επεξεργασίας, θυμίζει πολύ τα επίπεδα σχεδίασης που χρησιμοποιούνται στα προγράμματα CAD. Η επιστημονική και συστηματική ανάπτυξη των ΓΣΠ άρχισε από τις δεκαετίες του 1940 και 1950. Τότε εμφανίστηκαν και οι πρώτοι ηλεκτρονικοί υπολογιστές σε παρόμοιες εφαρμογές. Στα μέσα περίπου της δεκαετίας του 1960 αναφέρονται οι πρώτες εφαρμοσμένες και ολοκληρωμένες προσπάθειες. Η ανάπτυξη των ΓΣΠ βασίστηκε, μεταξύ άλλων σε βελτιώσεις στα υπολογιστικά συστήματα, ειδικά στο θέμα της διαχείρισης γραφικών στοιχείων, στην ανάπτυξη των θεωριών συσχέτισης του χώρου με ανθρωπολογικά, δημογραφικά και γεωγραφικά στοιχεία, καθώς και στην ανάπτυξη των διαδικασιών προστασίας του περιβάλλοντος (Καπαγερίδης, 2006).

Το πρώτο μεγάλο ΓΣΠ που αναπτύχθηκε ήταν το Canada Geographic Information System (CGIS). Το σύστημα αυτό δημιουργήθηκε κατά τη δεκαετία του '60 με σκοπό να παράγει στατιστικά αγροτικά στοιχεία για την αποτελεσματικότερη ανάπτυξη των χρήσεων γης στις αγροτικές περιοχές του Καναδά. Τα στοιχεία που περιείχε αναπτύσσονταν σε επτά χαρτογραφημένα επίπεδα με τη μορφή των επάλληλων χαρτιών. Την ίδια περίπου εποχή ένας μεγάλος αριθμός λογισμικών προϊόντων για αυτοματοποιημένη χαρτογραφία και ΓΣΠ άρχισε να παράγεται στο Laboratory of Computer Graphics and Spatial Analysis του Πανεπιστημίου του Harvard.

Το 1969 ιδρύθηκε η εταιρεία Environmental Systems Research Institute (ESRI) η οποία παρήγαγε λογισμικό βασισμένο στις τεχνικές και εφαρμογές του Harvard. Το 1980 η ESRI παρουσίασε στην αγορά το ARC/INFO. Το ARC/INFO ήταν το πρώτο πρόγραμμα ΓΣΠ που εκμεταλλεύθηκε τις δυνατότητες των μικρών ηλεκτρονικών υπολογιστών που κατασκευάστηκαν από εταιρείες, όπως η IBM. Ένα άλλο λογισμικό πακέτο ΓΣΠ που χρησιμοποιήθηκε κυρίως στις Η.Π.Α. κατά τις δεκαετίες του 1960 και 1970 είναι το Man computer Interactive Data Access System (McIDAS) για τη διαχείριση του δασικού περιβάλλοντος. Τέλος, ένα χαρτογραφικό λογισμικό H/Y είναι το MapInfo, το οποίο συνδέει δεδομένα με ψηφιακούς χάρτες και παρέχει τη δυνατότητα για τη διαχείριση και την ανάλυση των δεδομένων αυτών με γεωγραφικό τρόπο (Καπαγερίδης, 2006).

Υπάρχουν διάφορα πακέτα λογισμικού Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών που λειτουργούν σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα. Δύο από τα πιο σημαντικά λογισμικά είναι το GRASS GIS και το QUANTUM GIS, τα οποία διακινούνται ελεύθερα υπό το καθεστώς Άδεια Ελεύθερης Τεκμηρίωσης GNU και λειτουργούν σε όλα τα λειτουργικά συστήματα. Το GRASS GIS είναι ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση δεδομένων, επεξεργασία εικόνας, την παραγωγή γραφικών, τη χωρική μοντελοποίηση και την οπτικοποίηση πολλών τύπων δεδομένων. Είναι ένα επίσημο έργο της Geospatial Foundation Open Source το οποίο αρχικά αναπτύχθηκε από τον αμερικανικό στρατό Τεχνικών Έργων. Τέλος, το QGIS είναι και αυτό ένα φιλικό προς το χρήστη Open Source Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών και υποστηρίζει ένα μεγάλο πλήθος διανυσμάτων, ψηφιδωτών και διάφορες μορφές βάσεων δεδομένων και λειτουργίες.

Τα συστήματα αυτά λειτούργησαν με υψηλό κόστος και ιδιαίτερη δυσχέρεια στη λειτουργία, ενώ τα περισσότερα από αυτά έπαυσαν να χρησιμοποιούνται από τις αρχές της δεκαετίας του 1980. Με την δημιουργία των προσωπικών υπολογιστών και τα λειτουργικά συστήματα των Windows η σύνταξη λογισμικού για τα ΓΣΠ μπήκε σε μια νέα εποχή με ιδιαίτερα φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον εργασίας και ιδιαίτερα χαμηλό κόστος ανάπτυξης και λειτουργίας. Σήμερα, δεκάδες εταιρείες σε όλο τον κόσμο παράγουν λογισμικό για εφαρμογές ΓΣΠ.

1.3 Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο την συλλογή, την οργάνωση, την ανάλυση και την οπτικοποίηση χωρικών δεδομένων μέσα από τη χρήση του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών. Πιο αναλυτικά, σκοπός της μελέτης είναι:

- Η συλλογή και οργάνωση χωρικών δεδομένων
- Η εποχική και μηνιαία ανάλυση των τιμών της βροχόπτωσης για τη χρονική περίοδο 1998- 2010 στην Δυτική Ελλάδα
- Η σύγκριση των επίγειων μετρήσεων με τις εκτιμήσεις στις περιοχές ενδιαφέροντος
- Η εξαγωγή συμπερασμάτων, η οπτικοποίησή τους και η δημιουργία θεματικών χαρτογραφικών απεικονίσεων μέσα από τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

1.4 Δομή μελέτης

Η παρούσα μελέτη αρχίζει με μια ιστορική αναδρομή σχετικά με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η έννοια του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών, η δομή του, τα είδη των χωρικών δεδομένων καθώς και οι έννοιες της τοπολογίας και της γεωαναφοράς. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι έννοιες της ατμόσφαιρας και της υγρασίας, ενώ περιγράφεται ο υδρολογικός κύκλος και το φαινόμενο της βροχόπτωσης. Στο τέλος του κεφαλαίου αυτού μελετάται και αναλύεται η κλιματολογία της Δυτικής Ελλάδας μέσα από την αξιοποίηση δεδομένων από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια γενική περιγραφή των μεθόδων παρεμβολής που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία, ενώ παράλληλα γίνεται μια εποχική και μια μηνιαία ανάλυση των δεδομένων συγκριτικά με τις καλύτερες μεθόδους χωρικής παρεμβολής. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι διαφορές ανάμεσα στις τιμές των επίγειων μετρήσεων σε σχέση με τις εκτιμήσεις που έγιναν με τη βοήθεια μοντέλων στην περιοχή ενδιαφέροντος. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα της μελέτης αυτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

2.1 Τι είναι το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ) ή Geographic Information Systems (G.I.S.)

Το ΓΣΠ, είναι ένα σύστημα διαχείρισης χωρικών δεδομένων (spatial data) το οποίο είναι ικανό να ενσωματώσει, να αποθηκεύσει, να προσαρμόσει, να αναλύσει και να παρουσιάσει γεωγραφικά συσχετισμένες πληροφορίες (Aronoff, 1989). Επιτρέπει στους χρήστες, να αποτυπώσουν μια εικόνα του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν ερωτήσεις χωρικού χαρακτήρα, να αναλύσουν χωρικά δεδομένα, προσαρμόζοντας τα είτε σε αναλογικά μέσα (χάρτες, διαγράμματα) είτε σε ψηφιακά μέσα (διαδραστικοί χάρτες). Πιο αναλυτικά, το ΓΣΠ είναι πληροφοριακά συστήματα που παρέχουν τη δυνατότητα στο χρήστη να συλλέγει, να διαχειρίζεται, να αποθηκεύει, να επεξεργάζεται, να αναλύει και να παρουσιάζει τα δεδομένα σε ένα ψηφιακό περιβάλλον. Τα δεδομένα αυτά λέγονται γεωγραφικά ή χωρικά δεδομένα (spatial) και μπορεί να συσχετίζονται με μία σειρά από περιγραφικά δεδομένα, τα οποία είναι μοναδικά.



Εικόνα 3: Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών

συγχωνεύονται σε αντικείμενα, τα οποία μπορούν να μοντελοποιούν κάποια αντικείμενα με φυσική υπόσταση. Το αντικειμενοστραφές μοντέλο τείνει να χρησιμοποιείται περισσότερο σε εφαρμογές GIS, λόγω της δυνατότητας που παρέχει για την εύκολη και απλοποιημένη μοντελοποίηση των σύνθετων φυσικών φαινομένων και αντικειμένων με χωρική διάσταση (Καπαγερίδης, 2006).

Βασική χαρακτηριστική δυνατότητα που παρέχουν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών είναι η σύνδεση της χωρικής πληροφορίας με την περιγραφική πληροφορία. Η λειτουργία αυτή βασίζεται είτε στο σχεσιακό (relational) μοντέλο δεδομένων είτε στο αντικειμενοστραφές (object-oriented) μοντέλο δεδομένων. Κατά το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων, τα περιγραφικά δεδομένα πινακοποιούνται χωριστά και έπειτα συσχετίζονται με τα χωρικά δεδομένα μέσω κάποιων μοναδικών τιμών που είναι κοινές και στα δύο είδη δεδομένων συσχετίζονται με τα χωρικά δεδομένα μέσω κάποιων μοναδικών τιμών που είναι κοινές και στα δύο είδη δεδομένων. Ενώ, στο αντικειμενοστραφές μοντέλο δεδομένων, τα χωρικά και τα περιγραφικά δεδομένα

2.2 Η δομή ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών

Η αξιόπιστη λειτουργία ενός ΓΣΠ εξαρτάται από τέσσερα σημαντικά τμήματα: το υλικό (hardware) , το λογισμικό (software) , τα δεδομένα (data) και τους χρήστες.



Εικόνα 4: Δομή ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών

Τα ΓΣΠ δέχονται δεδομένα από πολλαπλές πηγές οι οποίες μπορεί να έχουν πολλές διαφορετικές τυποποιήσεις και δομές. Στους διαφορετικούς τύπους δεδομένων συμπεριλαμβάνονται χάρτες, εικόνες, φωτογραφίες, πίνακες δεδομένων. Στο στάδιο αυτό της εισόδου, τα χωρικά και μη χωρικά δεδομένα κωδικοποιούνται και αποθηκεύονται στον Η/Υ. Στη συνέχεια ακολουθεί το στάδιο της διαχείρισης, όπου τα δεδομένα διαμορφώνονται κατάλληλα σε μία βάση δεδομένων ενώ ακολουθεί το στάδιο της ανάλυσης των δεδομένων. Τέλος, ακολουθεί το στάδιο της εξόδου όπου παρουσιάζεται η χωρική πληροφορία και γίνεται η λήψη των αποφάσεων.

2.3 Διαδικασίες Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (ΓΣΠ)

Ένα ΓΣΠ συμπεριλαμβάνει τις ακόλουθες διαδικασίες: Εισαγωγή, Επεξεργασία, Ανάλυση, Απόδοση και Έλεγχος. Το στάδιο της εισαγωγής, αφορά τη γεωγραφική και την περιγραφική διάσταση των δεδομένων. Συγκεκριμένα, κατά τη διαδικασία της εισαγωγής το σύστημα τροφοδοτείται με δεδομένα, τα οποία βρίσκονται σε ψηφιακή δομή και συνήθως προκύπτουν με ψηφιοποίηση αναλογικών δεδομένων (π.χ. τυπωμένοι χάρτες) ή με τη συλλογή πρωτογενών δεδομένων μέσα από τη χρήση ψηφιακών μεθόδων



Εικόνα 5: Ροή διαδικασιών ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών

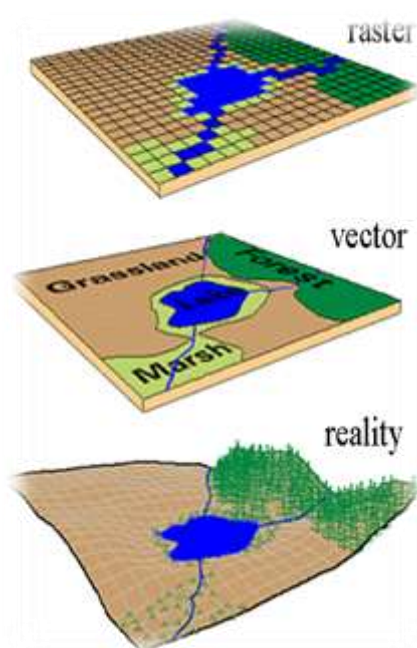
αποτύπωσης χώρου. Στη διαδικασία της επεξεργασίας, εφόσον το σύστημα τροφοδοτηθεί με δεδομένα τα επεξεργάζεται, ώστε να καθίστανται κατάλληλα για περαιτέρω ανάλυση και χρήση στο σύστημα. Η επεξεργασία των δεδομένων αφορά την διόρθωση σφαλμάτων, τη δημιουργία σχέσεων μεταξύ των δεδομένων, ακόμα και την ορθή απόδοση του συστήματος συντεταγμένων. Κατά τη διαδικασία της ανάλυσης ο χρήστης θέτει κάποιες ερωτήσεις με βάση τα δεδομένα που του παρέχονται, ώστε να προσπαθήσει να απαντήσει μέσα από αυτά. Επίσης, κατά τη διαδικασία της απόδοσης, πραγματοποιείται η ανάλυση των αποτελεσμάτων είτε με τη χρήση αναλογικών μέσων, μέσα από την οργάνωση εκτύπωσης χαρτογραφικών προϊόντων, είτε με τη χρήση των ψηφιακών μέσων, είτε με τη χρήση του διαδικτύου, με τη βοήθεια διαδραστικών χαρτών είτε τέλος, μέσω εσωτερικών δικτύων οργανισμών μέσω εφαρμογών που υποστηρίζουν χρήστες με διακριτούς ρόλους. Τέλος, κατά τη διαδικασία ελέγχου, εξασφαλίζεται η ορθότητα και η ακρίβεια των πληροφοριών μέσω του μηχανισμού ανάδρασης. Αυτό επιτυγχάνεται είτε μέσω λογισμικού, με διάφορες διαδικασίες κανόνων επικύρωσης, είτε με διαδικασίες ποιοτικών και ποσοτικών ελέγχων, ανάλογα με τη φύση των δεδομένων (Κουτσόπουλος, Ανδρουλακάκης, 2003).

2.4 Δομές Δεδομένων των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών

Σε ένα ΓΣΠ, τα χωρικά δεδομένα αναπαριστώνται με δύο δομές: τη διανυσματική δομή και τη ψηφιδωτή δομή. Σε όλα τα ΓΣΠ οι δύο δομές αποδίδονται ταυτόχρονα σε κοινές απεικονίσεις, ενώ υπάρχουν λογισμικά GIS που προσφέρουν τη δυνατότητα μετάβασης από τη μία δομή στην άλλη. Πιο αναλυτικά, τα χωρικά δεδομένα αναπαριστώνται με τη βοήθεια διανυσμάτων και ψηφιδωτών.

Διανύσματα (vector): Τα δεδομένα που έχουν διανυσματική μορφή αναπαριστούν χωρικές επιφάνειες (πχ. λίμνες, αγροτεμάχια κλπ) ή σημεία ενδιαφέροντος (πχ. σταθμοί μέτρησης) μέσω συνδυασμών σημείων, γραμμών και πολυγώνων. Αυτά μπορούν, επίσης, να ενωθούν και να διαμορφώσουν κατηγορίες πολυγώνων, σημείων

ή γραμμών. Για παράδειγμα στην απόδοση της θέσης μιας πόλης σε ένα χάρτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σημείο, για την αποτύπωση του οδικού δικτύου μια γραμμή από πολλές κορυφές, ενώ για την αποτύπωση μιας ιδιοκτησίας ένα πολύγωνο (Κίτσιου, 2010). Το σημείο είναι μια γραμμή μηδενικού μήκους, ενώ το πολύγωνο είναι μια ακολουθία γραμμών με αρχή και τέλος την ίδια κορυφή. Η γεωμετρία που θα υιοθετηθεί για το συμβολισμό ενός αντικειμένου εξαρτάται από την κλίμακα απεικόνισης και το σκοπό της εφαρμογής που αναπτύσσεται. Κατ' αυτό τον τρόπο, σε μια πολύ μεγάλη κλίμακα τα κτίσματα απεικονίζονται με πολύγωνα, ενώ σε μικρότερες χρησιμοποιείται η γεωμετρία του σημείου. Κάθε γεωμετρία που απεικονίζεται, συνδέεται με μια σχέση «1-1» με μια εγγραφή σε ένα πίνακα περιγραφικών χαρακτηριστικών.

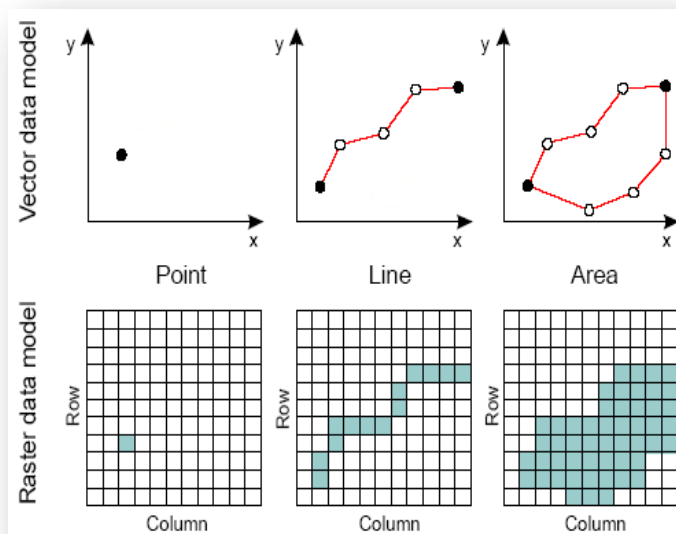


Εικόνα 6: Δομές Δεδομένων των ΓΣΠ

Ψηφιδωτά (raster): Τα δεδομένα που έχουν raster μορφή αναπαριστούν την χωρική πληροφορία με τη μορφή εικονοστοιχείων (κελιών) δημιουργώντας ένα κάνναβο (πλέγμα). Το κάθε εικονοστοιχείο (κελί) καλύπτει μια διακριτή γεωγραφική περιοχή και αποτελεί την μικρότερη γεωγραφική μονάδα που μπορεί να αντιπροσωπευτεί στο πλεγματοεικό αρχείο, γι' αυτό και είναι γνωστό ως "η ελάχιστη χαρτογραφική μονάδα". Όσο πιο μικρή είναι αυτή η μονάδα, τόσο πιο υψηλή είναι η ανάλυση του συνόλου δεδομένων και πιο λεπτομερής η αναπαράσταση. Στο σημείο αυτό αξίζει να τονισθεί το γεγονός ότι τα περισσότερα τηλεπισκοπικά δεδομένα συλλέγονται με μορφή πλεγματοεικών αρχείων (raster files). Οι ψηφιδωτές δομές δεδομένων έχουν περισσότερες δυνατότητες σύνδεσης με περιγραφικά χαρακτηριστικά, σε σχέση με τις διανυσματικές δομές δεδομένων.

2.4.1 Σύγκριση ψηφιδωτών και διανυσματικών δομών δεδομένων

Στα ψηφιδωτά και διανυσματικά, υπάρχουν κοινά χαρακτηριστικά και αναλυτικές μέθοδοι καθώς και δυνατότητες μετατροπής από την μία δομή στην άλλη μέσα από τα ΓΣΠ. Η επιλογή της δομής των δεδομένων, κυρίως για επιστημονικές εφαρμογές, θα πρέπει να βασίζεται σε τρεις παράγοντες: στη δυνατότητα διαχωρισμού των οντοτήτων που απεικονίζονται, την προτιθέμενη εφαρμογή και τα πηγαία δεδομένα. Γενικότερα οι διανυσματικές δομές είναι προτιμότερες εάν οι οντότητες είναι από τη φύση τους διαχωρίσιμες και πρέπει να αποδοθούν ακριβώς, όπως για παράδειγμα οι δρόμοι, ιδιοκτησιακά όρια είτε εφόσον η προτιθέμενη ανάλυση περιέχει μετρήσεις γραμμικών χαρακτηριστικών (π.χ. δίκτυα ρευμάτων). Αντίθετα, οι ψηφιδωτές μορφές είναι κατάλληλες όταν οι οντότητες που απεικονίζονται έχουν ασαφή όρια, όταν τα δεδομένα είναι συνεχή (π.χ. υψόμετρο), όταν η προτιθέμενη ανάλυση περιέχει μοντελοποίηση χωρικών κατανομών ή όταν τα δεδομένα είναι ήδη σε ψηφιδωτή μορφή (Βογιατζάκης, Μαλούνης, 2005).



Εικόνα 7: Διανυσματική απεικόνιση πληροφορίας (επάνω) και η αντίστοιχη απεικόνιση σε πλεγματική μορφή

2.5 Σχετιζόμενα Συστήματα

Τα ΓΣΠ αποτελούν ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα που περιλαμβάνουν επιμέρους συστήματα όπως το Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ), το Σύστημα Σχεδίασης με την Βοήθεια Υπολογιστή (Σ.Β.Υ. ή CAD), το σύστημα ανάλυσης εικόνας κ.ά. Το ΣΔΒΔ είναι ένα λογισμικό που εμπεριέχει το ΓΣΠ και συντελεί ώστε να οργανώνει και να αναζητά δεδομένα για την απεικόνιση-σχεδίαση ενός χώρου. Τα δεδομένα ενός ΓΣΠ αποστέλλονται σε ένα πακέτο στατιστικής ανάλυσης, προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι στατιστικές αναλύσεις που απαιτούνται. Το CAD (Σύστημα Σχεδίασης με την Βοήθεια Υπολογιστή) συσχετίζει τα σημεία, τις γραμμές και τα πολύγωνα με σκοπό να παράγει την τελική απεικόνιση του χώρου. Τέλος, προκειμένου να απεικονιστεί η επιφάνεια της γης, απαιτείται το σύστημα ανάλυσης εικόνας, το οποίο αναλύει και ταξινομεί τα φασματικά δεδομένα για την αναπαραγωγή και απεικόνιση χαρακτηριστικών της επιφάνειας της Γης.

2.6 Η έννοια της τοπολογίας

Με την έννοια της τοπολογίας, αναφερόμαστε στη μελέτη ενός τόπου ως προς τη γεωγραφία του, ως προς την ιστορία του, τις ιδιότητές του κ.α. Με τη δημιουργία της τοπολογίας σε ένα ΓΣΠ εισάγεται μια κωδικοποίηση συσχετίσεων μεταξύ σημείων, γραμμών και πολυγώνων περιοχών. Η διαδικασία ορισμού τοπολογίας είναι πολύ σημαντική τόσο στα ΓΣΠ που χρησιμοποιούν διανυσματική μορφή δεδομένων, όσο και στα ΓΣΠ που χρησιμοποιούν ψηφιδωτή μορφή δεδομένων. Στην πρώτη περίπτωση ορίζονται περιοχές με ομοειδείς ιδιότητες (τιμές), ενώ στη δεύτερη

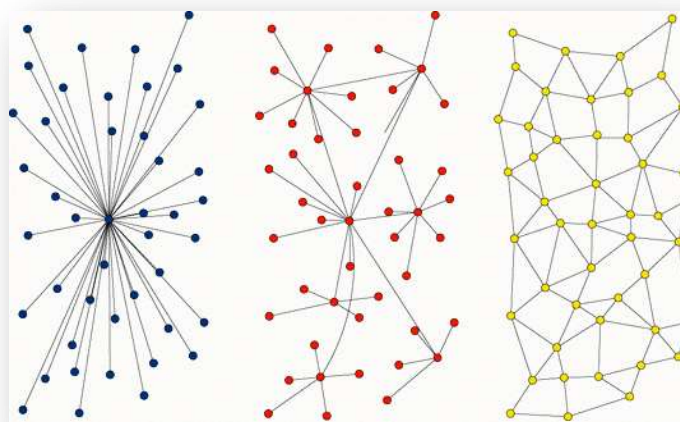
ορίζονται κόμβοι (σημεία), γραμμές και πολύγωνα που ορίζουν περιοχές με ομοειδή χαρακτηριστικά (Υφαντής, Σαββαΐδης, 2004).

