



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΥΨΟΥΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Κυριάκος Ι. Κυριακίδης

Αθήνα, Νοέμβριος 2013

«ΕΠΙΣΤΗΜΗ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ»

Επιβλέπων Καθηγητής: Ν. Μαμάσης

Περιεχόμενα

Πίνακας εικόνων	9
Πίνακας Διαγραμμάτων	9
0. Εισαγωγή - Ευχαριστίες	15
Abstract.....	17
Εκτενής Περίληψη	17
1. Κεφάλαιο 1.....	19
1.1. Εισαγωγικά	19
1.2. Μηχανισμοί Δημιουργίας Βροχοπτώσεων	19
1.2.1. Μεταγωγικές Κατακρημνίσεις.....	20
1.2.2. Διαστρωματικός Μηχανισμός Γένεσης Βροχοπτώσεων - Εξωτροπικοί Κυκλώνες.....	20
1.2.3. Ορογραφικός Μηχανισμός Γένεσης Βροχοπτώσεων	22
1.3. Υπολογισμός Επιφανειακής Τιμής Βροχόπτωσης από Σημειακές Μετρήσεις Σταθμών	24
1.4. Μεταβολή Ύψους Βροχόπτωσης με το Ύψος του Εδάφους - Βροχοβαθμίδα 25	
1.5. Διακύμανση Βροχοβαθμίδας	26
1.6. Ιδιαιτερότητες Ελλαδικού Χώρου – Διαχωρισμός σε Υδατικά Διαμερίσματα 27	
Κεφάλαιο 2.....	29
Διαδικασία Διερεύνησης	29
2.1. Εισαγωγικά	29
2.2. Υπολογισμός Δεδομένων Βροχόπτωσης και Γραμμική Παλινδρόμηση	29
2.3. Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων	29
2. Κεφάλαιο 3.....	31
1ο Υδατικό Διαμέρισμα – Δυτική Πελοπόννησος	31
3.1. Εισαγωγικά	31
3.2. Γενικά Χαρακτηριστικά Υδατικού Διαμερίσματος	31

3.2.1.	Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά	31
3.2.2.	Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά	32
3.3.	Κύριες Λεκάνες Απορροής	32
3.4.	Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης	33
3.5.	Υπολογισμός - Εκτίμηση Μηνιαίων Βροχοβαθμίδων	35
3.5.1.	Υπολογισμός Μέσων Βροχοπτώσεων	35
3.5.1.	Υπολογισμός Βροχοβαθμίδων	36
3.6.	Αποτίμηση Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα	40
3.	Κεφάλαιο 4	41
	2ο Υδατικό Διαμέρισμα –Βόρεια Πελοπόννησος.....	41
4.1.	Εισαγωγικά	41
4.2.	Γενικά Χαρακτηριστικά Υδατικού Διαμερίσματος	42
4.2.1.	Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά	42
4.2.2.	Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά	42
4.2.3.	Κύριες Υδρολογικές Λεκάνες Απορροής	42
4.3.	Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης	44
4.4.	Υπολογισμός - Εκτίμηση Μηνιαίων Βροχοβαθμίδων	45
4.4.1.	Υπολογισμός Μέσων Βροχοπτώσεων	45
4.4.2.	Υπολογισμός Βροχοβαθμίδων	46
4.5.	Ιδιαιτερότητες Δείγματος – Περαιτέρω Διερεύνηση	49
4.6.	Αποτίμηση Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα	50
4.	Κεφάλαιο 5	51
	3ο Υδατικό Διαμέρισμα – Ανατολική Πελοπόννησος	51
5.1.	Εισαγωγικά	51
5.2.	Γενικά Χαρακτηριστικά Υδατικού Διαμερίσματος	51
5.2.1.	Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά	51
5.2.2.	Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά	52
5.2.3.	Κύριες Υδρολογικές Λεκάνες Απορροής	52
5.3.	Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης	53