Με βάση αυτές τις συνδέσεις οργανώνεται η χωρική συσχέτιση για μια συγκεκριμένη ομάδα χωρικών αντικειμένων στο χώρο εργασίας. Η τοπολογία, αποτελεί τη βάση στα ΣΓΠ και με βάση αυτή επιτυγχάνονται εξειδικευμένες αναλύσεις των χαρτογραφικών δεδομένων με τη χρήση ειδικών λειτουργιών του GIS. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι τοπολογίας:

τοπολογία κόμβων (node topology): αποτελείται από ένα σύστημα συσχετισμένων σημειακών αντικειμένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση ξεχωριστών σημείων ενός χάρτη.

τοπολογία γραμμών/δικτύου (network topology): ένα σύστημα συνδεδεμένων πολυγωνικών γραμμών, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση γραμμικών τοπογραφικών χαρακτηριστικών ενός χάρτη. Σε κάθε μια από τις συνδέσεις υπάρχει η δυνατότητα απόδοσης τιμής κατεύθυνσης η οποία προφανώς θα αντιπροσωπεύει τη διεύθυνση ροής στον συγκεκριμένο κλάδο του δικτύου.

τοπολογία πολυγώνων (polygon topology): η τοπολογία πολυγώνων περιλαμβάνει τις κλειστές περιοχές που σχηματίζονται από αλληλοσυνδεόμενες συνδέσεις/πολυγωνικές γραμμές και χρησιμοποιείται για την ανάλυση συνέχειας των περιοχών που εσωκλείονται από τα πολύγωνα.



Εικόνα 8: Τύποι τοπολογίας

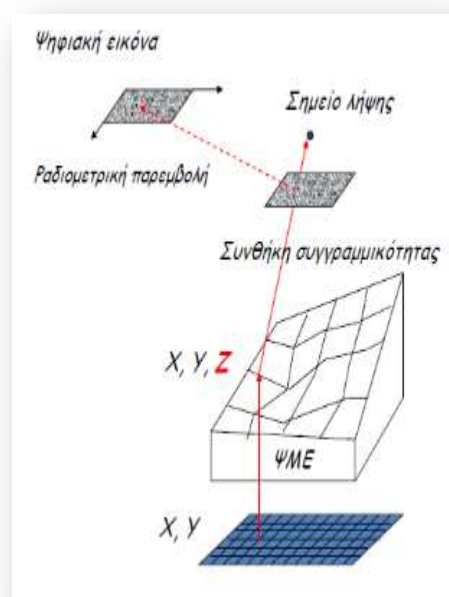
Τέλος, σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονιστεί και η έννοια της τοπογραφίας. Η τοπογραφία είναι μια επιστήμη που μελετά την λεπτομερή απεικόνιση σε σχέδια και χάρτες της επιφάνειας της γης. Διδάσκει τις μεθόδους με βάση των οποίων απεικονίζεται υπό κλίμακα η επιφάνεια του εδάφους επάνω σε ένα επίπεδο. Αναλύοντας περισσότερο αυτόν τον ορισμό, μπορούμε να αναφέρουμε πως η τοπογραφία διδάσκει την «τέχνη» των μετρήσεων των υψομετρικών στοιχείων μεταξύ σημείων της επιφάνειας του εδάφους, με σκοπό τη σύνταξη σχεδίου στο οποίο οι φυσικές και τεχνητές λεπτομέρειες θα εμφανίζονται στη σωστή οριζόντια γραφική και υψομετρική θέση.

Η τοπογραφική διαμόρφωση του εδάφους είναι μια σημαντική μεταβλητή στις οικολογικές διεργασίες λόγω της επίδρασής της στην έκθεση του εδάφους, τη ροή του νερού και την κίνηση των οργανισμών. Τα ΓΣΠ παρέχουν τη δυνατότητα τοπογραφικής ανάλυσης και αναπαράστασης. Οι τοπογραφικοί χάρτες ταξινομούν τα δεδομένα του υψομέτρου σε διαστήματα, τα οποία απεικονίζονται με γραμμές ίσων τιμών και μ' αυτό τον τρόπο απεικονίζονται τρισδιάστατα χαρακτηριστικά σε μια δισδιάστατη επιφάνεια.

2.7 Γεωαναφορά

Η εισαγωγή των χωρικών δεδομένων στη διαδικασία εφαρμογής ενός ΓΣΠ πραγματοποιείται μέσα από πολλές διαφορετικές πηγές γεωγραφικών δεδομένων. Υπάρχουν οι πρωτογενείς και οι δευτερογενείς μέθοδοι συλλογής χωρικών δεδομένων τόσο για τα διανυσματικά όσο και για τα ψηφιδωτά μοντέλα δεδομένων. Οι πρωτογενείς πηγές γεωγραφικών δεδομένων είναι εκείνες που προέρχονται από άμεσες μετρήσεις όπως για παράδειγμα οι δορυφορικές εικόνες, ενώ οι δευτερογενείς πηγές γεωγραφικών δεδομένων αναφέρονται στη χρήση των δεδομένων που έχουν ήδη συλλεγεί και η μορφή τους δεν εξυπηρετεί τους στόχους μιας συγκεκριμένης εφαρμογής, όπως για παράδειγμα η σάρωση αναλογικών χαρτών ή η ψηφιοποίηση χαρτών αντίστοιχα.

Η γεωαναφορά είναι μια διαδικασία κατά την οποία προσδιορίζονται πραγματικές γεωγραφικές συντεταγμένες σε μια ψηφιακή εικόνα, η οποία έχει προέλθει από σάρωση ενός αναλογικού χάρτη ή μιας αεροφωτογραφίας. Η εικόνα που προκύπτει από αυτή τη μεθοδολογία ονομάζεται γεωαναφερόμενη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διεξαγωγή της ψηφιοποίησης σε περιβάλλον ΓΣΠ ή για τη δημιουργία χαρτοσύνθεσης. Η διαδικασία της γεωαναφοράς απαιτεί την ύπαρξη ικανού αριθμού σημείων ελέγχου από την εικόνα, των οποίων οι συντεταγμένες σε ένα σύστημα είναι ήδη γνωστές. Τέλος, σημαντικό στοιχείο της γεωαναφοράς είναι και η εκτίμηση του μέσου τετραγωνικού σφάλματος που προκύπτει από την απόδοση συντεταγμένων του πραγματικού κόσμου και αποτελεί κριτήριο για την επιτυχή επιλογή των σημείων ελέγχου καθώς και για τη συνολική εκτίμηση της ακρίβειας της διαδικασίας γεωαναφοράς.



Εικόνα 9: Διαδικασία γεωαναφοράς

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Ανεστάκος, (χ.χ). *G.I.S Μάθε Τα Πάντα*. Ανακτήθηκε από: <http://www.gisfun.50megs.com/Page.html>

Βογιατζάκης, Ι., Μαλούνης, Α. (2005), *Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών στην Οικολογία*. Περιστέρι, Εκδόσεις Ίων, 2005.

Γιωργουδέλλης, Ξ. (2010). *Ανθρωποκεντρική πλοήγηση σε αγροτικούς και περιβαλλοντικούς χώρους (Μεταπτυχιακή διατριβή)*. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Πληροφορικής, Μαθηματικών και Στατιστικής, Αθήνα.

Ersi (n.d). *What is GIS?*. Retrieved from: <http://www.esri.com/what-is-gis>

Geologos (χ.χ). *Η ιστορία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS)*. (χ.χ). Ανακτήθηκε από: <http://www.geologos.gr/index.php/%CE%AC%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%B1/22-general-articles/35-gis-history>

Κουτσόπουλος, Κ., Ανδρουλακάκης, Ν. (2003). *Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών με χρήση του λογισμικού ArcGIS*. Αθήνα, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2003.

Καπαγερίδης, Ι., (2006). *Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών [Πανεπιστημιακές Σημειώσεις]*. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Γεωτεχνολογίας & Περιβάλλοντος, Κοζάνη 2006. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: http://geope.teiko2.gr/GEOPE_EN/downloads/kapageridis/rs_theory.pdf

Land Systems Dynamics (2010). *Τοπογραφία – Γεωδαισία*. Ανακτήθηκε το έτος 2010 από: <http://www.lesd.gr>

Εινόγαλος, Μ., Μαυρομανωλάκη, Φ. (χ.χ). *Εφαρμογές G.I.S*. Ανακτήθηκε από: <http://www.astrolabe.gr/astrolabe/gr/serv05.htm>

Σαββαΐδης, Π., Υφαντής, Ι., (2004). *Εργαστήριο Γεωδαισίας [Πανεπιστημιακές Σημειώσεις]*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Θεσσαλονίκη 2003-2004. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <http://gserver.civil.auth.gr/glab/GIS-EPEAK-LESSONS-AUTOMAP%282003-2004%29-2.htm>

Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών. (2013). Ανακτήθηκε 8 Μαρτίου, 2013, από: <http://el.wikipedia.org>

Τοπολογία. Ανακτήθηκε 7 Ιουνίου, 2013, από: <http://el.wikipedia.org>

Toponavigator (2012). *Τοπολογία*. Ανακτήθηκε το έτος 2012 από: <http://www.toponavigator.com/fr/component/content/article/115-cartography.html?topoδtopology=47>

Υπουργείο Περιβάλλοντος ενέργειας & Κλιματικής, (χ.χ). *Τι είναι GIS*. Ανακτήθηκε από: <http://www.minenv.gr/3/31/313/31305/g3130573.html>

Φιλίππιδης, Ε., (2008). *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών*, Τεύχος 1: *Γεωαναφορά Χάρτη* [Πανεπιστημιακές Σημειώσεις], Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Σερρών, Τμήμα Πληροφορικής και Επικοινωνιών, Σέρρες 2008. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο:

<ftp://www.teiser.gr/pliroforiki/GIS/Ergasthrio/%C3%E5%F9%E1%ED%E1%F6%EF%F1%DC%20ArcGIS.pdf>

3.1 Η έννοια της ατμόσφαιρας

Ως Γήινη ατμόσφαιρα μπορεί να θεωρηθεί το αεριώδες τμήμα που περιβάλλει τη Γη και το οποίο την ακολουθεί σε όλες τις κινήσεις της (Μακρογιάννης, Σαχσαμανόγλου, 2004). Το ύψος της ατμόσφαιρας δεν είναι σαφώς καθορισμένο λόγω των ανώτατων στρωμάτων της ατμόσφαιρας που είναι πολύ αραιά και δεν μπορούν να καθορίσουν πλήρως διακριτά όρια ανάμεσα στη γήινη ατμόσφαιρα και στον ενδοπλανητικό χώρο. Θεωρητικοί υπολογισμοί δείχνουν, ότι το ύψος στο οποίο φθάνει η ατμόσφαιρα πάνω από τους πόλους είναι μέχρι 28 χιλιόμετρα και πάνω από τον Ισημερινό μέχρι 42 χιλιόμετρα. Το ύψος της γίνεται αισθητό λόγω των διαφόρων φαινομένων που συμβαίνουν στην ατμόσφαιρα (πολικό σέλας), το οποίο δεν υπερβαίνει τα 10000km (εξώσφαιρα) σε ένα ποσοστό πάνω από 95%.

Η ατμόσφαιρα της Γης στα κατώτερα στρώματα, δηλαδή μέχρι 25 χιλιόμετρα ύψος, αποτελείται από τον ξηρό αέρα, από υδρατμούς και από αιωρήματα διαφόρου προελεύσεως. Τα βασικά αέρια που αποτελούν τον ατμοσφαιρικό αέρα είναι το άζωτο (78,08%) και το οξυγόνο (20,95%) που καταλαμβάνουν το 99% περίπου του όγκου (Λυκούδη, 2005). Με βάση τη μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα με το ύψος, η ατμόσφαιρα διακρίνεται σε τέσσερις περιοχές: την Τροπόσφαιρα, τη Στρατόσφαιρα, τη Μεσόσφαιρα και τη Θερμόσφαιρα. Πολλοί θεωρούν και ένα πέμπτο στρώμα, την Εξώσφαιρα. Οι παράμετροι που μεταβάλλουν το ύψος της ατμόσφαιρας είναι η θερμοκρασία του αέρα, η πυκνότητά του και η ατμοσφαιρική πίεση (Αμπελιώτης, Μαγουλάς, 2008).



Εικόνα 10: Πλανήτη Γη με την ατμόσφαιρα

3.2 Η έννοια της υγρασίας

Στο κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας περιέχεται μία μεταβλητή ποσότητα υδρατμών, οι οποίοι προέρχονται από την εξάτμιση του νερού. Ο όρος υγρασία του αέρα, αναφέρεται στην ποσότητα αυτή των υδρατμών που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα. Ο ατμοσφαιρικός αέρας σε μια ορισμένη θερμοκρασία μπορεί να συγκρατήσει ορισμένη ποσότητα υδρατμών, την οποία όταν την ξεπεράσει, οι υπόλοιποι υδρατμοί συμπυκνώνονται. Το ποσό των υδρατμών αυτών, που μπορεί να διατηρηθεί σε ένα ορισμένο όγκο αέρα είναι συγκεκριμένο και εξαρτάται από τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας του αέρα. Όταν σε συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας ενός ορισμένου όγκου αέρα διαθέτει τη μέγιστη ποσότητα υδρατμών, τότε ο όγκος του αέρα ονομάζεται κορεσμένος. Όταν η ποσότητα των υδρατμών είναι μικρότερη από τη μέγιστη δυνατή, η κατάσταση ονομάζεται «ακόρεστη». Γενικά, ο αέρας χαρακτηρίζεται ως υγρός, όταν περιέχει υδρατμούς και ως ξηρός όταν υπάρχει απουσία υδρατμών (Μπαλτάς, 2006).

3.3 Υδρολογικός κύκλος

Ο υδρολογικός κύκλος περιλαμβάνει μια σειρά διαδικασιών με τις οποίες το νερό κυκλοφορεί μεταξύ υδρόσφαιρας, ατμόσφαιρας, ξηράς και θάλασσας. Η μεταφορά του νερού από την ατμόσφαιρα στην επιφάνεια της γης, η κίνηση του πάνω σ' αυτή και η επιστροφή του στην ατμόσφαιρα χαρακτηρίζεται υδρολογικός κύκλος. Σε αυτή την αλυσίδα, το νερό εμφανίζεται με όλες τις μορφές: υγρό, αέριο (π.χ. υδρατμοί) και στερεό (π.χ. χιόνι, χαλάζι). Το σύνολο της ενέργειας που κατευθύνει τον κύκλο του νερού, προέρχεται από τον ήλιο. Το νερό στην ατμόσφαιρα, βρίσκεται με τη μορφή υδρατμών και αφού υποστεί συμπύκνωση, πέφτει στην επιφάνεια της γης σε υγρή ή στερεή μορφή. Με τον όρο ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα περιλαμβάνονται όλες οι μορφές με τις οποίες το νερό φθάνει στη γη (Λαζαρίδου, 2012).

Ο ήλιος, που δημιουργεί τον κύκλο του νερού, θερμαίνει το νερό στη θάλασσα το οποίο στη συνέχεια εξατμίζεται και ανυψώνεται με τη μορφή ατμού στον αέρα. Το νερό εξατμίζεται ακόμα από τις λίμνες, τα ποτάμια και το έδαφος. Η διαπνοή των φυτών, είναι μια ακόμη λειτουργία που αποδίδει υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Η εξάτμιση και η διαπνοή από την ξηρά συχνά δεν διακρίνονται και για το λόγο αυτό υπάρχει ο όρος της εξατμοδιαπνοής, που αντιπροσωπεύει τις ποσότητες του νερού, που επανέρχονται στην ατμόσφαιρα με τη συνδυασμένη δράση της εξάτμισης και της διαπνοής. Εξάτμιση είναι η διαδικασία μεταφοράς του νερού με τη μορφή υδρατμών από την επιφάνεια της γης στην ατμόσφαιρα μέσω της ηλιακής ενέργειας. Επίσης, μια μικρή ποσότητα υδρατμών στην ατμόσφαιρα προέρχεται από την εξάχνωση, μέσω της οποίας μόρια από πάγους και χιόνια μετατρέπονται απευθείας σε υδρατμούς χωρίς να περάσουν από την υγρή μορφή. Ανοδικά ρεύματα αέρα ανεβάζουν τους υδρατμούς στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, όπου οι μικρότερες πιέσεις που επικρατούν έχουν αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας. Επειδή όμως σε χαμηλή θερμοκρασία ο αέρας δεν μπορεί πια να συγκρατεί όλη τη μάζα των υδρατμών, ένα μέρος τους συμπυκνώνεται και σχηματίζει σύννεφα.

Τα ρεύματα του αέρα, κινούν τα σύννεφα γύρω απ' την υδρόγειο ενώ παράλληλα τα σταγονίδια νερού που σχηματίζουν τα σύννεφα, όταν μεγαλώσουν πάνω από μία κρίσιμη τιμή, τελικά πέφτουν ως κατακρημνίσματα, η συχνότερη μορφή των οποίων είναι η βροχή. Μια μορφή κατακρημνισμάτων είναι το χιόνι, το οποίο όταν συσσωρεύεται σχηματίζει πάγο και κατ' επέκταση παγετώνες. Σε σχετικά θερμότερα κλίματα, όταν έρχεται η άνοιξη, το χιόνι λιώνει και μετασχηματίζεται σε υγρή μορφή (νερό) που ρέει. Η μεγαλύτερη ποσότητα κατακρημνισμάτων πέφτει απευθείας στους ωκεανούς. Από την ποσότητα που πέφτει στη στεριά, ένα σημαντικό μέρος καταλήγει και πάλι στους ωκεανούς ρέοντας ως επιφανειακή απορροή. Η μεγαλύτερη ποσότητα της επιφανειακής απορροής, μεταφέρεται στους ωκεανούς από τα ποτάμια, μέσω της ροής σε υδατορεύματα. Η επιφανειακή απορροή μπορεί ακόμη να καταλήξει στις λίμνες, που αποτελούν μαζί με τους ποταμούς, τους κυριότερους παράχους γλυκού νερού.

Ωστόσο, το νερό των κατακρημνισμάτων δεν ρέει αποκλειστικά μέσα στους ποταμούς. Κάποιες ποσότητες διαπερνούν το έδαφος με τη λειτουργία της διήθησης και σχηματίζουν το υπόγειο νερό. Μέρος του νερού μπορεί να ξαναβρεί το δρόμο του προς τα επιφανειακά υδάτινα σώματα (και τους ωκεανούς) ως εκφόρτωση υπόγειου νερού. Όταν βρίσκει διόδους προς την επιφάνεια της γης εμφανίζεται με τη μορφή πηγών. Ένα άλλο μέρος του υπόγειου νερού πηγαίνει βαθύτερα και εμπλουτίζει τους

υπόγειους υδροφορείς, οι οποίοι μπορούν να αποθηκεύσουν τεράστιες ποσότητες νερού για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ακόμα και το νερό αυτό όμως συνεχίζει να κινείται και με τη πάροδο του χρόνου μέρος του ξαναμπαίνει στους ωκεανούς όπου ο κύκλος του νερού «τελειώνει» και η διαδικασία επαναλαμβάνεται (Μαμάσης, 2009· Μπαλτάς, 2006· & Βίγκλας, 2007).



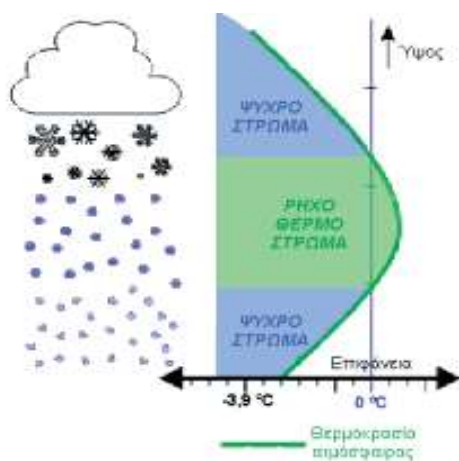
Εικόνα 11: Υδρολογικός κύκλος

3.4 Το φαινόμενο της βροχόπτωσης

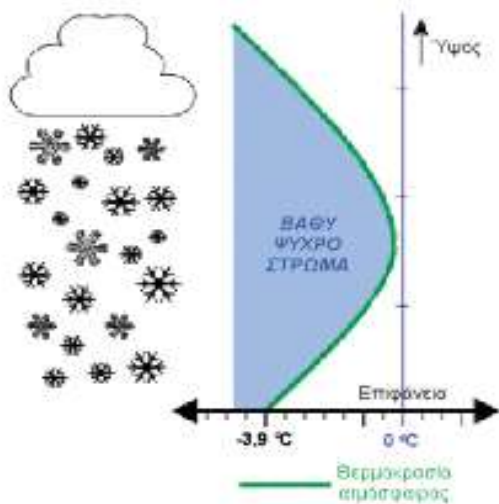
Το 70% του πλανήτη σκεπάζονται από νερό. Κάθε μέρα εκατομμύρια τόνοι νερού εξατμίζονται και ανέρχονται στην τροπόσφαιρα ως υδρατμοί, όπου εκεί σχηματίζονται σύννεφα, δημιουργούνται άνεμοι και βροχές. Το 84% αυτών των υδρατμών προέρχονται από τους Ωκεανούς και τις θάλασσες, ενώ το υπόλοιπο 16% από λίμνες, ποταμούς, ανοικτά υδραγωγεία, υγρά εδάφη, την βλάστηση καθώς και την εκπνοή των ανθρώπων και των ζώων.

Βροχή ή βροχόπτωση ή υδατόπτωση είναι μια υγρή κατακρήμιση που ανήκει στα υδατώδη μετεωρολογικά κατακρημνίσματα. Η βροχή εμπεριέχεται στην γενικότερη έννοια του νετού (ονομάζεται κάθε πτώση ή εναπόθεση στο έδαφος προϊόντων του ύδατος (σε υγρή ή στερεά μορφή, επιμερισμένη) τα οποία προέρχονται από συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας). Προκειμένου να συμβεί το φαινόμενο της βροχόπτωσης στη Γη, η συγκέντρωση των ατμοσφαιρικών υδρατμών πρέπει να είναι αρκετά υψηλή, ώστε να υγροποιηθούν και να σχηματίσουν σταγόνες υγρού νερού, για να πέσουν στην επιφάνεια της Γης. Για να προκληθεί η βροχή θα πρέπει είτε να ψυχθεί ο αέρας, δηλαδή να ελαττωθεί η ικανότητά του να συγκρατεί τους υδρατμούς σε αέρια μορφή, είτε να αυξηθεί η ατμοσφαιρική πίεση είτε τέλος, να αυξηθεί η συγκέντρωση της υγρασίας, ώστε αν υπερβεί την ικανότητα συγκράτησης της για τη συγκεκριμένη θερμοκρασία και πίεση (Μπαλτάς, 2006).

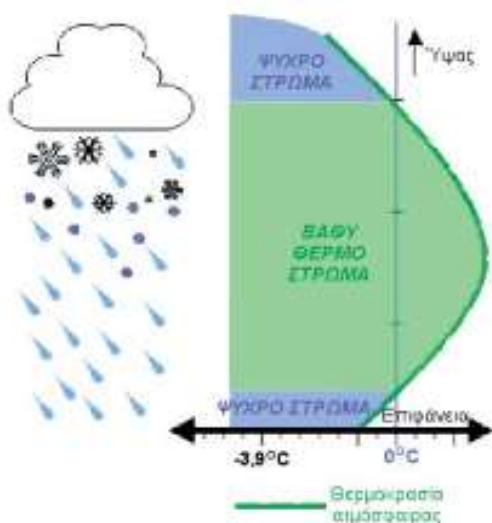
Όσο η υγροποίηση των υδρατμών προχωρεί μέσα σε ένα νέφος, τόσο δημιουργούνται μεγαλύτερα υδροσταγονίδια. Επίσης, στα μεγαλύτερα ύψη, όπου η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλότερη του μηδενός, τα υδροσταγονίδια γίνονται παγοκρύσταλλοι. Όταν δημιουργηθούν σταγόνες τόσο βαριές ώστε να έχουν ταχύτητα πτώσης μεγαλύτερη από την ανοδική ταχύτητα του ρεύματος, αυτά πέφτουν προς τη γη με τη μορφή βροχής. Οι σταγόνες που πέφτουν προς το έδαφος, περνούν μέσα από θερμότερα στρώματα αέρα και ένα μέρος τους εξατμίζεται. Με αυτό τον τρόπο μια βροχή στα ανώτερα στρώματα είναι πιθανό να μη φτάσει ποτέ στο έδαφος. Στην περίπτωση που οι υδρατμοί συμπυκνώνονται σε θερμοκρασία λίγο κάτω από το μηδέν, σχηματίζονται παγοκρύσταλλοι με τη μορφή χιονιού. Στα μέσα γεωγραφικά πλάτη που βρίσκεται η Ελλάδα, το χιόνι είναι συχνό στα μεγάλα ύψη, ενώ στη στάθμη της θάλασσας παρουσιάζεται σπάνια. Αυτό συμβαίνει γιατί κατά την αργή πτώση του μέσω θερμότερου αέρα, το χιόνι τήκεται και φτάνει στα χαμηλά ύψη υπό τη μορφή μικρών σταγόνων (χιονόνερο). Η πτώση βροχής από τα σύννεφα ονομάζεται βροχόπτωση και μετράται με ειδικό όργανο, το βροχόμετρο (Βίγκλας, 2007). Σημαντική επίσης είναι η ένταση της βροχόπτωσης η οποία μετράται με βάση τα χιλιοστά βροχής που πέφτουν ανά ώρα.



Η πράσινη γραμμή παριστάνει τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας σε συνάρτηση με το ύψος. Στην επιφάνεια η θερμοκρασία είναι $-3,9^{\circ}\text{C}$ και αυξάνεται με το ύψος πριν αρχίσει να μειώνεται. Ωστόσο, αφού η θερμοκρασία σε κάθε περίπτωση παραμένει κάτω από το 0°C , ο υετός που πέφτει θα παραμείνει με τη μορφή χιονιού.



Η επιφανειακή θερμοκρασία είναι υψηλότερη $-2,8^{\circ}\text{C}$. Καθώς αυξάνεται το ύψος, η θερμοκρασία αυξάνεται σε σημείο όπου κάποιο ατμοσφαιρικό στρώμα έχει θερμοκρασία πάνω από 0°C , πριν ξαναπέσει και πάλι κάτω από το σημείο πήξης. Καθώς πέφτει το χιόνι μέσα σε αυτό το στρώμα, όπου η θερμοκρασία είναι πάνω από το μηδέν, οι χιονονιφάδες λιώνουν μερικώς. Καθώς όμως ξαναπαίρνουν στο ψυχρό στρώμα που βρίσκεται χαμηλότερα, ξαναπαγώνουν και παίρνουν τη μορφή σβώλων πάγου που αναπηδούν στο έδαφος, σαν υιλό χαλάζι.



Όταν το θερμό στρώμα στην ατμόσφαιρα είναι αρκετά βαθύ με μόνο ένα ρηχό στρώμα με θερμοκρασία κάτω του μηδενός κοντά στην επιφάνεια δημιουργείται το χιονόνερο. Ο υετός μπορεί να ξεκινήσει σαν βροχή ή και σαν χιόνι, αλλά στο θερμό στρώμα γίνεται βροχή. Η βροχή μπορεί να ξαναπαίρνει σε ψυχρό στρώμα με θερμοκρασία κάτω του μηδενός, επειδή όμως το στρώμα αυτό είναι ρηχό, δεν προλαβαίνει να ξαναπαγώσει.

Εικόνα 12: Παραδείγματα χειμερινών συνθηκών υετού

3.5 Το κλίμα της Δυτικής Ελλάδας

Η Ελλάδα βρίσκεται μεταξύ του 34ου και 42ου παραλλήλου του Βόρειου ημισφαιρίου και βρέχεται από την Ανατολική Μεσόγειο. Το κλίμα της, χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό, δηλαδή ήπιους και υγρούς χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια. Στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας, παρουσιάζεται μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων, που οφείλεται κυρίως στην τοπογραφική διαμόρφωση της χώρας εξαιτίας του διαφορετικού υψομέτρου και της εναλλαγής ξηράς και θάλασσας.

Το κλίμα δεν είναι ίδιο σε όλες τις περιοχές της χώρας και αυτό γιατί εξαρτάται από το ανάγλυφο της κάθε περιοχής, δηλαδή από το πόσο επίπεδο και λείο είναι το έδαφος μιας περιοχής. Για το λόγο αυτό, ο τύπος κλίματος που θα μπορούσε να αποδοθεί στην περιοχή της δυτικής Ελλάδας (Επτάνησα, παράλια της Ηπείρου και περιοχές της Δυτικής Πελοποννήσου) είναι ο Θαλάσσιος Μεσογειακός τύπος. Το κλίμα αυτό είναι ιδιαίτερα ήπιο ακόμη και τη ψυχρή εποχή. Σ' αυτό συντελεί η συχνή άφιξη των θερμών και υγρών νοτιοδυτικών αέριων μαζών. Επίσης, οι περιοχές του κλιματικού αυτού τύπου, προστατεύονται από τους ψυχρούς και ξηρούς ανέμους λόγω της οροσειράς της Πίνδου, ενώ οι ακτές της περιοχής, παρουσιάζουν υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με άλλες περιοχές, καθώς κυριαρχούνται από τους θερμούς υγρούς ανέμους της Αφρικής (Κολιού, 2008).

3.6 Κλιματολογία

Οι διάφορες καιρικές συνθήκες σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή για μια μεγάλη χρονική περίοδο, χαρακτηρίζεται κλίμα. Η κλιματολογία, είναι η επιστήμη που μελετά το κλίμα, καθώς και τις χωρικές και χρονικές μεταβολές του. Πιο συγκεκριμένα, η κλιματολογία αναφέρεται στη μελέτη των συνθηκών της ατμόσφαιρας σε μεγάλο χρονικό διάστημα, όπως για παράδειγμα τι έχει συμβεί σε μερικούς μήνες ή μερικά χρόνια (Χατζηαναστασίου, 2011).

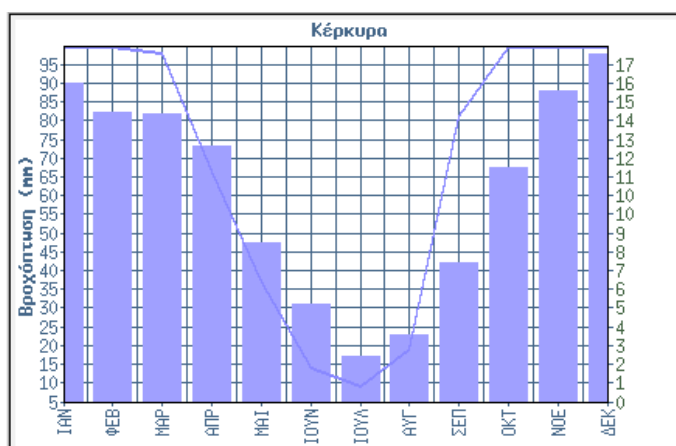
Χαρακτηριστικά αναφέρονται στην συνέχεια κάποια στατιστικά στοιχεία από το επίσημο αρχείο της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας.

3.6.1 Η κλιματολογία στη Κέρκυρα

Από τα αρχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) πραγματοποιήθηκε καταμέτρηση της μέσης τιμής της βροχόπτωσης για τα έτη 1955 έως 1997 στην περιοχή της Κέρκυρας. Από την καταμέτρηση αυτή προέκυψε η παρακάτω γραφική παράσταση που απεικονίζει τη μέση τιμή βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια μηνών, σε συνάρτηση με τις συνολικές μέρες βροχής του κάθε μήνα.

Παρατηρείται, ότι τον Ιανουάριο η μέση μηνιαία βροχόπτωση ανέρχεται σε πολύ υψηλά επίπεδα 99,9 mm, ενώ κατά μέσο όρο καταγράφηκαν δεκαέξι μέρες με βροχή. Ίδιες τιμές παρατηρούνται και κατά τη διάρκεια του Φεβρουαρίου, όπου η βροχόπτωση ανέρχεται στο 99,9 mm, ενώ οι συνολικές μέρες βροχής ήταν περίπου δεκατέσσερις (κατά μέσο όρο). Αντίθετα τους ανοιξιάτικους μήνες (Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος) παρατηρούμε μία απότομη πτώση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης, με την μικρότερη μέση τιμή βροχής τον Μάιο με 37 mm, με οχτώ συνολικά μέρες βροχής. Επίσης, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος) η μέση μηνιαία βροχόπτωση ανέρχεται περίπου στα 15 mm, ενώ οι συνολικές μέρες βροχής, ήταν περίπου τρεις ανά μήνα. Στη συνέχεια, τους φθινοπωρινούς μήνες (Οκτώβριο, Νοέμβριο, Δεκέμβριο) παρατηρούμε μία απότομη αύξηση της μέσης τιμής βροχόπτωσης όπου τον μήνα Νοέμβριο, ανέρχεται περίπου στο 99,9 mm, με δεκαπέντε συνολικά μέρες βροχής. Τέλος, τον μήνα Δεκέμβριο παρατηρούμε την υψηλότερη μέση τιμή βροχής (99,9 mm) με δεκαοχτώ συνολικά μέρες βροχής.

Μελετώντας το παρακάτω διάγραμμα, παρατηρούμε ότι η γραφική παράσταση της βροχόπτωσης στην περιοχή της Κέρκυρας για κάθε χρόνο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μια ημιτονοειδή μορφή, με τις υψηλότερες τιμές βροχής τους χειμερινούς μήνες και με τις χαμηλότερες τιμές βροχής τους καλοκαιρινούς μήνες. Συμπερασματικά θα πρέπει να τονίσουμε, ότι η μεγαλύτερη τιμή βροχής στην Κέρκυρα εμφανίζεται τον Δεκέμβριο, ενώ τον Ιούλιο η μέση τιμή βροχής είναι χαμηλή, με ελάχιστες ημέρες βροχής.



1^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	99.9	99.9	98.1	66.7	37.0	14.1
Συνολικές Μέρες Βροχής	16.1	14.6	14.5	12.9	8.0	4.9
2^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	9.2	19.0	81.3	99.9	99.9	99.9
Συνολικές Μέρες Βροχής	2.3	3.4	7.0	11.8	15.7	17.5

Εικόνα 13: Η βροχόπτωση στη Κέρκυρα

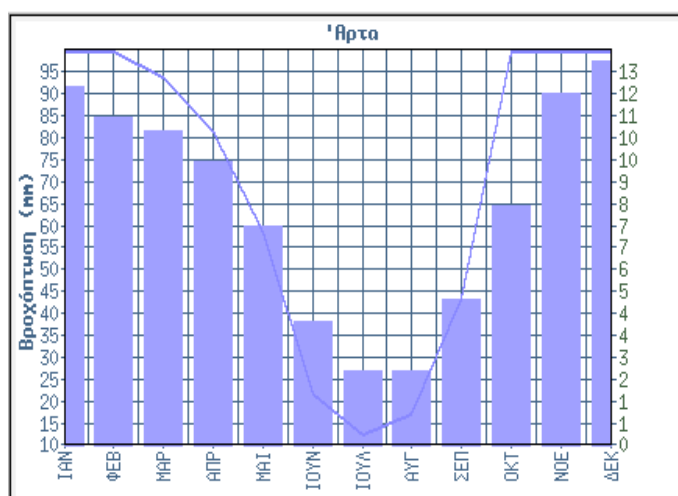
3.6.2 Η κλιματολογία στην Άρτα

Από τα αρχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) πραγματοποιήθηκε καταμέτρηση της μέσης τιμής της βροχόπτωσης για τα έτη 1976 έως 1997 στην περιοχή της Άρτας. Από την καταμέτρηση αυτή προέκυψε η παρακάτω γραφική παράσταση που απεικονίζει τη μέση τιμή της βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια μηνών, σε συνάρτηση με τις συνολικές μέρες βροχής του κάθε μήνα.

Παρατηρούμε, ότι τον Ιανουάριο η μέση τιμή βροχής βρίσκεται σε πολύ υψηλά επίπεδα (99,9 mm), ενώ η βροχή διήρκεσε δώδεκα μέρες τον μήνα. Παρόμοιες τιμές παρατηρούνται και κατά τη διάρκεια του Φεβρουαρίου, όπου η βροχόπτωση ανέρχεται στο 99,9 mm, ενώ οι συνολικές μέρες βροχής ήταν περίπου έντεκα. Τον Μάρτιο παρατηρείται επίσης υψηλή τιμή βροχόπτωσης (93 mm), με δέκα συνολικά μέρες βροχής. Κατά τον μήνα Απρίλιο υπάρχει μία μικρή πτώση της μέσης τιμής της βροχόπτωσης (81,5 mm), με δέκα περίπου συνολικές μέρες βροχής. Τον Μάιο και τον Ιούνιο παρατηρείται μια απότομη πτώση των τιμών της βροχόπτωσης, 58,5mm και

21.8mm, με έξι περίπου συνολικά μέρες βροχής. Στη συνέχεια, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, είναι οι μήνες με τις μικρότερες τιμές βροχόπτωσης και τις λιγότερες μέρες βροχής. Τέλος παρατηρούμε, ότι η αύξηση της μέσης τιμής της βροχόπτωσης εντοπίζεται τους μήνες Οκτώβριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο, με τιμή βροχής 99,9 mm.

Συμπερασματικά, παρατηρούμε ότι τους ανοιξιάτικους μήνες υπάρχει μία υψηλή τιμή βροχής, η οποία μειώνεται σημαντικά τους καλοκαιρινούς μήνες και αυξάνεται ξανά τους φθινοπωρινούς. Η μέση τιμή βροχής επανέρχεται σε υψηλά επίπεδα τους χειμωνιάτικους μήνες με τιμή 95 mm.



1 ^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	99.9	99.9	93.8	81.5	58.5	21.8
Συνολικές Μέρες Βροχής	12.1	11.1	10.6	9.6	7.4	4.2
2 ^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	12.6	17.2	43.5	99.9	99.9	99.9
Συνολικές Μέρες Βροχής	2.5	2.5	4.9	8.1	11.9	13.0

Εικόνα 14: Η βροχόπτωση στην Άρτα

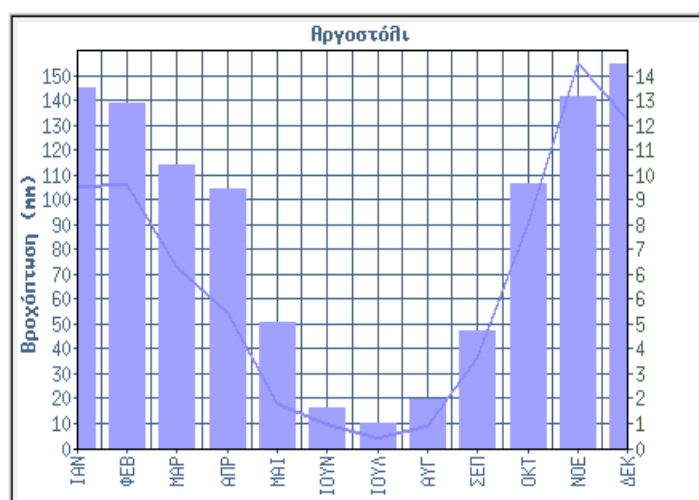
3.6.3 Η κλιματολογία στο Αργοστόλι

Από τα αρχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) πραγματοποιήθηκε καταμέτρηση της μέσης τιμής της βροχόπτωσης για τα έτη 1970 έως 1997 στο Αργοστόλι. Από την καταμέτρηση αυτή προέκυψε η παρακάτω γραφική παράσταση που απεικονίζει τη μέση τιμή της βροχής κατά τη διάρκεια μηνών, σε συνάρτηση με τις συνολικές μέρες βροχής του κάθε μήνα.

Αρχικά παρατηρούμε ότι τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο η μέση τιμή βροχής ανέρχεται σε πολύ υψηλές τιμές: 105,6mm και 106,8mm, με περίπου δεκατρείς συνολικά μέρες βροχής. Τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο παρατηρείται μία χαμηλότερη μέση τιμή της βροχόπτωσης (73.5 mm και 54.9 mm), με δέκα περίπου

συνολικά μέρες βροχής ανά μήνα .Αντίθετα τους μήνες Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο η μέση τιμή της βροχής κυμαίνεται από 4,6 mm έως 18.5 mm, με τη μεγαλύτερη διάρκεια ημερών βροχής τον Μάιο. Στη συνέχεια το Νοέμβριο, παρατηρείται μία απότομη αύξηση της μέσης τιμής της βροχής (155.4 mm), με δεκατρείς συνολικά μέρες βροχής.

Συμπερασματικά, παρατηρούμε ότι στο Αργοστόλι οι υψηλότερες τιμές βροχής εντοπίζονται τους χειμωνιάτικους μήνες (Δεκέμβριο, Ιανουάριο, Φεβρουάριο) καθώς και τους δύο μήνες του φθινοπώρου (Οκτώβριο και Νοέμβριο). Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η υψηλή τιμή βροχής εντοπίζεται και τους μήνες Μάρτιο – Απρίλιο, με δέκα περίπου συνολικά μέρες βροχής.



1^ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	105.6	106.8	73.5	54.9	18.5	9.7
Συνολικές Μέρες Βροχής	13.2	12.6	10.4	9.5	4.6	1.5
2^ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	4.6	9.4	37.2	91.4	155.4	132.8
Συνολικές Μέρες Βροχής	0.9	1.8	4.3	9.7	12.9	14.1

Εικόνα 15: Η βροχόπτωση στο Αργοστόλι

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Αλκιβιάδη, Μ., Μπαλή, Δ., & Τουρπάλη, Κ. (2011). *Φυσική της ατμόσφαιρας* [Πανεπιστημιακές σημειώσεις]. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Φυσικής, Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας. Ανακτήθηκε από: http://lap.physics.auth.gr/pms/upload/Atmospheric%20Physics_2011.pdf

Αμπελιώτης, Κ., & Μαγουλάς, Κ., (2008). *Κλιματικές αλλαγές & ατμόσφαιρα*. Ανακτήθηκε από: http://kee.ideke.edu.gr/epms/files/material_163.pdf

Βίγκλας, Π. (2007) . *Εισαγωγή στη μετεωρολογία. Μια εκπαιδευτική προσέγγιση. Μέρος Α': Βασικές έννοιες*. Ανακτήθηκε από: <https://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/4380/1274.pdf>

Βικιπαίδεια (2013). *Βροχή*. Ανακτήθηκε από: <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%AE>

Βικιπαίδεια (2014). *Ελλάδα*. Ανακτήθηκε από: <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1>

Βουδούρης, Κ.(2007). *Βασικές έννοιες υδρογεωλογίας- Ορολογία*. Ανακτήθηκε από: http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg887e/PDF/XYTA_1.pdf

Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (χ.χ). *Το κλίμα της Ελλάδας*. Ανακτήθηκε από: http://www.hnms.gr/hnms/greek/meteorology/full_story_html?&dr_url=%2Fdocs%2Fmisc%2FClimateOfGreece

Θέματα Υδρογεωλογίας Περιβάλλοντος (2007).Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας. Ανακτήθηκε από: <http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg887e/>

Κολιού, Α. (2008). *Σχέσεις θερμοκρασίας και βροχόπτωσης στη Δυτική Ελλάδα*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή θετικών επιστημών, Τμήμα γεωλογίας, Θεσσαλονίκη 2008.

Λαζαρίδου, Μ. (χ.χ). *Ατμόσφαιρα*. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας, Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος. [Πανεπιστημιακές Σημειώσεις]. Ανακτήθηκε από: <http://www.teidasoponias.gr/site/news/xtra/morfologia/atmosfera.pdf>

Λυκούδη, Ε. (2005). *Ατμόσφαιρα*. Ανακτήθηκε από: http://www.metal.ntua.gr/uploads/3108/2a_ATMOSFAIRA.pdf

Μακρογιάννης, Τ.Ι., & Σαχσαμανόγλου, Χ.Σ. (2006). *Μαθήματα Γενικής Μετεωρολογίας*. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Χάρης.

Μαμάσης, Ν. (2009). *Ο Υδρολογικός Κύκλος*. Ανακτήθηκε από: http://itia.ntua.gr/~nikos/emv/Hydro_Cycle.pdf

Μπαλτάς, Ε. (2006). *Εφαρμοσμένη Μετεωρολογία*. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Ζήτη.

Παυλόπουλος, Κ., Γαλάνη, Α. (χ.χ). *Γεωλογία - Γεωγραφία*. Ανακτήθηκε από:
http://www.pi.ac.cy/pi/files/yap/BIBLIA_ELLADAS/GYMNASIO/A_geografia.pdf

Χατζηαλέκου, Ρ. (2006). *Η ατμόσφαιρα της γης. Ατμοσφαιρική Πίεση. Πυκνότητα και υγρασία. Καταιγίδα*. Ανακτήθηκε από:
<http://www.aviamet.gr/cms.jsp?moduleId=022&extLang>

Χατζηαναστασίου, Ν. (2011). *Φυσική Κλιματολογία*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Φυσικής, Τομέας Αстроγεωφυσικής. Ιωάννινα 2011. Ανακτήθηκε από:
<http://www.physics.uoi.gr/seci/clim1.pdf>

4.1 Εισαγωγή

Για την χωρική κατανομή της βροχόπτωσης χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικά δεδομένα από τη δορυφορική πλατφόρμα TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission). Τα δεδομένα αυτά αποτελούν ουσιαστικά εκτιμήσεις βροχόπτωσης μέσω του αλγορίθμου που έχει αναπτυχθεί για το σκοπό αυτό (αλγόριθμος με κωδικό: 3B42 version 7) με χωρική ανάλυση 0.25 x 0.25 και τρίωρη χρονική ανάλυση. Τα δεδομένα αυτά δημιουργούνται από τη σχετική πληροφορία που συλλέγεται από τα δορυφορικά όργανα στις φασματικές περιοχές των μικροκυμάτων και του θερμικού υπέρυθρου και στη συνέχεια μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών συγκρίσεων, συσχετίσεων και βαθμονομήσεων με άλλα δεδομένα βροχόπτωσης, παρέχονται οι τελικές εκτιμήσεις (τελικές εκτιμήσεις) στην ανάλυση που προαναφέρθηκε (Huffman κ.α., 2007).

Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκαν πιο συγκεκριμένα μηνιαίες τιμές της συνολικής βροχόπτωσης (μετρούμενης σε mm) για τη χρονική περίοδο 1998-2010.