5.4.	Υπολογισμός - Εκτίμηση Μηνιαίων Βροχοβαθμίδων	55
5.4.1.	Υπολογισμός Μέσων Βροχοπτώσεων	55
5.4.2.	Υπολογισμός Βροχοβαθμίδων	56
5.5.	Ιδιαιτερότητες Δείγματος – Περαιτέρω Διερεύνηση	60
5.6.	Αποτίμηση Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα	60
5.	Κεφάλαιο 6	61
	8ο Υδατικό Διαμέρισμα – Θεσσαλία	61
6.1.	Εισαγωγικά	61
6.2.	Γενικά Χαρακτηριστικά Υδατικού Διαμερίσματος	61
6.2.1.	Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά	61
6.2.2.	Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά	61
6.3.	Κύριες Υδρολογικές Λεκάνες	62
6.4.	Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης	63
6.5.	Υπολογισμός - Εκτίμηση Μηνιαίων Βροχοβαθμίδων	66
6.5.1.	Υπολογισμός Μέσων Βροχοπτώσεων	66
6.5.2.	Υπολογισμός Βροχοβαθμίδων	67
6.6.	Επεξεργασία Αποτελεσμάτων – Ιδιαιτερότητες Δείγματος	71
6.7.	Περαιτέρω Διερεύνηση	71
6.7.1.	Διερεύνηση με εξαίρεση του σταθμού «Καταφύγιο Ολύμπου»	71
6.7.2.	Διερεύνηση με αλλαγή στη χωρική κλίμακα των σταθμών	75
6.8.	Αποτίμηση Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα	80
6.	Κεφάλαιο 7	83
	9ο Υδατικό Διαμέρισμα – Δυτική Μακεδονία	83
7.1.	Εισαγωγικά	83
7.2.	Γενικά Χαρακτηριστικά Υδατικού Διαμερίσματος	83
7.2.1.	Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά	83
7.2.2.	Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά	84
7.2.3.	Κύριες Υδρολογικές Λεκάνες Απορροής	84
7.3.	Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης	85

7.4.	Υπολογισμός - Εκτίμηση Μηνιαίων Βροχοβαθμίδων	88
7.4.1.	Υπολογισμός Μέσων Βροχοπτώσεων	88
7.4.2.	Υπολογισμός Βροχοβαθμίδων	89
7.5.	Ιδιαιτερότητες Δείγματος – Περαιτέρω Διερεύνηση	93
7.5.1.	Διερεύνηση με αλλαγή στη χωρική κλίμακα των σταθμών	93
7.6.	Αποτίμηση Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα	98
7.	Κεφάλαιο 8	99
	10ο Υδατικό Διαμέρισμα – Κεντρική Μακεδονία	99
8.1.	Εισαγωγικά	99
8.2.	Γενικά Χαρακτηριστικά Υδατικού Διαμερίσματος	99
8.2.1.	Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά	99
8.2.2.	Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά	99
8.2.3.	Κύριες Υδρολογικές Λεκάνες Απορροής	100
8.3.	Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης	101
8.4.	Υπολογισμός - Εκτίμηση Μηνιαίων Βροχοβαθμίδων	103
8.4.1.	Υπολογισμός Μέσων Βροχοπτώσεων	103
8.4.2.	Υπολογισμός Βροχοβαθμίδων	104
8.5.	Ιδιαιτερότητες Δείγματος – Περαιτέρω Διερεύνηση στη λεκάνη του Αξιού	108
8.6.	Αποτίμηση Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα	113
8.	Κεφάλαιο 9	115
	Σύνοψη - Συμπεράσματα	115
9.1.	Εισαγωγικά	115
9.2.	Περιοχές Μελέτης	115
9.3.	Σύνοψη αποτελεσμάτων	116
9.4.	Συμπεράσματα	125
10.1.	Βιβλιογραφία	127

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1-1: Εποπτική Εικόνα Μεταγωγικού Μηχανισμού Γένεσης Βροχοπτώσεων [(Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, Τεχνική Υδρολογία, 1999)].....	20
Εικόνα 1-2: Μηχανισμός Δημιουργίας Εξωτροπικών Κυκλώνων από ψυχρά (μπλε) και θερμά (κόκκινα) μέτωπα. (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, Τεχνική Υδρολογία, 1999).....	21
Εικόνα 1-3: Μηχανισμός Δημιουργίας Κατακρημνίσεων από Οριζόντιες Μετακινήσεις Ψυχρών και Θερμών Αέριων Μαζών (Μέτωπα). (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, Τεχνική Υδρολογία, 1999)	22
Εικόνα 1-4: Ενδεικτική Μηκοτομή της Ακτής της Βρετανικής Κολομβίας με αποτύπωση της Μέσης Τιμής της Βροχόπτωσης. (Lawrence Dingman, 1994).....	24
Εικόνα 3-1 : Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου	34
Εικόνα 3-2 : Χάρτης Σταθμών Καταγραφής Βροχόπτωσης Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου	35
Εικόνα 4-1 : Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου	45
Εικόνα 5-1 : Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου	55
Εικόνα 6-1: Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας.....	65
Εικόνα 6-2 : Υδρολογικές Λεκάνες Αλή Εφέντη και Τιταρήσιου Ποταμού.....	76
Εικόνα 7-1 : Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας	87
Εικόνα 7-2 : Υδρολογική Λεκάνη Ποταμού Αλιάκμονα	93
Εικόνα 8-1 : Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας.....	103
Εικόνα 8-2 : Υδρολογική Λεκάνη Ποταμού Αξιού.....	108