4.2 Γενική περιγραφή των μεθόδων παρεμβολής που θα χρησιμοποιηθούν στην εφαρμογή της εργασίας

Η εκτίμηση της βροχόπτωσης στην περιοχή ενδιαφέροντος πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τρεις μεθοδολογίες : την *Inverse Distance Weighting*, την *Radial Basis Functions* και την *Kriging/ CoKriging*, με παραμέτρους *type: Ordinary* και *Input Data: Data Field=mean2*. Το στατιστικό μέγεθος που ορίζει την απόδοση του αλγορίθμου και στις τρεις μεθοδολογίες είναι το Root Mean Square Error (RMSE). Το σφάλμα εκτίμησης προσδιορίζεται με τη μέθοδο Cross Validation, στην οποία κάθε μετρημένη τιμή συγκρίνεται με την αντίστοιχη εκτιμώμενη τιμή. Το RMS είναι ένα στατιστικό μέγεθος που ποσοτικοποιεί το θεωρητικό σφάλμα που παράγεται από τη διαδικασία παρεμβολής.

Η μέθοδος *Inverse Distance Weighting (IDW)* είναι μια μέθοδος χωρικής παρεμβολής η οποία υποθέτει ότι τα σημεία που βρίσκονται το ένα κοντά στο άλλο είναι περισσότερο όμοια σε σχέση με τα σημεία τα οποία είναι απομακρυσμένα μεταξύ τους. Προκειμένου να υπολογιστεί η τιμή σε μια άγνωστη περιοχή, η μέθοδος αυτή λαμβάνει υπόψη τις τιμές των σημείων που βρίσκονται περιμετρικά. Βασική φιλοσοφία της συγκεκριμένης μεθοδολογίας είναι ότι οι μετρούμενες τιμές (παρατηρήσεις) που βρίσκονται κοντά σε μία εκτιμώμενη περιοχή ασκούν μεγαλύτερη επιρροή από τις μετρούμενες τιμές οι οποίες βρίσκονται πιο μακριά. Κάθε τοπικό σημείο έχει μια τοπική επίδραση που μειώνεται με την απόσταση, δίνοντας μεγαλύτερο βάρος στα σημεία (μετρήσεις) που βρίσκονται κοντά σε ένα σημείο εκτίμησης και η βαρύτητα μειώνεται ως συνάρτηση της απόστασης. Γενικά, η μέθοδος IDW θεωρείται μία παλαιά τεχνική με ένα σημαντικό μειονέκτημα, ότι δεν εκτιμάει τιμές εκτός των ορίων του σημειακού δείγματος (Καραλή, 2009).

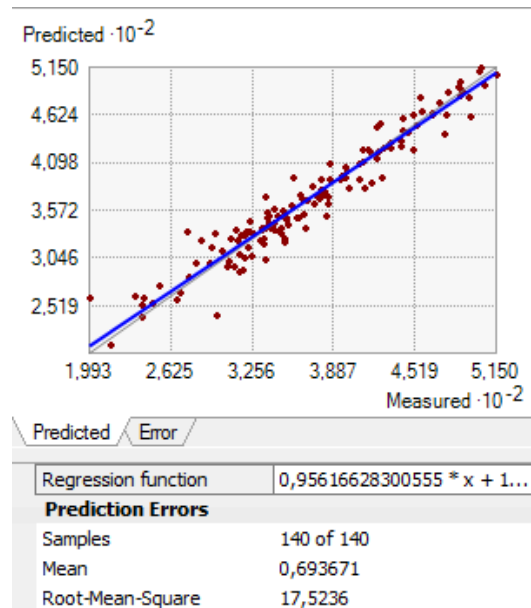
Η μεθοδολογία χωρικής παρεμβολής *Radial Basis Functions* (RBF) αποτελεί μία κατηγορία αλγορίθμων οι οποίες προσομοιώνουν με συγκεκριμένο τρόπο τα αρχικά δεδομένα (μετρούμενες τιμές). Λειτουργώντας σαν μία μεμβράνη που περνά γύρω από τα δεδομένα με τρόπο που περιορίζει την καμπυλότητα των επιφανειών. Η συγκεκριμένη προσέγγιση χωρικής εκτίμησης πληροφορίας έχει τη δυνατότητα να εκτιμά τιμές μεγαλύτερες από τις μέγιστες μετρούμενες και μικρότερες από τις ελάχιστες μετρούμενες. Υπάρχουν πέντε διαφορετικές παραλλαγές μέσα στο λογισμικό περιβάλλον του ARCGIS, όπου η καθεμία οδηγεί σε μια διαφορετική επιφάνεια παρεμβολής. Στην μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν οι παραλλαγές: Completely regularized , Spline multiquadric function και Inverse multiquadric function.

Τέλος, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος *Kriging*, η οποία είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος που εφαρμόζεται στα περισσότερα λογισμικά πακέτα GIS. Οι τεχνικές αυτές βασίζονται στην υπόθεση ότι η χωρική διακύμανση της μεταβλητής είναι τυχαία. Η μέθοδος αυτή έχει τη δυνατότητα να δίνει εκτιμήσεις για την ποιότητα των προβλέψεων, να εκτιμάει εκ των προτέρων τις βέλτιστες τιμές για διάφορες παραμέτρους που χρησιμοποιούν οι μέθοδοι, παρέχουν τη δυνατότητα επιλογής του αριθμού των σημείων των αναγκαίων για την εφαρμογή των μεθόδων πλησιέστερου γείτονα ενώ τέλος έχουν τη δυνατότητα γνωστοποίησης των λαθών. Η μέθοδος αυτή πλαισιώνεται από μαθηματικές συναρτήσεις οι οποίες είναι : Exponential , Gaussian και Constant (Πέππα, 2008).

4.3 Εποχική Ανάλυση

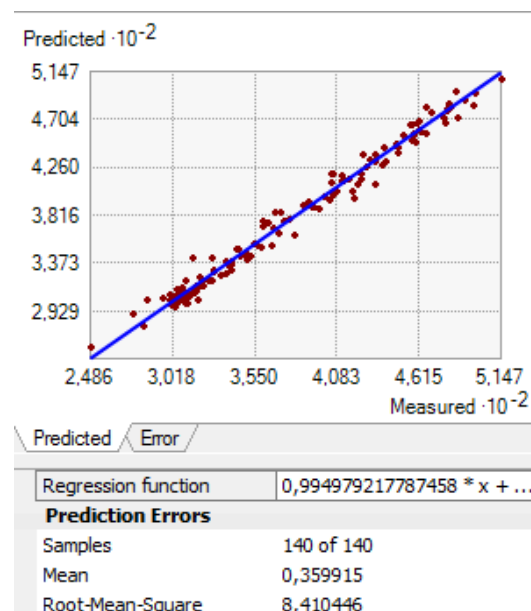
Αναφορικά με τη μέθοδο χωρικής παρεμβολής *Inverse Distance Weighting* (IDW), χρησιμοποιήθηκαν πολυώνυμα 2^{ov} , 3^{ov} , και 4^{ov} βαθμού (ανατέθηκαν οι τιμές: 2, 3, 4 στην παράμετρο *power*) και προέκυψαν οι μετρήσεις που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1: «Αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας *Inverse Weighting*» (Παράρτημα Α). Το στατιστικό μέγεθος που ορίζει την απόδοση του αλγόριθμου είναι το Root Mean Square Error (RMSE). Το ίδιο συνέβη και με τον αλγόριθμο *Radial Basis Functions* (RBF), όπου αλλάζοντας την *Kernel Function* προέκυψαν οι μετρήσεις που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2: «Αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας *Radial Basis Functions*» (Παράρτημα Α). Το στατιστικό μέγεθος που ορίζει την απόδοση του αλγόριθμου είναι το RMSE (Root Mean Square Error). Η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε και με την μέθοδο *Kriging/ CoKriging*, όπου αλλάζοντας τις παραμέτρους: *Transformation type*, *order of trend removal* και *Kernel Function* καταγράφηκαν οι μετρήσεις που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3: «Αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας *Kriging/ CoKriging*» (Παράρτημα Α).

Από όλο τους συνδυασμούς και παραμετροποιήσεις, το μικρότερο RMS σφάλμα για την εποχή του χειμώνα προέκυψε από τον αλγόριθμο *Radial Basis Functions* (RBF), με τιμή παραμέτρου *Kernel Function*: *Multiquadric* και με RMS τιμή : 17.52, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα απεικόνισης:



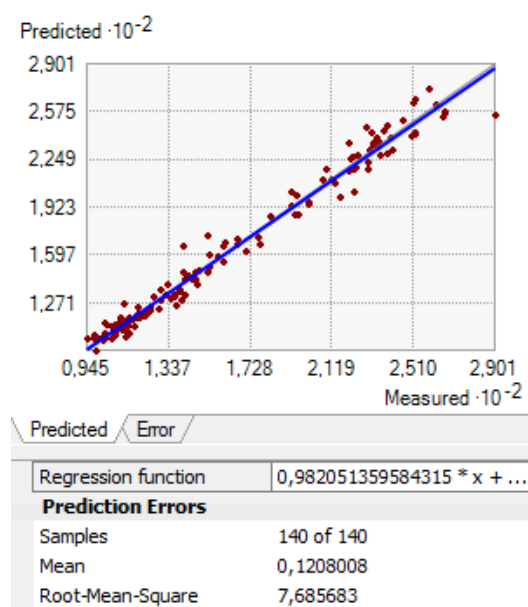
Εικόνα 16: Η βέλτιστη τιμή για τον χειμώνα

Ομοίως και για την εποχή του φθινοπώρου, όπου το μικρότερο RMS σφάλμα παρουσιάστηκε από τον αλγόριθμο Radial Basis Functions (RBF), με τιμή παραμέτρου Kernel Function: Multiquadric και με RMS τιμή: 8.41, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα απεικόνισης:



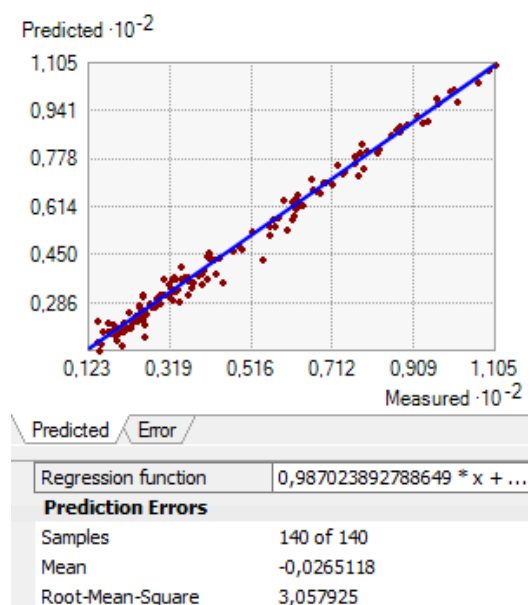
Εικόνα 17: Η βέλτιστη τιμή για το Φθινόπωρο

Αναφορικά με την άνοιξη, το μικρότερο RMS σφάλμα, προέκυψε από τον αλγόριθμο Radial Basis Functions (RBF), με τιμή παραμέτρου Kernel Function: Multiquadric και με RMS τιμή: 7.68, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα απεικόνισης:



Εικόνα 18: Η βέλτιστη τιμή για την άνοιξη

Τέλος, το μικρότερο RMS σφάλμα για την εποχή του καλοκαιριού παρουσιάστηκε από τον αλγόριθμο Radial Basis Functions (RBF), με τιμή παραμέτρου Kernel Function: Multiquadric και με RMS τιμή : 3.05, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα απεικόνισης:

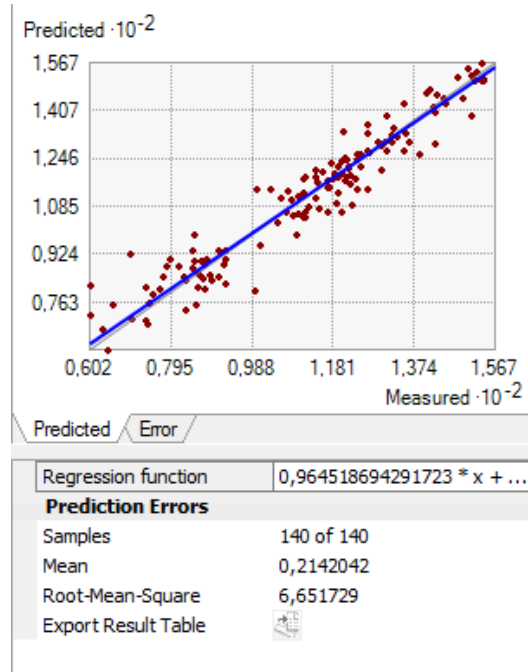


Εικόνα 19: Η βέλτιστη τιμή για το καλοκαίρι

4.4 Μηνιαία Ανάλυση

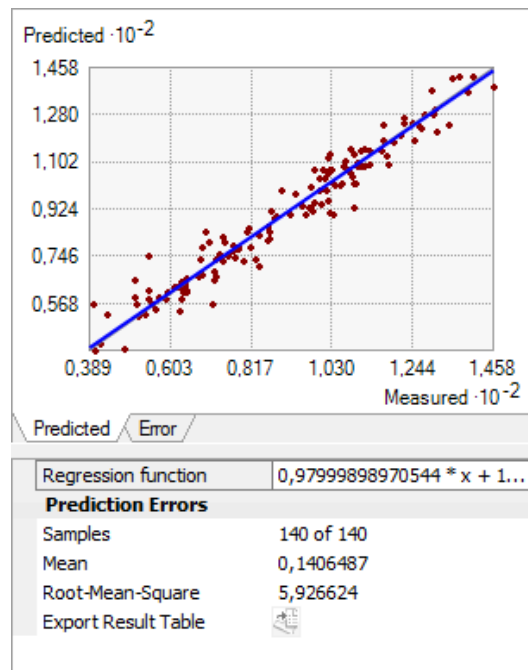
Αναφορικά με τη μέθοδο χωρικής παρεμβολής *Inverse Distance Weighting* (IDW), ανατέθηκαν οι τιμές: 2, 3, 4 στην παράμετρο *power* και προέκυψαν οι μετρήσεις που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4: «Μηνιαία αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας *Inverse Weighting*» (Παράρτημα Β). Το στατιστικό μέγεθος που ορίζει την απόδοση του αλγόριθμου είναι το Root Mean Square Error (RMSE). Το ίδιο συνέβη και με τον αλγόριθμο *Radial Basis Functions* (RBF), όπου αλλάζοντας την *Kernel Function* προέκυψαν οι μετρήσεις που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5: «Μηνιαία αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας *Radial Basis Functions*» (Παράρτημα Β). Το στατιστικό μέγεθος που ορίζει την απόδοση του αλγόριθμου είναι το RMSE (Root Mean Square Error). Η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε και με την μέθοδο *Kriging/ CoKriging*, όπου αλλάζοντας τις παραμέτρους: Transformation type, order of trend removal και *Kernel Function* καταγράφηκαν οι μετρήσεις που απεικονίζονται στον Πίνακα 6: «Μηνιαία αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας *Kriging/ CoKriging*» (Παράρτημα Β).

Από όλο τους συνδυασμούς και παραμετροποιήσεις που πραγματοποιήθηκαν, καταγράφηκαν για όλους τους μήνες του χρόνου, οι καλύτεροι μέθοδοι με τη μικρότερη RMS τιμή καθώς και οι σχετικές γραφικές απεικονίσεις. Αναφορικά με τον μήνα Ιανουάριο διαπιστώθηκε ότι το μικρότερο RMS σφάλμα καταγράφηκε με τη χρήση της μεθοδολογίας *Radial Basis Function* και συγκεκριμένα με παραμέτρους: *Kernel Function: Multiquadric* με RMS τιμή: 6,65.



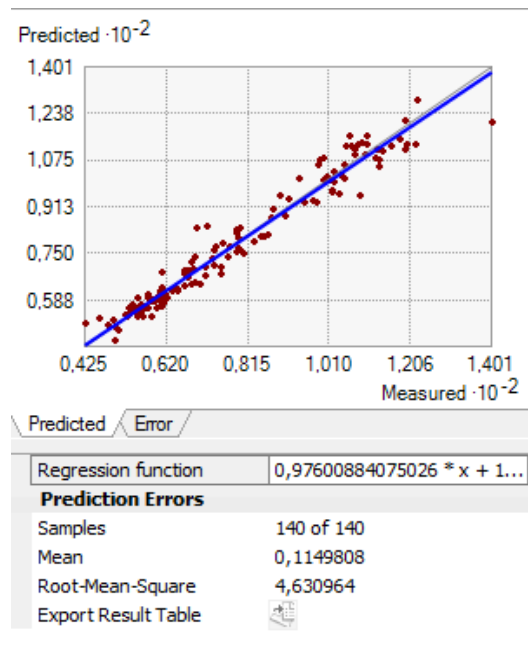
Εικόνα 20: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Ιανουάριο

Για τον μήνα Φεβρουάριο, το μικρότερο RMS σφάλμα καταγράφηκε με τη χρήση της μεθοδολογίας Radial Basis Function και συγκεκριμένα με παραμέτρους: Kernel Function: Multiquadric και με RMS τιμή: 5,92.



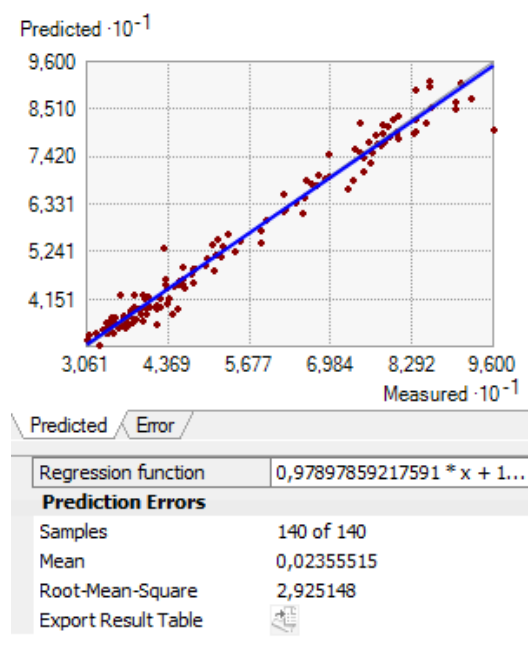
Εικόνα 21: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Φεβρουάριο

Για τον Μάρτιο, η καλύτερη μεθοδολογία είναι η Radial Basis Function με παραμέτρους: Kernel Function: Multiquadric με RMS τιμή: 4,63.



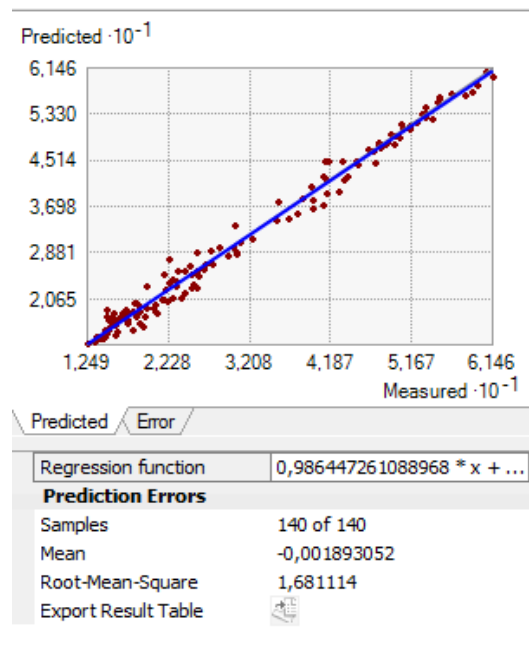
Εικόνα 22: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Μάρτιο

Αναφορικά για τον Απρίλιο η καλύτερη μεθοδολογία βρέθηκε η Radial Basis Function με παραμέτρους: Kernel Function: Multiquadric και με RMS τιμή: 2,92.



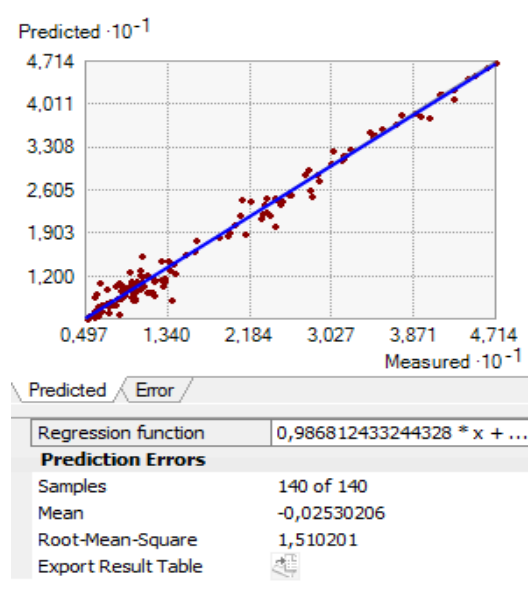
Εικόνα 23: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Απρίλιο

Για τον μήνα Μάιο διαπιστώθηκε ότι η καλύτερη μέθοδος είναι η Radial Basis Function με παραμέτρους: Kernel Function: Multiquadric, με RMS τιμή: 1,68.

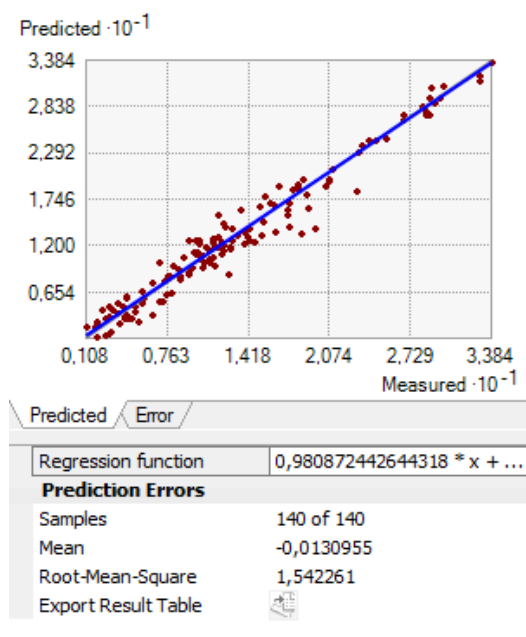


Εικόνα 24: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Μάιο

Ενώ για τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο, αποδείχθηκε ότι η καλύτερη μέθοδος είναι η Radial Basis Function με παραμέτρους: Kernel Function: Multiquadric και RMS τιμές 1,51 και 1,54 αντίστοιχα.

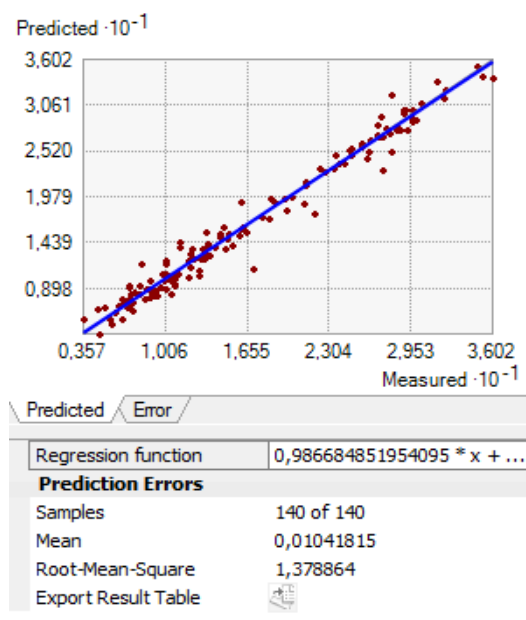


Εικόνα 25: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Ιούνιο



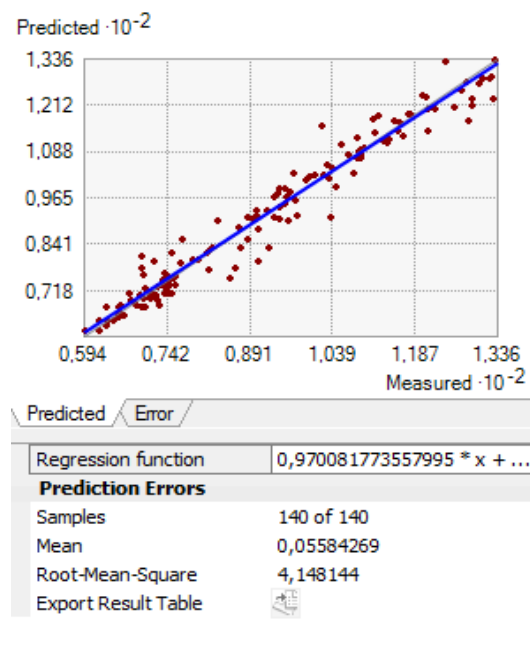
Εικόνα 26: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Ιούλιο

Τον Αύγουστο, διαπιστώθηκε ότι η καλύτερη μεθοδολογία είναι η Radial Basis Function με παραμέτρους: Kernel Function: Multiquadric, με RMS τιμή: 1,37.



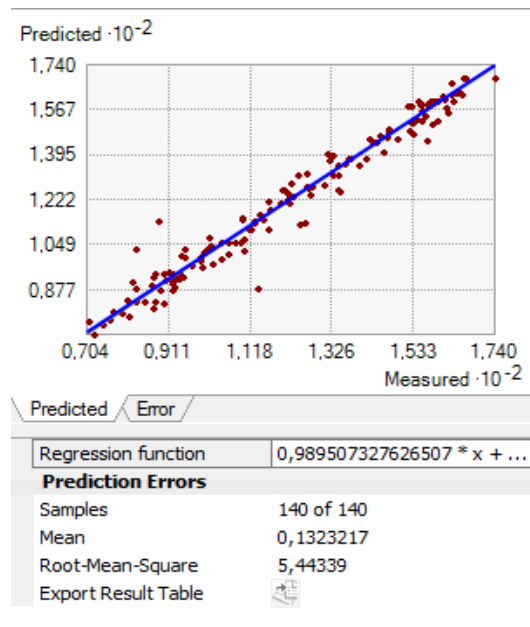
Εικόνα 27: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Αύγουστο

Επίσης, τον Σεπτέμβριο διαπιστώθηκε ότι η καλύτερη μέθοδος είναι η Radial Basis Function με παραμέτρους: Multiquadric και RMS τιμή: 4,14.



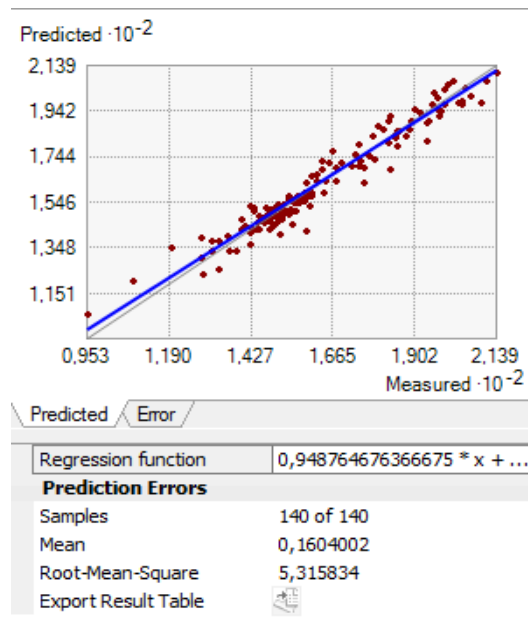
Εικόνα 28: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Σεπτέμβριο

Ομοίως για τον μήνα Οκτώβριο διαπιστώθηκε ότι η καλύτερη μέθοδος με τη μικρότερη RMS τιμή (5,44) είναι η Radial Basis Function με παράμετρο: Multiquadric.



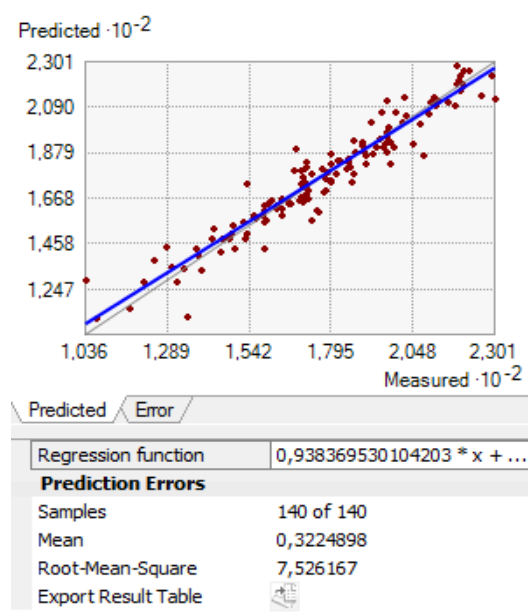
Εικόνα 29: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Οκτώβριο

Αναφορικά με τον μήνα Νοέμβριο, η καλύτερη μεθοδολογία με το μικρότερο σφάλμα είναι η Radial Basis Function με παράμετρο: Multiquadric και RMS τιμή: 5,31.



Εικόνα 30: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Νοέμβριο

Ομοίως και για τον μήνα Δεκέμβριο, όπου η καλύτερη μεθοδολογία διαπιστώθηκε ότι είναι η Radial Basis Function με παράμετρο : Multiquadric και RMS τιμή: 7,52.



Εικόνα 31: Η βέλτιστη τιμή για τον μήνα Δεκέμβριο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Καραλή, Ο. (2009). *Οπτικοποίηση Ψηφιακού Μοντέλου Φυσικής Επιφάνειας Θεωρία & Πράξη*. [Μεταπτυχιακή Εργασία]. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών ΔΠΜΣ Γεωπληροφορικής. Αθήνα, 2009.
Ανακτήθηκε από :

http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2961/3/karalio_visualization.pdf

Πέππα, Μ. (2008). *Εφαρμογή γεωστατιστικών μεθόδων στην εκτίμηση μέσης ταχύτητας ροής σε τραπεζοειδή διατομή*. Ανακτήθηκε από :

http://postgra.hydro.ntua.gr/docs/thesis/text/peppa_maria_balasia_full.pdf

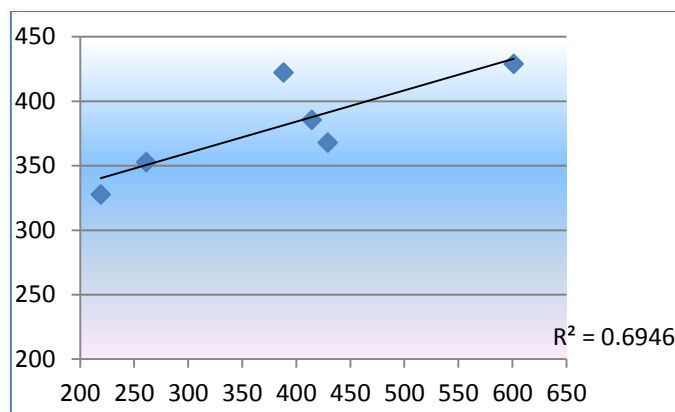
Huffman, G.J., R.F. Adler, D.T. Bolvin, G. Gu, E.J. Nelkin, K.P. Bowman, Y. Hong, E.F. Stocker, D.B. Wolff, 2007. *The TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis: Quasi-Global, Multi-Year, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scale*. J. Hydrometeor., 8(1), 38-55.

Στο κεφάλαιο αυτό θα πραγματοποιηθεί μία αξιολόγηση των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν για την καταμέτρηση της βροχόπτωσης στην περιοχή ενδιαφέροντος. Πιο συγκεκριμένα, θα γίνει μία σύγκριση των επίγειων μετρήσεων σε σχέση με τις εκτιμώμενες μετρήσεις με την βοήθεια διαγραμμάτων διασποράς και των πινάκων που απεικονίζονται στο Παράρτημα Γ. Στην αρχή της ενότητας γίνεται μια σύγκριση των μετρήσεων ανά εποχή και έπειτα ανά μήνα.

5.1 Σύγκριση των επίγειων μετρήσεων με τις εκτιμήσεις

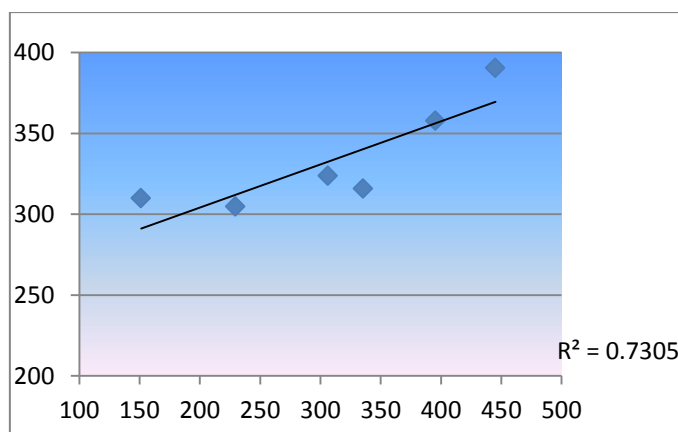
Τα παρακάτω διαγράμματα διασποράς απεικονίζουν την απόκλιση μεταξύ των επίγειων μετρήσεων (οριζόντιος άξονας) και των εκτιμήσεων (κάθετος άξονας). Η ευθεία γραμμή που απεικονίζεται, ονομάζεται γραμμή τάσης. Η γραμμή τάσης δείχνει τον τρόπο και τον βαθμό συσχέτισης μεταξύ των δύο διαφορετικών ειδών δεδομένων. Η γραμμή τάσης είναι πιο ακριβής, όταν η τιμή R-τετράγωνο (ένας αριθμός από 0 έως 1, που δείχνει πόσο κοντά στα πραγματικά δεδομένα (επίγειες μετρήσεις) είναι οι εκτιμώμενες τιμές (εκτιμήσεις αλγορίθμου χωρικής παρεμβολής) είναι 1 ή περίπου 1.

Αρχικά, το χειμώνα διαπιστώνεται ότι στο Αγρίνιο υπάρχει απόκλιση 61,5 ανάμεσα στις δύο τιμές, ενώ στο Άκτιο η τιμή της εκτίμησης είναι υψηλότερη κατά 33,66. Το ίδιο διαπιστώνεται και στην περιοχή της Ανδραβίδας, όπου η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 91,49. Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση ήταν κατά 172,21 υψηλότερη από την εκτίμηση, ενώ στη Ζάκυνθο η τιμή της εκτίμησης ήταν κατά 108,44 mm υψηλότερη από την επίγεια εκτίμηση. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι υπάρχει μια σταθερή αύξηση των τιμών της βροχόπτωσης, ενώ η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,6 που δείχνει ότι η γραμμή τάσης δεν είναι τόσο ακριβής.



Διάγραμμα 2: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για το χειμώνα (χρονική περίοδος: 1998-2012)

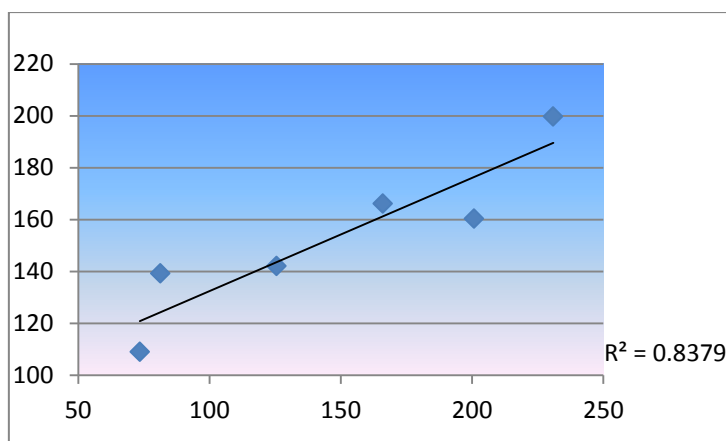
Το φθινόπωρο διαπιστώνεται ότι στο Αγρίνιο υπάρχει απόκλιση 19,58mm ανάμεσα στις δύο τιμές, ενώ στο Άκτιο η τιμή της εκτίμησης είναι χαμηλότερη κατά 37,86 mm. Στην περιοχή της Ανδραβίδας, η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 75,13 mm από την τιμή της εκτίμησης. Επίσης, στο Αργοστόλι η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη από την εκτίμηση κατά 17,47 mm. Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση ήταν κατά 54,63mm υψηλότερη από την εκτίμηση, ενώ στη Ζάκυνθο η τιμή της εκτίμησης ήταν κατά 158,55 mm υψηλότερη από την επίγεια εκτίμηση. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι υπάρχει μια αύξηση των τιμών της βροχόπτωσης, ενώ η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,7 που δείχνει ότι η γραμμική τάσης δεν είναι τόσο ακριβής.



Διάγραμμα 3: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για το φθινόπωρο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

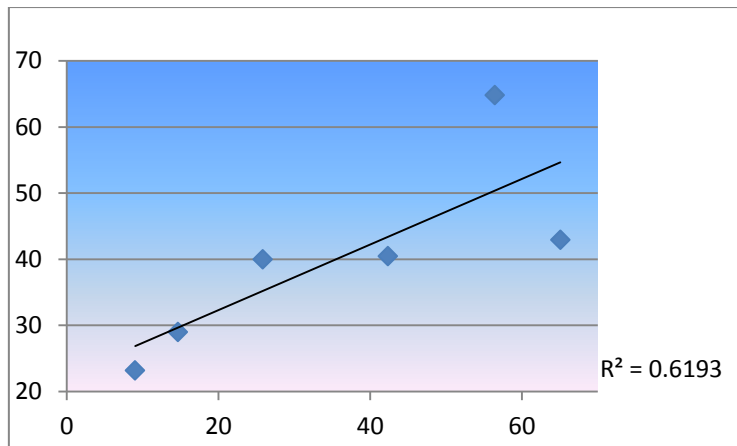
Την άνοιξη στο Αγρίνιο διαπιστώνεται ότι οι επίγειες μετρήσεις είναι σχεδόν ίδιες αφού έχουν απόκλιση 0,11. Στο Άκτιο η τιμή της επίγειας μέτρησης είναι υψηλότερη κατά 40,45mm. Αντίθετα, στην περιοχή της Ανδραβίδας διαπιστώνετε, ότι η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη από την τιμή της εκτίμησης κατά 57,95 mm. Επίσης, στο Αργοστόλι η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη από την εκτίμηση κατά 16,44mm.

Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση ήταν κατά 31,25 υψηλότερη από την τιμή της εκτίμησης, ενώ στη Ζάκυνθο η τιμή της εκτίμησης ήταν κατά 35,56 mm υψηλότερη από την επίγεια εκτίμηση. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι υπάρχει μια αύξηση των τιμών της βροχόπτωσης, όπου η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,8 που δείχνει ότι η γραμμική τάση πλησιάζει την τιμή ένα για να θεωρείτε ακριβής.



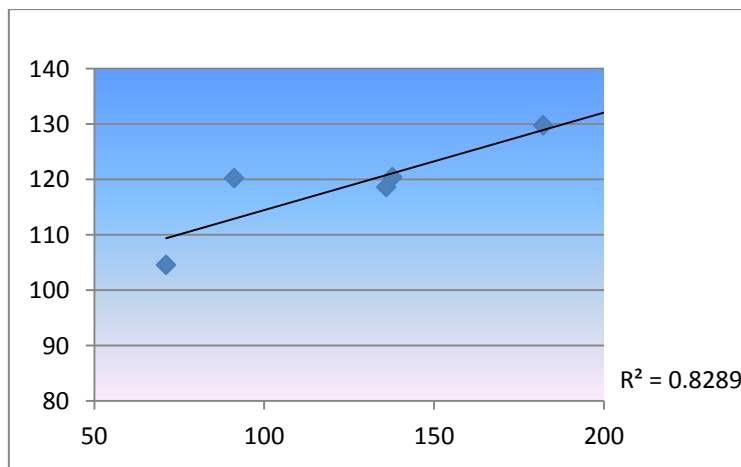
Διάγραμμα 4: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για την άνοιξη (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Το καλοκαίρι στο Αγρίνιο διαπιστώνεται ότι οι επίγειες μετρήσεις είναι υψηλότερες από τις εκτιμήσεις κατά 22,15. Το ίδιο παρουσιάζετε και στο Άκτιο όπου η επίγεια μέτρηση είναι λίγο υψηλότερη από την εκτίμηση, κατά 1,90. Αντίθετα, στην περιοχή της Ανδραβίδας διαπιστώνετε, ότι η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη από την τιμή της εκτίμησης κατά 14,31. Επίσης, στο Αργοστόλι η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη από την εκτίμηση κατά 14,12 mm. Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση ήταν κατά 8,3 χαμηλότερη από την τιμή της εκτίμησης, ενώ στη Ζάκυνθο η τιμή της εκτίμησης ήταν κατά 14,2 mm υψηλότερη από την επίγεια μέτρηση. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι υπάρχει μία απόκλιση των τιμών σε σχέση με τη γραμμική μέσο όρου. Αυτό δείχνει, ότι όσο πιο μακριά βρίσκονται τα σημεία των μετρήσεων από τη γραμμική τάση, τόσο μεγαλύτερη απόκλιση υπάρχει από το θεωρητικό μέσο όρο που εμφανίζει η γραμμική γραμμική τάση. Και αυτό φαίνεται και από την τιμή της R τετράγωνο που είναι 0,6 και δείχνει ότι η γραμμική τάση δεν είναι ακριβής.



Διάγραμμα 5: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για το καλοκαίρι (χρονική περίοδος: 1998-2012)

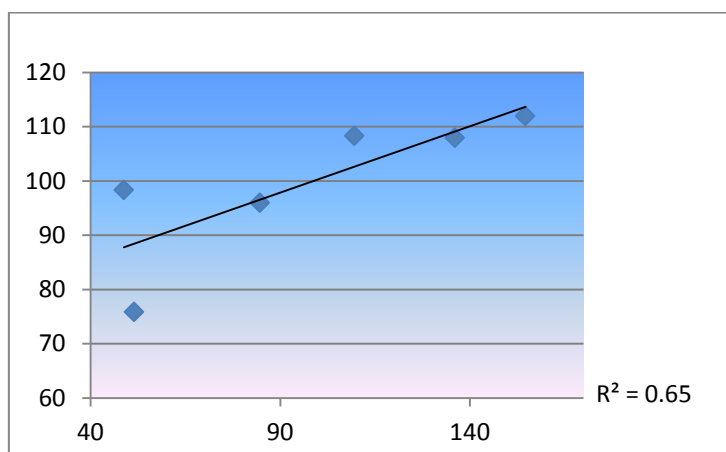
Αναφορικά με τον μήνα Ιανουάριο, διαπιστώθηκε ότι στο Αγρίνιο η επίγεια μέτρηση είναι μεγαλύτερη κατά 17,43 σε σχέση με την εκτίμηση, ενώ στο Άκτιο η τιμή της εκτίμησης είναι χαμηλότερη κατά 52,41. Στην περιοχή της Ανδραβίδας, η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 28,94 από την τιμή της εκτίμησης. Επίσης, στο Αργοστόλι η επίγεια μέτρηση είναι υψηλότερη από την εκτίμηση κατά 17,32 mm. Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση ήταν χαμηλότερη από την εκτίμηση κατά 71,71, ενώ στη Ζάκυνθο η τιμή της εκτίμησης ήταν κατά 33,39 mm υψηλότερη από την επίγεια εκτίμηση. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι μερικά από τα σημεία τείνουν να πλησιάζουν τη γραμμή μέσου όρου, ενώ η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,8 που δείχνει ότι η γραμμική τάση πλησιάζει να είναι ακριβής.



Διάγραμμα 6: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Ιανουάριο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

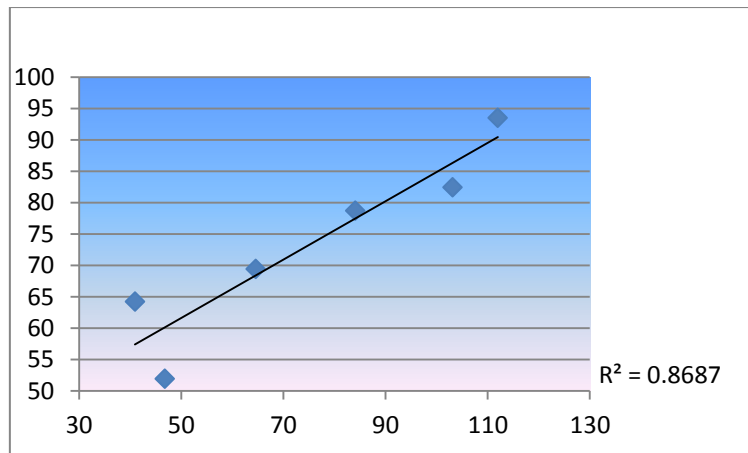
Τον Φεβρουάριο, διαπιστώθηκε ότι στο Αγρίνιο η επίγεια μέτρηση είναι περίπου ίση με την εκτίμηση, αφού η διαφορά τους βρίσκεται περίπου στη μία μονάδα. Στο

Άκτιο η τιμή της επίγειας μέτρησης είναι υψηλότερη κατά 28,15. Αντίθετα, στην περιοχή της Ανδραβίδας, η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 49,54 από την τιμή της εκτίμησης . Επίσης, στο Αργοστόλι η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη από την εκτίμηση κατά 4,8 mm. Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση ήταν υψηλότερη από την εκτίμηση κατά 42,72, ενώ στη Ζάκυνθο η τιμή της εκτίμησης ήταν κατά 24,31 mm υψηλότερη από την επίγεια εκτίμηση. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι μερικά από τα σημεία τείνουν να πλησιάζουν τη γραμμή μέσου όρου , ενώ η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,6 που δείχνει ότι η γραμμική τάσης δεν είναι τόσο ακριβής.



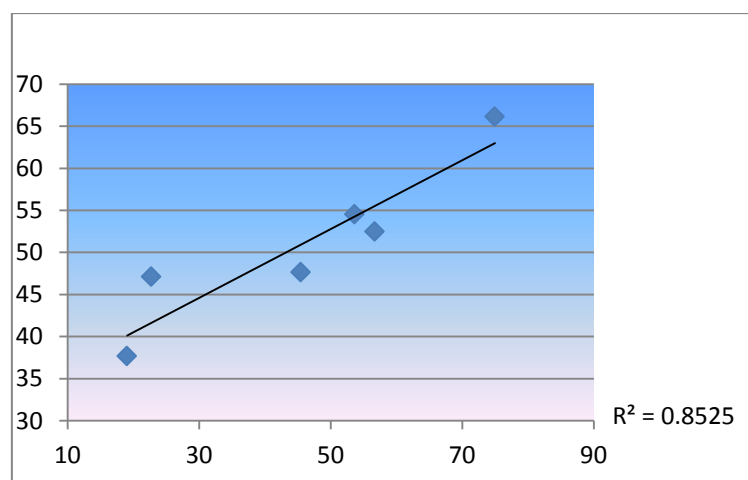
Διάγραμμα 7: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Φεβρουάριο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Τον Μάρτιο, διαπιστώθηκε ότι στο Αγρίνιο η επίγεια μέτρηση είναι μεγαλύτερη κατά 5,31 σε σχέση με την εκτίμηση, ενώ στο Άκτιο η τιμή της εκτίμησης είναι χαμηλότερη κατά 20,7 mm. Στην περιοχή της Ανδραβίδας, η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 23,31 από την τιμή της εκτίμησης . Επίσης, στο Αργοστόλι παρατηρείτε μία μικρή διαφορά μεταξύ των δύο τιμών κατά 4,8 mm. Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση ήταν υψηλότερη από την εκτίμηση κατά 18,49, ενώ στη Ζάκυνθο η τιμή της εκτίμησης ήταν κατά 5,15 mm υψηλότερη από την επίγεια εκτίμηση. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι σχεδόν όλα τα σημεία τείνουν να πλησιάζουν τη γραμμή μέσου όρου , ενώ η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,8 που δείχνει ότι η γραμμική τάσης πλησιάζει να είναι ακριβής.