Πίνακας Διαγραμμάτων

Πίνακας 1-1: Διάγραμμα Μεταβολής της Μέσης Βροχόπτωσης Συναρτήσει του Υψομέτρου σε Περιοχές της Αμερικής. (Lawrence Dingman, 1994).....	23
Πίνακας 1-2: Ενδεικτικές Τιμές της Βροχοβαθμίδας σε Περιοχές του Ελλαδικού Χώρου.....	27
Πίνακας 3-1 : Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου	33
Πίνακας 3-2 : Μηνιαίες Βροχοπτώσεις Σταθμών Καταγραφής Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου	36

Πίνακας 3-3 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου.....	37
Πίνακας 3-4 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Δυτικής Πελοποννήσου	37
Πίνακας 3-5 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Δυτικής Πελοποννήσου	38
Πίνακας 3-6 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Δυτικής Πελοποννήσου	38
Πίνακας 3-7 : Διάγραμμα Ετήσιου Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Δυτικής Πελοποννήσου	39
Πίνακας 3-8 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου	39
Πίνακας 4-1 : Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης Υδατικού Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου	44
Πίνακας 4-2 : Μηνιαίες Βροχοπτώσεις Υδατικού Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου	45
Πίνακας 4-3 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου	46
Πίνακας 4-4 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Βόρειας Πελοποννήσου	47
Πίνακας 4-5 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Βόρειας Πελοποννήσου	47
Πίνακας 4-6 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Βόρειας Πελοποννήσου	48
Πίνακας 4-7 : Διάγραμμα Υπολογισμού Ετήσιας Βροχοβαθμίδας Βόρειας Πελοποννήσου	48
Πίνακας 4-8 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου	49
Πίνακας 5-1 : Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου	53
Πίνακας 5-2 : Μηνιαίες Βροχοπτώσεις Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου	56
Πίνακας 5-3 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου	57
Πίνακας 5-4 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Ανατολικής Πελοποννήσου	57
Πίνακας 5-5 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Ανατολικής Πελοποννήσου	58
Πίνακας 5-6 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Ανατολικής Πελοποννήσου	58

Πίνακας 5-7 : Διάγραμμα Υπολογισμού Ετήσιας Βροχοβαθμίδας Ανατολικής Πελοποννήσου.....	59
Πίνακας 5-8 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου	59
Πίνακας 6-1: Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας.....	65
Πίνακας 6-2: Μηνιαίες Βροχοπτώσεις Σταθμών Καταγραφής Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας.....	67
Πίνακας 6-3 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Θεσσαλίας	68
Πίνακας 6-4: Διάγραμμα (Α) Υπολογισμού Μηνιαίας Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Θεσσαλίας	69
Πίνακας 6-5 : Διάγραμμα (Α) Υπολογισμού Μηνιαίας Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Θεσσαλίας.....	69
Πίνακας 6-6 : Διάγραμμα (Α) Υπολογισμού Μηνιαίας Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Θεσσαλίας.....	70
Πίνακας 6-7 : Διάγραμμα (Α) Υπολογισμού Ετήσιας Βροχοβαθμίδας Διαμερίσματος Θεσσαλίας.....	70
Πίνακας 6-8 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων Διαμερίσματος Θεσσαλίας	70
Πίνακας 6-9 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Θεσσαλίας	72
Πίνακας 6-10 : Διάγραμμα (Β) Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Θεσσαλίας	73
Πίνακας 6-11 : Διάγραμμα (Β) Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Θεσσαλίας	73
Πίνακας 6-12 : Διάγραμμα (Β) Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Θεσσαλίας.....	74
Πίνακας 6-13 : Διάγραμμα (Β) Υπολογισμού Ετήσιας Βροχοβαθμίδας Διαμερίσματος Θεσσαλίας.....	74
Πίνακας 6-14 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων Διαμερίσματος Θεσσαλίας –Διάγραμμα Β	75
Πίνακας 6-15 : Υδρολογικοί Σταθμοί Λεκάνης Αλή Εφέντη και Τιταρήσιου Ποταμού	77
Πίνακας 6-16 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Λεκάνης Αλή Εφέντη.....	77
Πίνακας 6-17 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Λεκάνης Τιταρήσιου Ποταμού	78
Πίνακας 6-18 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τη Λεκάνη του Αλή Εφέντη.....	79
Πίνακας 6-19 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τη Λεκάνη του Τιταρήσιου Ποταμού	79