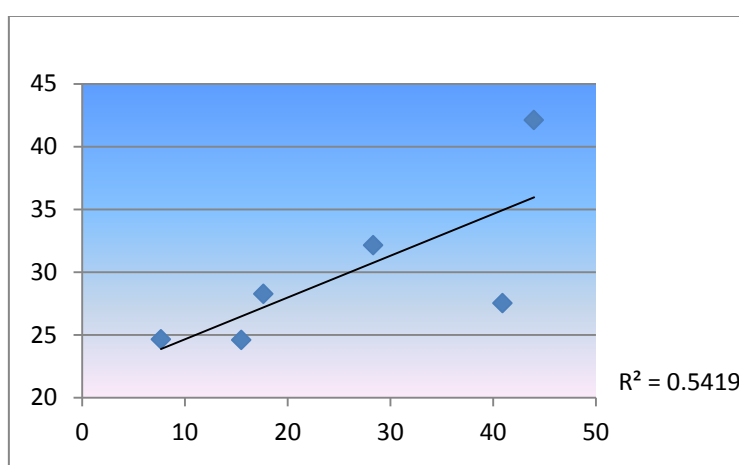
Διάγραμμα 8 : Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Μάρτιο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Επίσης, τον Απρίλιο διαπιστώθηκε ότι στο Αγρίνιο η επίγεια μέτρηση είναι περίπου ίση με την εκτίμηση, αφού διαφέρουν κατά 0,8 mm. Στο Άκτιο η τιμή της εκτίμησης είναι χαμηλότερη κατά 4,22 mm από την επίγεια μέτρηση. Μεγάλη διαφορά παρατηρήθηκε στην περιοχή της Ανδραβίδας, όπου η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 24,37mm από την τιμή της εκτίμησης . Αντίθετα, στο Αργοστόλι διαπιστώθηκε ότι οι τιμές της επίγειας μέτρησης και της εκτίμησης έχουν μικρή διαφορά της τάξεως των 2 μονάδων. Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση ήταν υψηλότερη από την εκτίμηση κατά 8,85, ενώ στη Ζάκυνθο η τιμή της εκτίμησης ήταν κατά 18,66 mm υψηλότερη από την επίγεια εκτίμηση. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι σχεδόν όλα τα σημεία τείνουν να πλησιάζουν τη γραμμή μέσου όρου , ενώ η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,85 που δείχνει ότι η γραμμική τάσης πλησιάζει να είναι ακριβής.



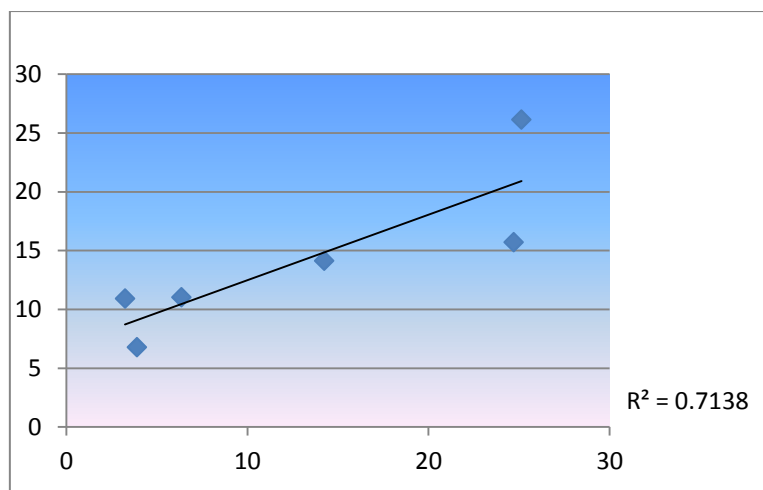
Διάγραμμα 9: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Απρίλιο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Τον Μάιο, διαπιστώθηκε ότι στο Αγρίνιο η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη από την εκτίμηση κατά 3,79 mm, ενώ στο Άκτιο η επίγεια μέτρηση είναι υψηλότερη από την εκτίμηση κατά 13,39 mm. Στην περιοχή της Ανδραβίδας, η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 10,62 mm από την τιμή της εκτίμησης. Αντίθετα, στο Αργοστόλι διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 9 mm από την εκτίμηση. Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση είχε την ίδια περίπου τιμή με την εκτίμηση με διαφορά δύο μονάδων. Τέλος, στη Ζάκυνθο παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των δύο μετρήσεων, αφού η επίγεια μέτρηση ήταν μικρότερη κατά 16,96 mm από την εκτίμηση. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι τα τέσσερα από τα έξι σημεία τείνουν να πλησιάζουν τη γραμμή μέσου όρου, ενώ η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,5 που δείχνει ότι η γραμμή τάσης δεν έχει σχεδόν καθόλου ακρίβεια.



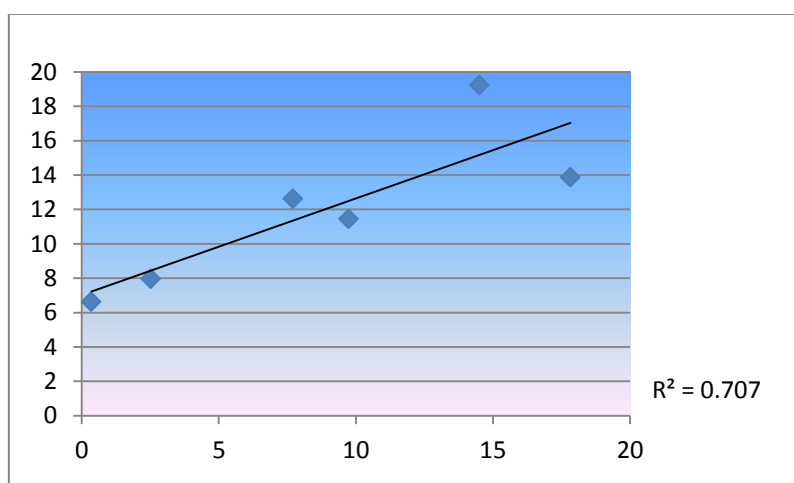
Διάγραμμα 10: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Μάιο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Τον Ιούνιο, διαπιστώθηκε ότι στο Αγρίνιο η επίγεια μέτρηση είναι μεγαλύτερη από την εκτίμηση κατά 9 mm, ενώ στο Άκτιο η επίγεια μέτρηση ήταν ίδια με την εκτίμηση. Στην περιοχή της Ανδραβίδας, η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 7 mm από την τιμή της εκτίμησης. Το ίδιο παρατηρήθηκε και στο Αργοστόλι, όπου η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 5 mm από την εκτίμηση. Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση είχε την ίδια περίπου τιμή με την εκτίμηση με διαφορά μίας μονάδας. Τέλος, στη Ζάκυνθο παρατηρήθηκε ότι είχε την χαμηλότερη τιμή επίγειας μέτρησης (3,9) σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές, ενώ η εκτίμησή της ήταν 6,78. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι όλα τα σημεία τείνουν να πλησιάζουν τη γραμμή μέσου όρου, ενώ η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,7 που δείχνει ότι η γραμμή τάσης πλησιάζει την ακρίβεια.



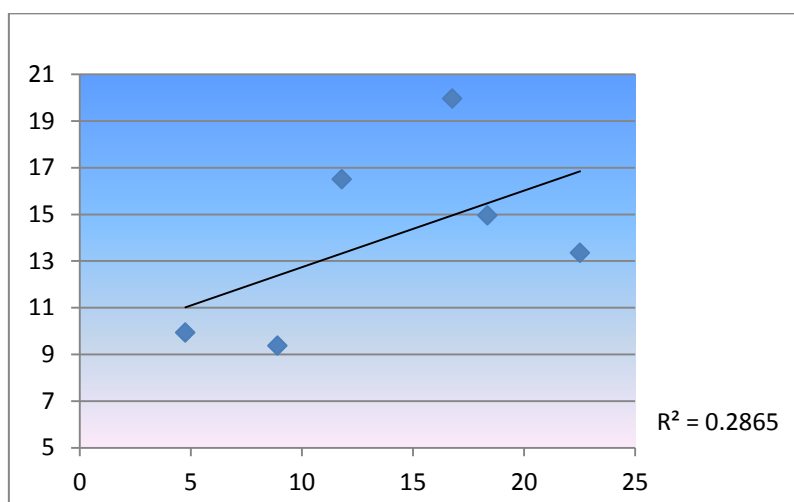
Διάγραμμα 11: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Ιούνιο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Τον Ιούλιο, διαπιστώθηκε ότι στο Αγρίνιο η επίγεια μέτρηση είναι μεγαλύτερη κατά 4 mm σε σχέση με την εκτίμηση, ενώ στο Άκτιο η τιμή της εκτίμησης είναι υψηλότερη κατά δύο περίπου mm. Στην περιοχή της Ανδραβίδας, η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 6mm από την τιμή της εκτίμησης. Επίσης, στο Αργοστόλι παρατηρείται μία διαφορά μεταξύ των δύο τιμών κατά 5mm. Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση ήταν χαμηλότερη από την εκτίμηση κατά 5mm, ενώ στη Ζάκυνθο η τιμή της επίγειας μέτρησης ήταν σχεδόν ανύπαρκτη, αφού η τιμή της ήταν 0,34mm σε σχέση με την εκτίμηση που ήταν 6,62mm. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι σχεδόν όλα τα σημεία τείνουν να πλησιάζουν τη γραμμή μέσου όρου, ενώ η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,7 που δείχνει ότι η γραμμή τάσης πλησιάζει να είναι ακριβής.



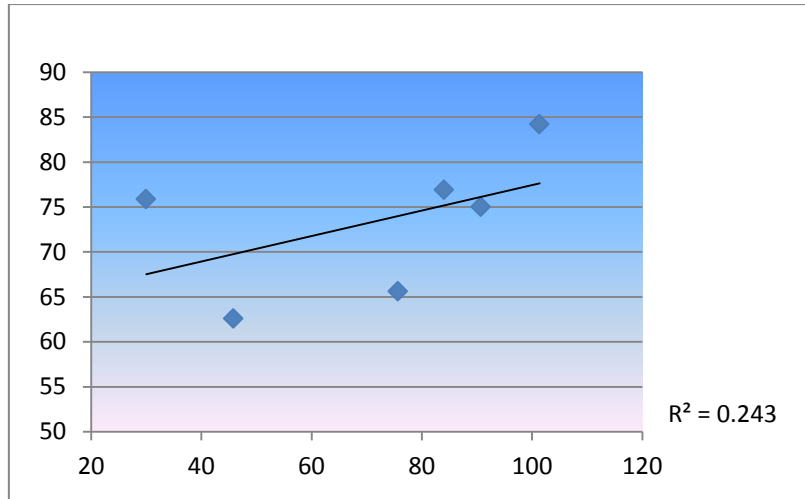
Διάγραμμα 12: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Ιούλιο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Τον Αύγουστο, διαπιστώθηκε ότι στο Αγρίνιο η επίγεια μέτρηση είναι μεγαλύτερη κατά 9mm σε σχέση με την εκτίμηση, ενώ στο Άκτιο είναι υψηλότερη κατά 3mm . Στην περιοχή της Ανδραβίδας, η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 1mm από την τιμή της εκτίμησης . Επίσης, στο Αργοστόλι παρατηρείτε μία διαφορά μεταξύ των δύο τιμών κατά 4mm. Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση ήταν χαμηλότερη από την εκτίμηση κατά 4mm, ενώ στη Ζάκυνθο η τιμή της επίγειας μέτρησης ήταν 5mm μικρότερη από την εκτίμηση. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι σχεδόν όλα τα σημεία δεν πλησιάζουν τη γραμμή τάσης και αυτό φαίνεται και από την τιμή της R τετράγωνο που είναι 0,2 και δείχνει ότι η γραμμική τάση δεν είναι καθόλου ακριβής.



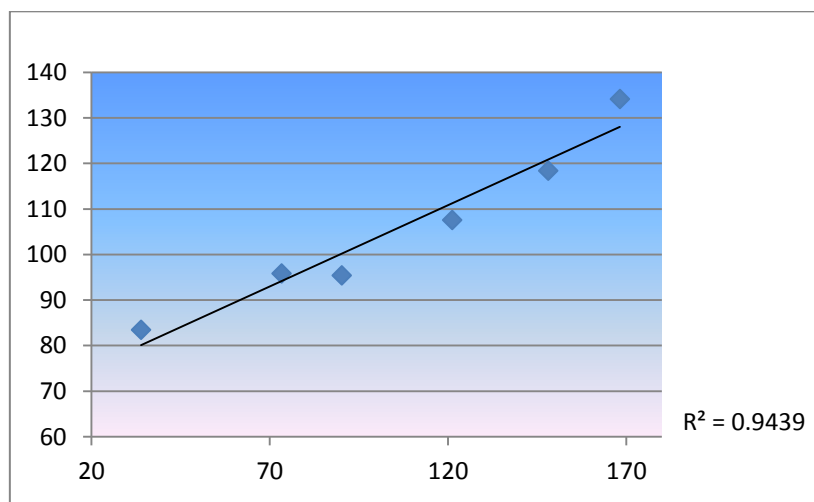
Διάγραμμα 13: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Αύγουστο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Επίσης, τον Σεπτέμβριο διαπιστώθηκε ότι στο Αγρίνιο η επίγεια μέτρηση είναι μεγαλύτερη από την τιμή της εκτίμησης κατά 2mm, ενώ στο Άκτιο η τιμή της εκτίμησης είναι χαμηλότερη κατά 8mm. Μεγάλη διαφορά παρατηρήθηκε στην περιοχή της Ανδραβίδας, όπου η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 17mm από την τιμή της εκτίμησης . Παρόμοιες τιμές εντοπίστηκαν και στο Αργοστόλι όπου η επίγεια μέτρηση είναι μεγαλύτερη κατά 15mm. Αναφορικά με την Άρτα, διαπιστώθηκε ότι η επίγεια μέτρηση ήταν υψηλότερη από την εκτίμηση κατά 17 mm. Μεγάλη διαφορά στις τιμές παρουσίασε η Ζάκυνθος με επίγεια μέτρηση 29,97mm και εκτίμηση ίση με 75,86mm. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι όλα τα σημεία, εκτός από δύο, δεν πλησιάζουν τη γραμμή μέσου όρου , ενώ η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,2 που δείχνει ότι η γραμμική τάσης δεν είναι ακριβής.



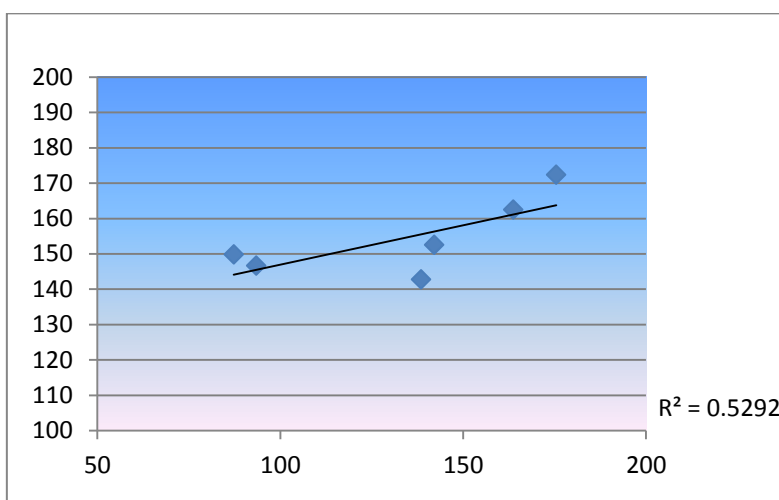
Διάγραμμα 14: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Σεπτέμβριο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Τον Οκτώβριο παρουσιάζεται η μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με τους προηγούμενους μήνες, αφού η τιμή της R τετράγωνο είναι 9,4. Οι διαφορές στις επίγειες μετρήσεις και στις εκτιμήσεις είναι αρκετά μικρές και γι αυτό το λόγο ο μήνας αυτός μπορεί να θεωρηθεί ο πιο ακριβής. Πιο αναλυτικά, στο Αγρίνιο και στο Άκτιο οι επίγειες μετρήσεις είναι μεγαλύτερες κατά 15mm περίπου σε σχέση με τις εκτιμήσεις. Αντίθετα, στην Ανδραβίδα και στο Αργοστόλι, οι επίγειες μετρήσεις είναι μικρότερες κατά 5mm και 20mm αντίστοιχα. Στην Άρτα, η εκτίμηση είναι μικρότερη σε σχέση με την επίγεια μέτρηση κατά 34mm, σε αντίθεση με τη Ζάκυνθο, όπου η επίγεια μέτρηση είναι πολύ χαμηλή.



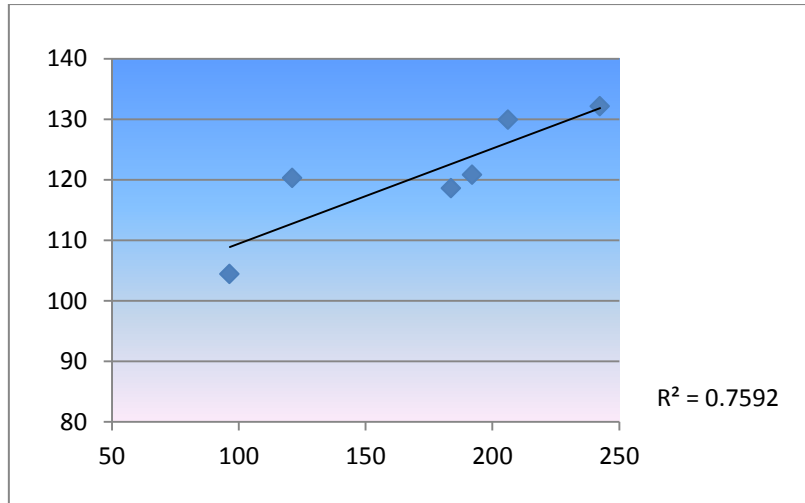
Διάγραμμα 15: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Οκτώβριο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

Επίσης, τον Νοέμβριο διαπιστώθηκε ότι στο Αγρίνιο ότι η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη από την τιμή της εκτίμησης κατά 4mm, ενώ στο Άκτιο η τιμή της εκτίμησης είναι περίπου ίδια με την τιμή της εκτίμησης. Μεγάλη διαφορά παρατηρήθηκε στην περιοχή της Ανδραβίδας, όπου η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη κατά 53mm από την τιμή της εκτίμησης . Αντίθετα, στην Άρτα οι επίγεια μέτρηση είναι περίπου ίδια με την τιμή της εκτίμησης. Μεγάλη διαφορά στις τιμές παρουσιάζει η Ζάκυνθος, όπου η επίγεια μέτρηση είναι μικρότερη από την τιμή της εκτίμησης κατά 62mm. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι όλα τα σημεία, εκτός από δύο, πλησιάζουν τη γραμμή μέσου όρου , ενώ η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,5 που δείχνει ότι η γραμμή του μέσου όρου δεν είναι ακριβής.



Διάγραμμα 16: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Νοέμβριο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

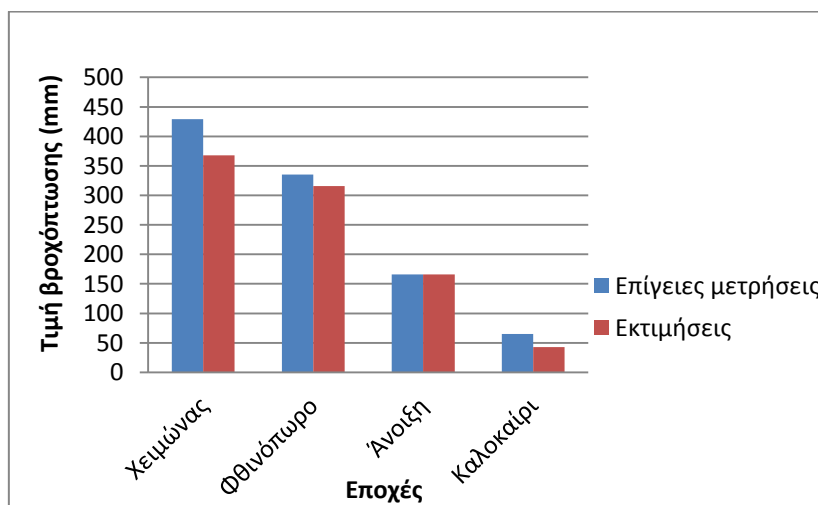
Τέλος, τον Δεκέμβριο διαπιστώθηκε στο Αγρίνιο ότι η επίγεια μέτρηση είναι υψηλότερη από την τιμή της εκτίμησης κατά 65 mm, ενώ στο Άκτιο η τιμή της εκτίμησης είναι μικρότερη κατά 77 mm σε σχέση με την επίγεια εκτίμηση. Στην περιοχή της Ανδραβίδας, δεν παρουσιάζεται ιδιαίτερη απόκλιση μεταξύ των τιμών, ενώ στην Άρτα η επίγεια μέτρηση είναι υψηλότερη κατά 110 mm. Στο Αργοστόλι η επίγεια μέτρηση είναι μεγαλύτερη από την τιμή της εκτίμησης κατά 70 mm, ενώ στη Ζάκυνθο είναι μικρότερη κατά 8mm. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι τα σημεία, πλησιάζουν τη γραμμή μέσου όρου , ενώ η τιμή της R τετράγωνο είναι 0,7 που δείχνει ότι η γραμμή του μέσου όρου χαρακτηρίζεται από κάποια σχετική ακρίβεια.



Διάγραμμα 17: Μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης για τον Δεκέμβριο (χρονική περίοδος: 1998-2012)

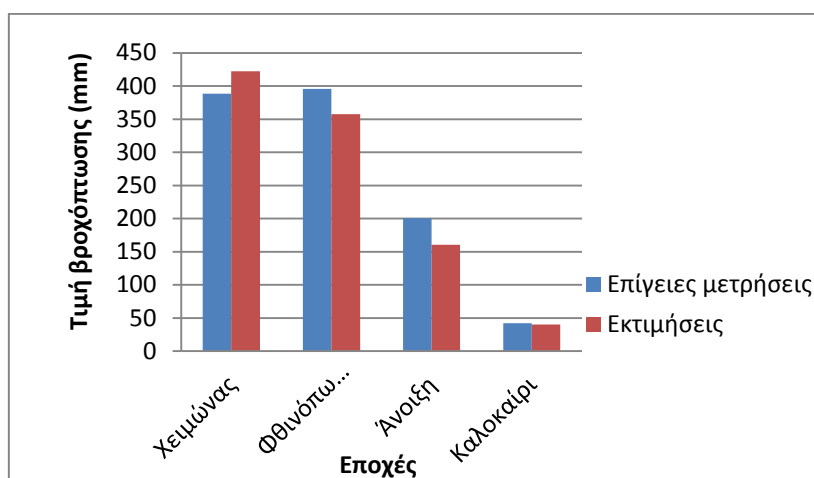
5.2 Εποχικές απεικονίσεις στην Δυτική Ελλάδα

Τα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζουν τις εποχικές τιμές της βροχόπτωσης στις περιοχές: Αγρίνιο, Άκτιο, Ανδραβίδα, Αργοστόλι, Άρτα και Ζάκυνθο. Πιο αναλυτικά ο κάθετος άξονας αντιπροσωπεύει την τιμή της βροχόπτωσης σε mm ενώ ο οριζόντιος άξονας αναπαριστά τις τέσσερις εποχές. Η γραφική απεικόνιση με μπλε χρώμα αναπαριστά την επίγεια τιμή βροχόπτωσης για κάθε εποχή, ενώ η κόκκινη απεικόνιση αναπαριστά τις εκτιμώμενες τιμές βροχόπτωσης. Πιο αναλυτικά, διαπιστώθηκε ότι στο Αγρίνιο η μεγαλύτερη τιμή βροχόπτωσης βρίσκεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ την άνοιξη υπάρχει μία ισοτιμία στις επίγειες μετρήσεις με τις εκτιμήσεις.



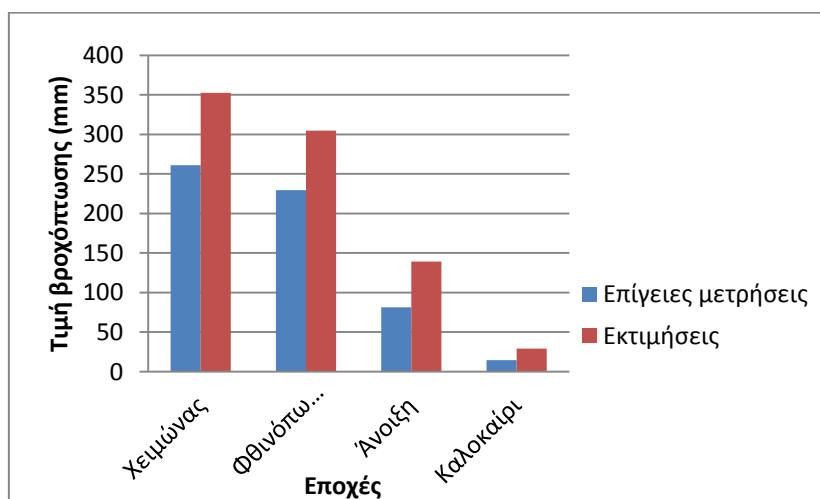
Διάγραμμα 18: Εποχική απεικόνιση βροχόπτωσης για το Αγρίνιο

Αναφορικά με το Άκτιο, η μεγαλύτερη τιμή βροχόπτωσης εμφανίζεται το φθινόπωρο και ακολουθεί ο χειμώνας με ελάχιστη διαφορά στην τιμή.



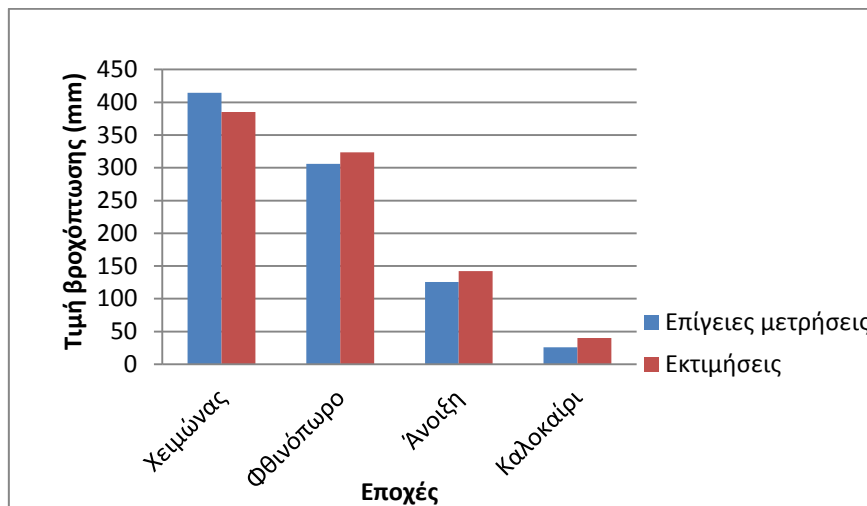
Διάγραμμα 19: Εποχική απεικόνιση βροχόπτωσης για το Άκτιο

Σχετικά με την περιοχή της Ανδραβίδας παρατηρείται μία μεγάλη διαφορά στις τιμές μεταξύ των επίγειων μετρήσεων και των εκτιμήσεων. Η μεγαλύτερη τιμή βροχόπτωσης παρατηρείται τον χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι δεν υπάρχουν υψηλές τιμές βροχόπτωσης.



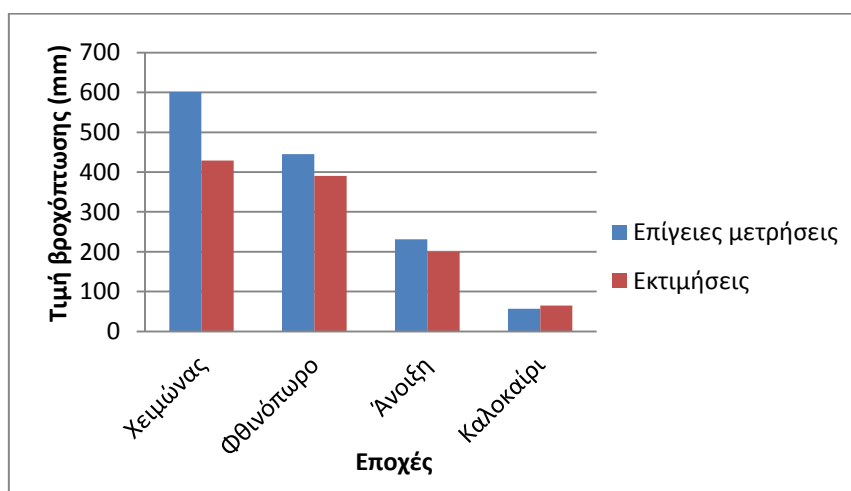
Διάγραμμα 20: Εποχική απεικόνιση βροχόπτωσης για την Ανδραβίδα

Αναφορικά με το Αργοστόλι, η μεγαλύτερη τιμή βροχόπτωσης βρέθηκε το χειμώνα και έπειτα ακολουθεί το φθινόπωρο με ελάχιστη διαφορά μεταξύ της επίγειας μέτρησης και της εκτίμησης.



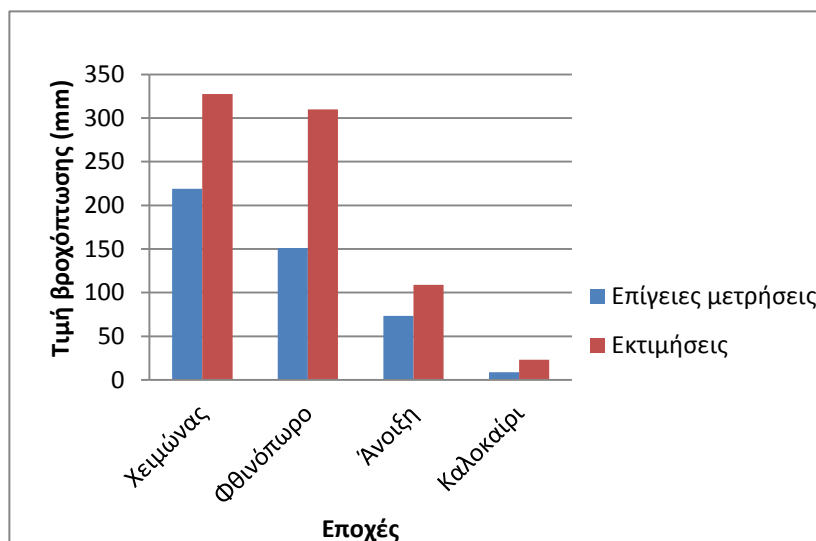
Διάγραμμα 21:Εποχική απεικόνιση βροχόπτωσης για το Αργοστόλι

Σχετικά με την περιοχή της Άρτας, το χειμώνα παρατηρείται η μεγαλύτερη τιμή βροχόπτωσης (600mm) και ακολουθεί το φθινόπωρο με τιμή περίπου 400mm. Την άνοιξη η τιμή της βροχόπτωσης είναι πολύ χαμηλή, ενώ το καλοκαίρι η τιμή της βροχόπτωσης δεν ξεπερνά τα 100mm.



Διάγραμμα 22:Εποχική απεικόνιση βροχόπτωσης για την Άρτα

Τέλος, στη Ζάκυνθο παρατηρείται ότι οι τιμές της βροχόπτωσης δεν είναι υψηλές με την μέγιστη τιμή βροχής να εντοπίζεται το χειμώνα. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η τιμή της βροχόπτωσης είναι ελάχιστη το οποίο δείχνει ότι δεν υπάρχουν σχεδόν καθόλου βροχοπτώσεις.



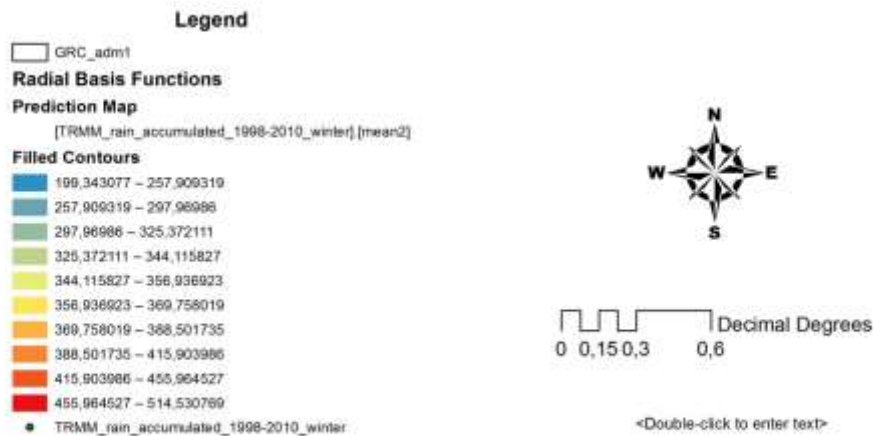
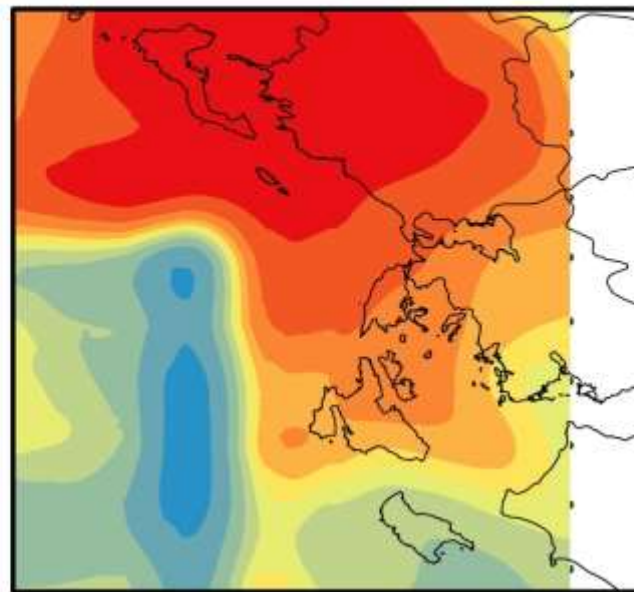
Διάγραμμα 23:Εποχική απεικόνιση βροχόπτωσης για τη Ζάκυνθο

5.3 Ενδεικτικά παραδείγματα κατανομής της βροχόπτωσης

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται κάποια ενδεικτικά παραδείγματα της οπτικοποίησης της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης για τα εποχικά δεδομένα με βάση την βέλτιστη μεθοδολογία, όπως αυτή κρίθηκε με βάση το RMS σφάλμα. Στους παρακάτω χάρτες απεικονίζονται οι τιμές βροχόπτωσης με την χρήση χρωματικής ανάλυσης. Οι περιοχές με το κόκκινο χρώμα, αντιστοιχούν στις περιοχές με τις υψηλότερες τιμές βροχόπτωσης, ενώ με το κίτρινο χρώμα αντιστοιχούν οι περιοχές με την μέτρια τιμή βροχόπτωσης. Αντίθετα, με γαλάζιο και μπλε χρώμα απεικονίζονται οι περιοχές με τις μικρότερες και ελάχιστες τιμές βροχόπτωσης αντίστοιχα.

Αναφορικά για την εποχή του χειμώνα όπως προέκυψε από την παραμετροποίηση η καλύτερη μεθοδολογία με την μικρότερη RMS τιμή ήταν η RBF μεθοδολογία, με τιμή παραμέτρου Multiquadric. Η οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης για τον χειμώνα παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.

WINTER

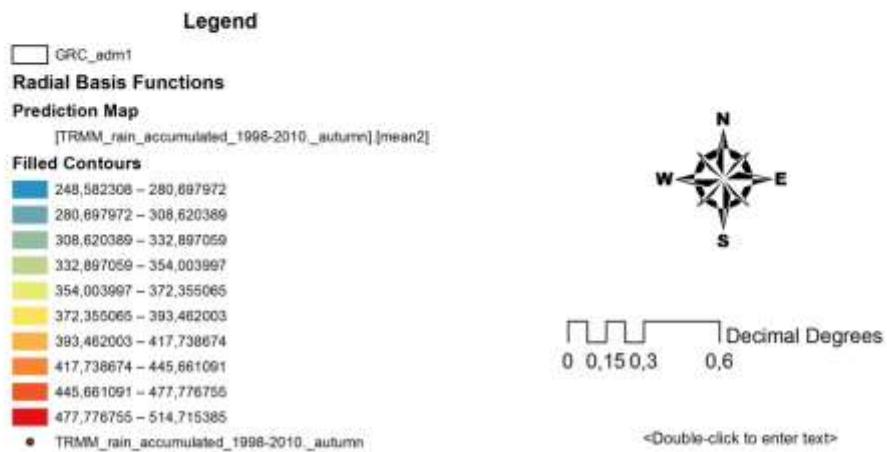
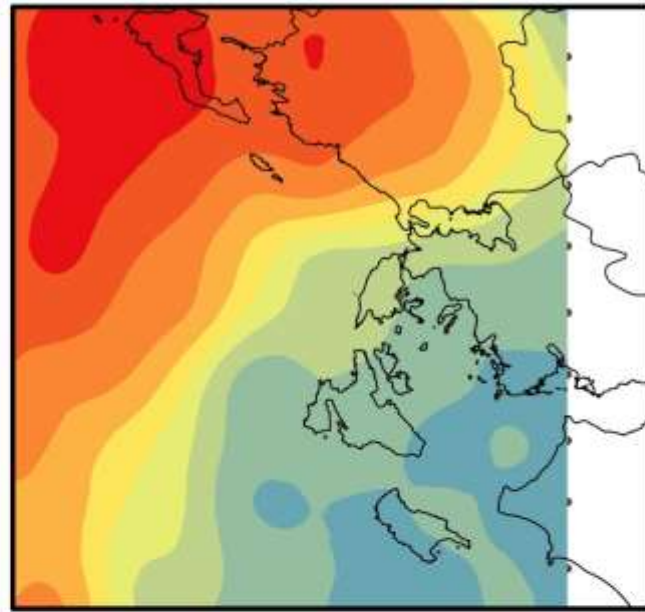


Εικόνα 32: Οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης για τον χειμώνα

Πιο συγκεκριμένα, στο βόριο μέρος του χάρτη, οι περιοχές χαρακτηρίζονται από τις υψηλές τιμές βροχόπτωσης, ενώ καθώς πλησιάζουμε νοτιοανατολικά οι τιμές βροχόπτωσης μικραίνουν. Αντίθετα, στο βορειοανατολικό μέρος την εποχή του χειμώνα υπάρχουν υψηλές τιμές βροχόπτωσης, καθώς όμως πλησιάζουμε στο νοτιοδυτικό μέρος του χάρτη οι τιμές της βροχόπτωσης παίρνουν τις χαμηλότερες τιμές.

Η RBF μεθοδολογία διαπιστώθηκε και για την εποχή του φθινοπώρου ως η καλύτερη μεθοδολογία με την μικρότερη RMS τιμή. Η οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης για την εποχή του φθινοπώρου παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.

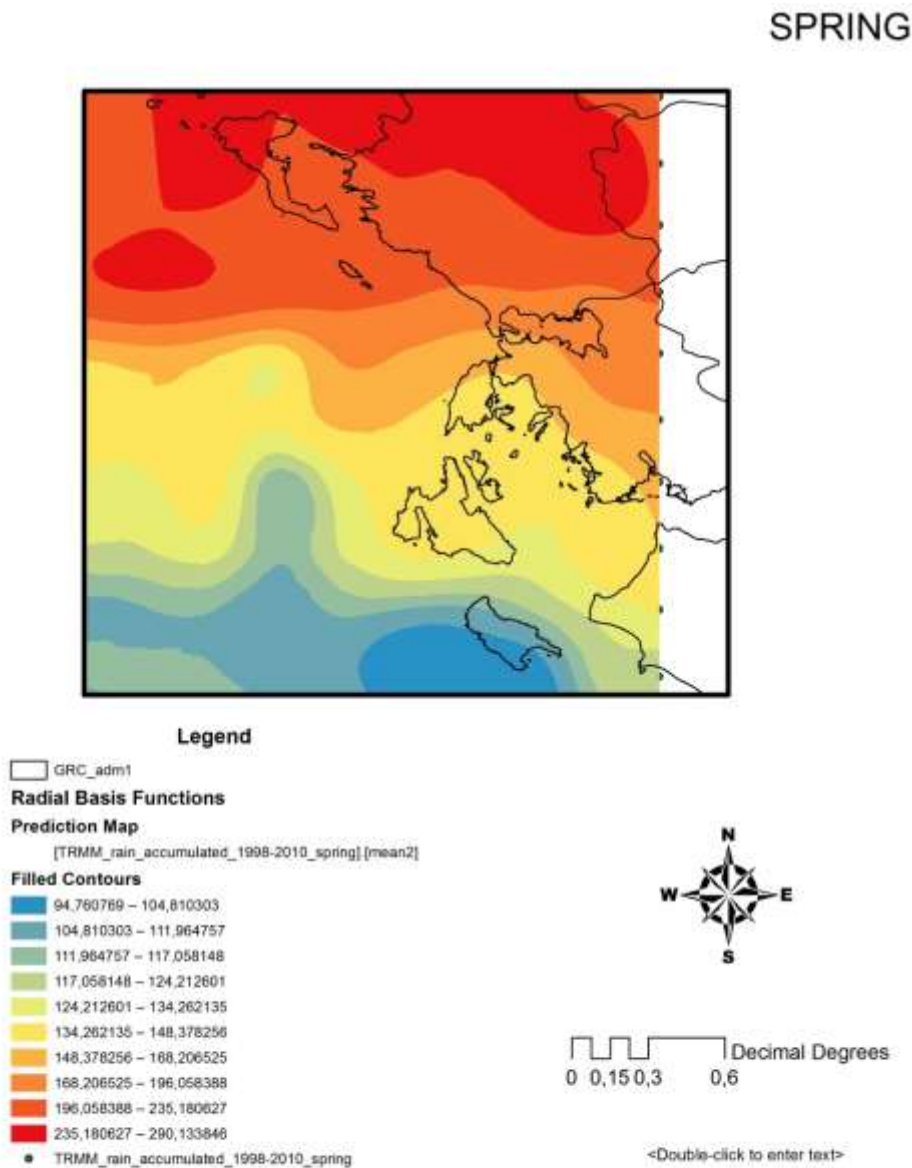
AUTUMN



Εικόνα 33: Οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης για το φθινόπωρο

Στο βορειοδυτικό τμήμα του χάρτη απεικονίζονται οι υψηλότερες τιμές βροχόπτωσης κατά την εποχή του φθινοπώρου, ενώ παρουσιάζονται χαμηλές τιμές βροχόπτωσης στο νοτιοανατολικό μέρος του χάρτη. Στις κεντρικές και βορειοανατολικές περιοχές υπάρχουν μέτριες τιμές βροχόπτωσης, οι οποίες εξασθενούν στο νοτιοανατολικό τμήμα του χάρτη.

Η RBF μεθοδολογία διαπιστώθηκε και για την άνοιξη η καλύτερη μεθοδολογία με την μικρότερη RMS τιμή. Η οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης για την άνοιξη παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.

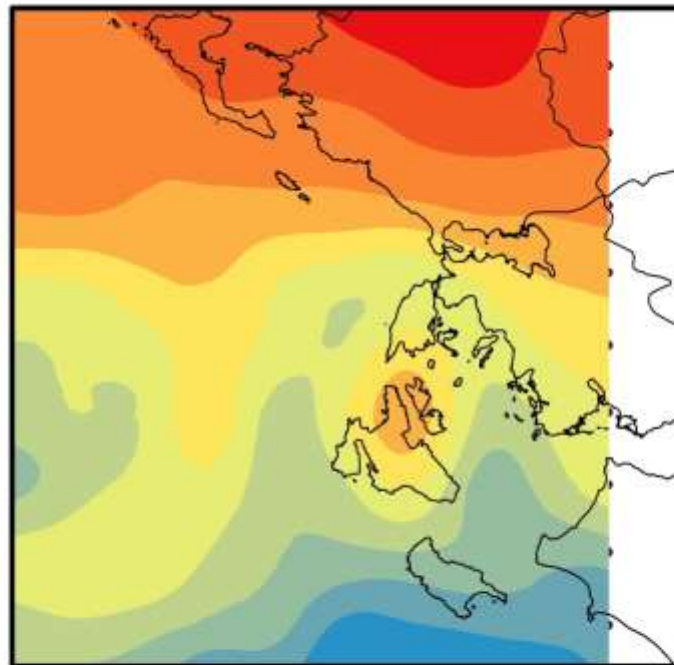


Εικόνα 34: Οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης για την άνοιξη

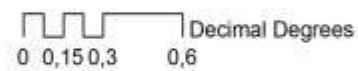
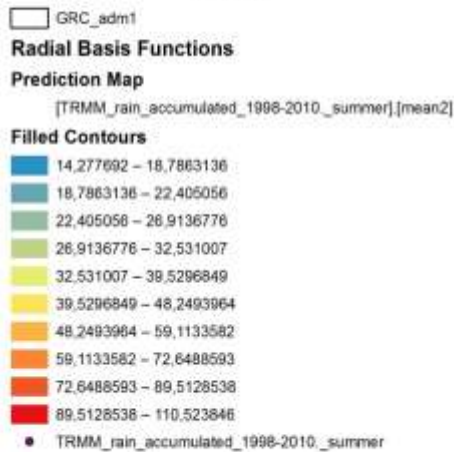
Αναφορικά με την άνοιξη παρατηρείτε ότι στο βόρειο τμήμα του χάρτη παρουσιάζονται οι υψηλότερες τιμές βροχόπτωσης, οι οποίες μειώνονται σταδιακά στις κεντρικές περιοχές. Οι χαμηλότερες τιμές βροχόπτωσης εντοπίζονται στο νότιο και νοτιοανατολικό τμήμα του χάρτη.

Τέλος, η RBF κρίθηκε η καλύτερη μεθοδολογία και για το καλοκαίρι, όπου η οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης παρουσιάζεται στον ακόλουθο χάρτη.

SUMMER



Legend



<Double-click to enter text>

Εικόνα 35: Οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής της βροχόπτωσης για το καλοκαίρι

Το καλοκαίρι παρατηρούνται αυξημένες βροχοπτώσεις στο βορειοανατολικό τμήμα του χάρτη, οι οποίες μειώνονται σταδιακά. Στο κεντρικό τμήμα του χάρτη παρουσιάζονται μέτριες τιμές βροχόπτωσης, ενώ στο νοτιοδυτικό τμήμα οι τιμές είναι μικρότερες, με ελάχιστες τιμές βροχόπτωσης στις νοτιοανατολικές περιοχές.

Στην μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικά δεδομένα, που αποτέλεσαν τις εκτιμήσεις της βροχόπτωσης για την περιοχή ενδιαφέροντος με σκοπό την χωρική κατανομή της βροχόπτωσης. Οι εκτιμήσεις αυτές, μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών συγκρίσεων και συσχετίσεων αποτέλεσαν τις τελικές εκτιμήσεις βροχόπτωσης. Πιο αναλυτικά, η εκτίμηση της βροχόπτωσης πραγματοποιήθηκε για τα έτη 1998 έως 2010 στην περιοχή ενδιαφέροντος με τη χρήση τριών μεθοδολογιών: την *Inverse Distance Weighting*, την *Radial Basis Functions* και την *Kriging/CoKriging*, με παραμέτρους *type: Ordinary* και *Input Data: Data Field=mean2*. Ενώ το στατιστικό μέγεθος που όριζε την απόδοση του αλγόριθμου και στις τρεις μεθοδολογίες ήταν το Root Mean Square Error (RMSE).

Αρχικά πραγματοποιήθηκε μια εποχική ανάλυση και έπειτα μια μηνιαία ανάλυση, με σκοπό την εύρεση της καλύτερης μεθοδολογίας με το μικρότερο RMS. Κατά την εποχική ανάλυση, διαπιστώθηκε ότι και για τις τέσσερις εποχές, η καλύτερη μέθοδος με την μικρότερη RMS τιμή ήταν η Radial Basis Functions (RBF), με τιμή παραμέτρου Kernel Function: Multiquadric. Αναφορικά με την μηνιαία ανάλυση διαπιστώθηκε ότι για όλους τους μήνες η καλύτερη μεθοδολογία με τη μικρότερη RMS τιμή ήταν η Radial Basis Function με παράμετρο Multiquadric. Μέσα από την μελέτη αυτή διαπιστώθηκε, ότι τόσο για την εποχική όσο και για την μηνιαία ανάλυση, η RBF αποτέλεσε την καλύτερη μεθοδολογία με την μικρότερη RMS τιμή στις περιοχές της Δυτικής Ελλάδας.

Στο τελευταίο κεφάλαιο της μελέτης αυτής πραγματοποιήθηκε μία σύγκριση των δορυφορικών δεδομένων σε σχέση με τις επίγειες μετρήσεις. Παρατηρήθηκαν λοιπόν διαφορές στις μεταξύ τους τιμές και ελάχιστες ομοιότητες, τόσο στα εποχικά όσο και στα μηνιαία δεδομένα. Πιο αναλυτικά, για τις εποχές χειμώνα- φθινόπωρο, διαπιστώθηκαν τρεις επίγειες μετρήσεις υψηλότερες από τις εκτιμήσεις. Αντίθετα, την άνοιξη υπήρξαν μόνο δύο επίγειες τιμές υψηλότερες από τις εκτιμήσεις. Σημαντικό στοιχείο είναι ότι υπήρξε ακρίβεια στις τιμές (επίγειες μετρήσεις-εκτιμήσεις) στην περιοχή του Αγρινίου με τιμή:166 mm. Τέλος, την εποχή του καλοκαιριού παρατηρήθηκε ότι οι τιμές των μετρήσεων ήταν διαφορετικές, χωρίς όμως μεγάλη απόκλιση στο εύρος τιμών.

Αναφορικά με τις μηνιαίες μετρήσεις, τους μήνες Ιανουάριο- Φεβρουάριο υπήρξαν υψηλές διαφορές στις τιμές των μετρήσεων, ενώ τον Μάρτιο οι επίγειες τιμές ήταν κατά 15 mm περίπου υψηλότερες σε όλες τις περιοχές. Τον Απρίλιο και τον Μάιο οι επίγειες μετρήσεις δεν είχαν μεγάλη απόκλιση από τις εκτιμήσεις. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπήρχαν ορισμένες τιμές βροχόπτωσης που η απόκλιση ήταν ελάχιστη. Επίσης, κατά τον Ιούνιο παρατηρήθηκε ότι σε δύο περιοχές (Άκτιο, Άρτα) οι επίγειες τιμές ήταν ίδιες με τις εκτιμώμενες. Αντίθετα, τον Ιούλιο οι τιμές δεν ήταν ίδιες αφού οι επίγειες τιμές της βροχόπτωσης διέφεραν κατά 4mm από τις εκτιμήσεις. Σταθερή διαφορά στις μεταξύ τους τιμές παρατηρήθηκε τον Αύγουστο κατά 9mm, ενώ τον Σεπτέμβριο υπήρξε απόκλιση στις τιμές της τάξεως των 20mm. Ομοίως, τον Οκτώβριο υπήρχε μια σχετική απόκλιση στις τιμές κατά 30mm. Τον Νοέμβριο διαπιστώθηκαν ίδιες τιμές στις μετρήσεις στις περιοχές: Άκτιο- Άρτα, ενώ τον Δεκέμβριο στην περιοχή της Ανδραβίδας.

Όπως προκύπτει από την μελέτη, αποδείχθηκε ότι η καλύτερη μεθοδολογία καταμέτρησης των τιμών της βροχόπτωσης στις περιοχές ενδιαφέροντος αποτελεί η μεθοδολογία RBF. Αναφορικά με τις εποχικές και μηνιαίες μετρήσεις βροχόπτωσης, παρατηρήθηκε ότι οι επίγειες μετρήσεις σε σχέση με τις εκτιμήσεις δεν είχαν μεγάλη απόκλιση. Αυτό δείχνει ότι η χωρική κατανομή των δορυφορικών τιμών της βροχόπτωσης ήταν ακριβείς.

Επισημαίνεται τέλος ότι η Γεωπληροφορική και οι τεχνικές που τη χαρακτηρίζουν σαν νέος κλάδος στις Επιστήμες μπορεί να συντελέσει – μεταξύ άλλων- στη χωρική κατανομή των τιμών δεδομένων (στην προκειμένη περίπτωση τιμών βροχόπτωσης) και με την κατάλληλη επιλογή μεθοδολογίας μπορεί να δώσει ακριβή αποτελέσματα και να αξιοποιηθεί σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν εγκατεστημένα δίκτυα παρατηρήσεων συντελώντας με αυτό τον τρόπο ως ένα επιπρόσθετο εργαλείο για την αξιόπιστη παρακολούθηση του περιβάλλοντος και των διάφορων φυσικών παραμέτρων που είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση και τη βιώσιμη ανάπτυξή του.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Α) Εποχική Ανάλυση

Πίνακας 1: Αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Inverse Weighting

<i>ΕΠΟΧΕΣ</i>	<i>POWER</i>	<i>RMS</i>
<i>ΧΕΙΜΩΝΑΣ</i>	2	33,53
	3	31,18
	4	29,79
<i>ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ</i>	2	18,55
	3	16,41
	4	15,20
<i>ΑΝΟΙΞΗ</i>	2	12,52
	3	11,55
	4	10,98
<i>ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ</i>	2	4,48
	3	4,14
	4	3,96

Πίνακας 2: Αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Radial Basis Functions

<i>ΕΠΟΧΕΣ</i>	<i>Kernel Function</i>	<i>RMS</i>
<i>ΧΕΙΜΩΝΑΣ</i>	Completely Regularized Spline	18,33
	Multiquadric	17,52
	Inverse Multiquadric	18,11
<i>ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ</i>	Completely Regularized Spline	9,31
	Multiquadric	8,41
	Inverse Multiquadric	9,11
<i>ΑΝΟΙΞΗ</i>	Completely Regularized Spline	7,81
	Multiquadric	7,68
	Inverse Multiquadric	7,79
<i>ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ</i>	Completely Regularized Spline	3,08
	Multiquadric	3,05
	Inverse Multiquadric	3,09

Πίνακας 3: Αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Kriging/ CoKriging

<i>ΕΠΟΧΕΣ</i>	<i>Transformation type</i>	<i>Order of trend removal</i>	<i>Kernel Function</i>	<i>Root –Mean-Square</i>
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	Log	First	Exponential	24,93
	Log	Third	Exponential	25,09
	Log	First	Gaussian	22,69
	Log	Third	Gaussian	25,09
	Log	First	Constant	21,59
	Log	Third	Constant	25,09
	Box - Cox	First	Exponential	24,40
	Box - Cox	Third	Exponential	24,18
	Box - Cox	First	Gaussian	22,18
	Box - Cox	Third	Gaussian	24,18
	Box - Cox	First	Constant	20,49
	Box - Cox	Third	Constant	24,18
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	Log	First	Exponential	10,05
	Log	Third	Exponential	10,63
	Log	First	Gaussian	10,05
	Log	Third	Gaussian	9,38
	Log	First	Constant	11,05
	Log	Third	Constant	10,63
	Box - Cox	First	Exponential	9,62
	Box - Cox	Third	Exponential	10,28
	Box - Cox	First	Gaussian	10,01
	Box - Cox	Third	Gaussian	10,28
	Box - Cox	First	Constant	10,65
	Box - Cox	Third	Constant	10,28
ΑΝΟΙΞΗ	Log	First	Exponential	8,73
	Log	Third	Exponential	8,49
	Log	First	Gaussian	9,63
	Log	Third	Gaussian	8,49
	Log	First	Constant	9,23
	Log	Third	Constant	8,49
	Box - Cox	First	Exponential	8,72
	Box - Cox	Third	Exponential	8,71
	Box - Cox	First	Gaussian	9,69
	Box - Cox	Third	Gaussian	8,71
	Box - Cox	First	Constant	9,43
	Box - Cox	Third	Constant	8,71

<i>KAAOKAIPI</i>	Log	First	Exponential	3,34
	Log	Third	Exponential	3,18
	Log	First	Gaussian	3,56
	Log	Third	Gaussian	3,18
	Log	First	Constant	3,51
	Log	Third	Constant	3,18
	Box - Cox	First	Exponential	3,28
	Box - Cox	Third	Exponential	3,18
	Box - Cox	First	Gaussian	3,49
	Box - Cox	Third	Gaussian	3,18
	Box - Cox	First	Constant	3,39
	Box - Cox	Third	Constant	3,18

B) Μηνιαία Ανάλυση

Πίνακας 4: Μηνιαία αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Inverse Weighting

<i>ΜΗΝΕΣ</i>	<i>POWER</i>	<i>RMS</i>
<i>Ιανουάριος</i>	2	12,11
	3	11,35
	4	10,90
<i>Φεβρουάριος</i>	2	10,28
	3	9,70
	4	9,36
<i>Μάρτιος</i>	2	7,46
	3	6,86
	4	6,50
<i>Απρίλιος</i>	2	4,45
	3	4,10
	4	3,90
<i>Μάιος</i>	2	2,41
	3	2,23
	4	2,14
<i>Ιούνιος</i>	2	2,20
	3	2,03
	4	1,95
<i>Ιούλιος</i>	2	2,21
	3	2,04
	4	1,94
<i>Αύγουστος</i>	2	2,00
	3	1,90
	4	1,85
<i>Σεπτέμβριος</i>	2	6,49
	3	5,96
	4	5,65
<i>Οκτώβριος</i>	2	8,05
	3	7,50
	4	7,21
<i>Νοέμβριος</i>	2	9,30
	3	8,28
	4	7,70
<i>Δεκέμβριος</i>	2	13,66
	3	12,58
	4	11,92

Πίνακας 5: Μηνιαία αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Radial Basis Functions

<i>ΜΗΝΕΣ</i>	<i>KERNEL FUNCTION</i>	<i>RMS</i>
<i>Ιανουάριος</i>	Completely Regularized Spline	6,91
	Multiquadric	6,65
	Inverse Multiquadric	6,84
<i>Φεβρουάριος</i>	Completely Regularized Spline	6,12
	Multiquadric	5,92
	Inverse Multiquadric	6,05
<i>Μάρτιος</i>	Completely Regularized Spline	4,70
	Multiquadric	4,63
	Inverse Multiquadric	4,69
<i>Απρίλιος</i>	Completely Regularized Spline	2,96
	Multiquadric	2,92
	Inverse Multiquadric	2,96
<i>Μάιος</i>	Completely Regularized Spline	1,69
	Multiquadric	1,68
	Inverse Multiquadric	1,70
<i>Ιούνιος</i>	Completely Regularized Spline	1,52
	Multiquadric	1,51
	Inverse Multiquadric	1,52
<i>Ιούλιος</i>	Completely Regularized Spline	1,55
	Multiquadric	1,54
	Inverse Multiquadric	1,55
<i>Αύγουστος</i>	Completely Regularized Spline	1,39
	Multiquadric	1,37
	Inverse Multiquadric	1,39
<i>Σεπτέμβριος</i>	Completely Regularized Spline	4,27
	Multiquadric	4,14
	Inverse Multiquadric	4,26
<i>Οκτώβριος</i>	Completely Regularized Spline	5,52
	Multiquadric	5,44
	Inverse Multiquadric	5,52
<i>Νοέμβριος</i>	Completely Regularized Spline	5,85
	Multiquadric	5,31

	Inverse Multiquadric	5,88
Δεκέμβριος	Completely Regularized Spline	7,90
	Multiquadric	7,52
	Inverse Multiquadric	7,83

Πίνακας 6: Μηνιαία αποτελέσματα ελέγχου της μεθοδολογίας Kriging/ CoKriging

ΜΗΝΕΣ	<i>Transformation type</i>	<i>Order of trend removal</i>	<i>Kernel Function</i>	<i>Root –Mean-Square</i>
Ιανουάριος	Log	First	Exponential	9,41
	Log	Third	Exponential	9,38
	Log	First	Gaussian	9,41
	Log	Third	Gaussian	9,77
	Log	First	Constant	8,11
	Log	Third	Constant	9,38
	Box - Cox	First	Exponential	9,15
	Box - Cox	Third	Exponential	8,94
	Box - Cox	First	Gaussian	8,39
	Box - Cox	Third	Gaussian	8,94
Φεβρουάριος	Log	First	Exponential	8,23
	Log	Third	Exponential	7,55
	Log	First	Gaussian	7,66
	Log	Third	Gaussian	7,55
	Log	First	Constant	7,40
	Log	Third	Constant	7,55
	Box - Cox	First	Exponential	7,97
	Box - Cox	Third	Exponential	7,42
	Box - Cox	First	Gaussian	7,42
	Box - Cox	Third	Gaussian	7,42
	Box - Cox	First	Constant	6,99
	Box - Cox	Third	Constant	7,42
Μάρτιος	Log	First	Exponential	6,29
	Log	Third	Exponential	4,72
	Log	First	Gaussian	5,72
	Log	Third	Gaussian	4,72
	Log	First	Constant	5,57
	Log	Third	Constant	4,72
	Box - Cox	First	Exponential	6,32
	Box - Cox	Third	Exponential	4,66
	Box - Cox	First	Gaussian	5,74
	Box - Cox	Third	Gaussian	4,66
	Log	First	Constant	5,70
	Log	Third	Constant	4,66
	Log	First	Exponential	3,02
	Log	Third	Exponential	3,12
	Log	First	Gaussian	3,39
	Log	Third	Gaussian	3,12

Απρίλιος	Log	First	Constant	3,32
	Log	Third	Constant	3,12
	Box - Cox	First	Exponential	3,51
	Box - Cox	Third	Exponential	3,16
	Box - Cox	First	Gaussian	3,40
	Box - Cox	Third	Gaussian	3,16
	Box - Cox	First	Constant	3,29
	Box - Cox	Third	Constant	3,16
Μάιος	Log	First	Exponential	1,69
	Log	Third	Exponential	1,82
	Log	First	Gaussian	1,88
	Log	Third	Gaussian	1,82
	Log	First	Constant	1,90
	Log	Third	Constant	1,82
	Box - Cox	First	Exponential	1,94
	Box - Cox	Third	Exponential	1,81
	Box - Cox	First	Gaussian	1,87
	Box - Cox	Third	Gaussian	1,81
	Box - Cox	First	Constant	1,90
	Box - Cox	Third	Constant	1,81
Ιούνιος	Log	First	Exponential	1,63
	Log	Third	Exponential	1,62
	Log	First	Gaussian	1,74
	Log	Third	Gaussian	1,62
	Log	First	Constant	1,75
	Log	Third	Constant	1,62
	Box - Cox	First	Exponential	1,70
	Box - Cox	Third	Exponential	1,56
	Box - Cox	First	Gaussian	1,70
	Box - Cox	Third	Gaussian	1,56
	Box - Cox	First	Constant	1,69
	Box - Cox	Third	Constant	1,56
Ιούλιος	Log	First	Exponential	1,61
	Log	Third	Exponential	1,76
	Log	First	Gaussian	1,73
	Log	Third	Gaussian	1,76
	Log	First	Constant	1,83
	Log	Third	Constant	1,76
	Box - Cox	First	Exponential	1,59
	Box - Cox	Third	Exponential	1,67
	Box - Cox	First	Gaussian	1,68
	Box - Cox	Third	Gaussian	1,67
	Box - Cox	First	Constant	1,71
	Box - Cox	Third	Constant	1,67
Αύγουστος	Log	First	Exponential	1,54
	Log	Third	Exponential	1,47
	Log	First	Gaussian	1,68
	Log	Third	Gaussian	1,47
	Log	First	Constant	1,75
	Log	Third	Constant	1,47
	Box - Cox	First	Exponential	1,74
	Box - Cox	Third	Exponential	1,60
	Box - Cox	First	Gaussian	1,66
	Box - Cox	Third	Gaussian	1,60
	Box - Cox	First	Constant	1,70
	Box - Cox	Third	Constant	1,60
	Log	First	Exponential	4,80
	Log	Third	Exponential	4,81

Σεπτέμβριος	Log	First	Gaussian	4,58
	Log	Third	Gaussian	4,81
	Log	First	Constant	4,98
	Log	Third	Constant	4,81
	Box - Cox	First	Exponential	4,73
	Box - Cox	Third	Exponential	4,62
	Box - Cox	First	Gaussian	4,54
	Box - Cox	Third	Gaussian	4,62
	Box - Cox	First	Constant	5,15
	Box - Cox	Third	Constant	4,62
Οκτώβριος	Log	First	Exponential	6,14
	Log	Third	Exponential	6,69
	Log	First	Gaussian	5,99
	Log	Third	Gaussian	6,69
	Log	First	Constant	6,56
	Log	Third	Constant	6,69
	Box - Cox	First	Exponential	6,17
	Box - Cox	Third	Exponential	6,46
	Box - Cox	First	Gaussian	5,95
	Box - Cox	Third	Gaussian	6,46
	Box - Cox	First	Constant	6,63
	Box - Cox	Third	Constant	6,46
Νοέμβριος	Log	First	Exponential	5,76
	Log	Third	Exponential	5,71
	Log	First	Gaussian	5,60
	Log	Third	Gaussian	5,71
	Log	First	Constant	5,80
	Log	Third	Constant	5,71
	Box - Cox	First	Exponential	5,76
	Box - Cox	Third	Exponential	5,62
	Box - Cox	First	Gaussian	5,51
	Box - Cox	Third	Gaussian	5,62
	Box - Cox	First	Constant	5,68
	Box - Cox	Third	Constant	5,62
Δεκέμβριος	Log	First	Exponential	9,46
	Log	Third	Exponential	9,97
	Log	First	Gaussian	8,90
	Log	Third	Gaussian	9,97
	Log	First	Constant	8,68
	Log	Third	Constant	9,97
	Box - Cox	First	Exponential	9,49
	Box - Cox	Third	Exponential	9,71
	Box - Cox	First	Gaussian	8,76
	Box - Cox	Third	Gaussian	9,71
	Box - Cox	First	Constant	8,54
	Box - Cox	Third	Constant	9,71

Γ)

I. ΕΠΟΧΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Πίνακας 7: Μετρήσεις για τον χειμώνα

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	429,38	367,88
Άκτιο	388,42	422,08
Ανδραβίδα	261,20	352,69
Αργοστόλι	414,53	385,33
Άρτα	601,21	429,00
Ζάκυνθος	219,10	327,54

Πίνακας 8: Μετρήσεις για το φθινόπωρο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	335,35	315,77
Άκτιο	395,52	357,66
Ανδραβίδα	229,46	304,59
Αργοστόλι	306,16	323,63
Άρτα	445,07	390,44
Ζάκυνθος	151,22	309,77

Πίνακας 9: Μετρήσεις για την άνοιξη

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	166,00	166,11
Άκτιο	200,72	160,27
Ανδραβίδα	81,31	139,26
Αργοστόλι	125,57	142,01
Άρτα	230,92	199,67
Ζάκυνθος	73,47	108,97

Πίνακας 10: Μετρήσεις για το καλοκαίρι

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	65,06	42,91
Άκτιο	42,33	40,43
Ανδραβίδα	14,65	28,96
Αργοστόλι	25,85	39,97
Άρτα	56,41	64,78
Ζάκυνθος	9,00	23,20

II. ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Πίνακας 11: Μετρήσεις για τον Ιανουάριο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	136,04	118,61
Άκτιο	182,20	129,79
Ανδραβίδα	91,29	120,23
Αργοστόλι	137,74	120,42
Άρτα	204,1	132,39
Ζάκυνθος	71,17	104,56

Πίνακας 12: Μετρήσεις για τον Φεβρουάριο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	109,57	108,27
Άκτιο	136,09	107,94
Ανδραβίδα	48,80	98,34
Αργοστόλι	84,69	95,96
Άρτα	154,68	111,96
Ζάκυνθος	51,51	75,82

Πίνακας 13: Μετρήσεις για τον Μάρτιο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	84,05	78,73
Άκτιο	103,13	82,43
Ανδραβίδα	40,94	64,25
Αργοστόλι	64,59	69,41
Άρτα	111,98	93,49
Ζάκυνθος	46,78	51,93

Πίνακας 14: Μετρήσεις για τον Απρίλιο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	53,62	54,51
Άκτιο	56,68	52,46
Ανδραβίδα	22,73	47,10
Αργοστόλι	45,47	47,63
Άρτα	74,96	66,12
Ζάκυνθος	19,02	37,68

Πίνακας 15: Μετρήσεις για τον Μάιο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	28,33	32,12
Άκτιο	40,91	27,52
Ανδραβίδα	17,64	28,26
Αργοστόλι	15,51	24,59
Άρτα	43,98	42,10
Ζάκυνθος	7,67	24,63

Πίνακας 16: Μετρήσεις για τον Ιούνιο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	24,71	15,69
Άκτιο	14,24	14,11
Ανδραβίδα	3,24	10,90
Αργοστόλι	6,35	11,03
Άρτα	25,13	26,14
Ζάκυνθος	3,90	6,78

Πίνακας 17 : Μετρήσεις για τον Ιούλιο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	17,83	13,86
Άκτιο	9,73	11,44
Ανδραβίδα	2,51	7,95
Αργοστόλι	7,7	12,62
Άρτα	14,51	19,22
Ζάκυνθος	0,34	6,62

Πίνακας 18 : Μετρήσεις για τον Αύγουστο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	22,52	13,34
Άκτιο	18,36	14,94
Ανδραβίδα	8,90	9,37
Αργοστόλι	11,8	16,50
Άρτα	16,77	19,95
Ζάκυνθος	4,76	9,93

Πίνακας 19 : Μετρήσεις για τον Σεπτέμβριο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	75,67	65,62
Άκτιο	84,04	76,89
Ανδραβίδα	45,8	62,58
Αργοστόλι	90,71	75,02
Άρτα	101,36	84,20
Ζάκυνθος	29,97	75,86

Πίνακας 20 : Μετρήσεις για τον Οκτώβριο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
Αγρίνιο	121,19	107,57
Άκτιο	148,11	118,38
Ανδραβίδα	90,20	95,37
Αργοστόλι	73,4	95,82
Άρτα	168,25	134,12
Ζάκυνθος	33,95	83,47

Πίνακας 21 : Μετρήσεις για τον Νοέμβριο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
<i>Αγρίνιο</i>	138,49	142,74
<i>Άκτιο</i>	163,67	162,42
<i>Ανδραβίδα</i>	93,46	146,60
<i>Αργοστόλι</i>	142,05	152,53
<i>Άρτα</i>	175,46	172,32
<i>Ζάκυνθος</i>	87,30	149,77

Πίνακας 22: Μετρήσεις για τον Δεκέμβριο

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΠΙΓΕΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ
<i>Αγρίνιο</i>	183,77	118,61
<i>Άκτιο</i>	206,22	129,93
<i>Ανδραβίδα</i>	121,11	120,30
<i>Αργοστόλι</i>	192,10	120,81
<i>Άρτα</i>	242,43	132,16
<i>Ζάκυνθος</i>	96,42	104,42