Πίνακας 7-1 : Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας	87
Πίνακας 7-2 : Μηνιαίες Βροχοπτώσεις Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας	89
Πίνακας 7-3 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας	90
Πίνακας 7-4 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Δυτικής Μακεδονίας	90
Πίνακας 7-5 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Δυτικής Μακεδονίας	91
Πίνακας 7-6 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Δυτικής Μακεδονίας	91
Πίνακας 7-7 : Διάγραμμα Υπολογισμού Ετήσιας Βροχοβαθμίδας Δυτικής Μακεδονίας	92
Πίνακας 7-8 : Συγκεντρωτική Παρουσίαση αποτελεσμάτων του Διαμερίσματος της Δυτικής Μακεδονίας	92
Πίνακας 7-9 : Υδρολογικοί Σταθμοί Λεκάνης Ποταμού Αλιάκμονα	94
Πίνακας 7-10 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Λεκάνης Απορροής Ποταμού Αλιάκμονα..	95
Πίνακας 7-11 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Λεκάνης Ποταμού Αλιάκμονα	95
Πίνακας 7-12 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Λεκάνης Ποταμού Αλιάκμονα	96
Πίνακας 7-13 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Λεκάνης Ποταμού Αλιάκμονα	96
Πίνακας 7-14 : Διάγραμμα Ετήσιου Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Λεκάνης Ποταμού Αλιάκμονα	97
Πίνακας 7-15 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων Λεκάνης Ποταμού Αλιάκμονα	97
Πίνακας 8-1 : Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας	102
Πίνακας 8-2 : Μηνιαίες Βροχοπτώσεις Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας	104
Πίνακας 8-3 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας.....	105
Πίνακας 8-4 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Κεντρικής Μακεδονίας	105
Πίνακας 8-5 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Κεντρικής Μακεδονίας	106

Πίνακας 8-6 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Κεντρικής Μακεδονίας.....	106
Πίνακας 8-7 : Διάγραμμα Υπολογισμού Ετήσιας Βροχοβαθμίδας Κεντρικής Μακεδονίας.....	107
Πίνακας 8-8 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων του διαμερίσματος της Κεντρικής Μακεδονίας.....	107
Πίνακας 8-9 : Υδρολογικοί Σταθμοί Λεκάνης Ποταμού Αξιού.....	109
Πίνακας 8-10 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Λεκάνης Απορροής Ποταμού Αξιού	109
Πίνακας 8-11 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Λεκάνης Ποταμού Αξιού.....	110
Πίνακας 8-12 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Λεκάνης Ποταμού Αξιού.....	111
Πίνακας 8-13 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Λεκάνης Ποταμού Αξιού.....	111
Πίνακας 8-14 : Διάγραμμα Ετήσιου Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Λεκάνης Ποταμού Αξιού.....	112
Πίνακας 8-15 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων της Λεκάνης του Αξιού.....	112
Πίνακας 9-1: Σύνοψη των Περιοχών Υπολογισμού	115
Πίνακας 9-2: Διαγράμματα Επιφάνεια Μελέτης - Τιμή Βροχοβαθμίδας.....	117
Πίνακας 9-3: Διαγράμματα Αριθμός Σταθμών - Τιμή Βροχοβαθμίδας.....	119
Πίνακας 9-4: Διαγράμματα Επιφάνεια Μελέτης – Βαθμός Συσχέτισης.....	120
Πίνακας 9-5: Διαγράμματα Επιφάνεια Επιρροής Σταθμού – Τιμή Βροχοβαθμίδας	122
Πίνακας 9-6: Διαγράμματα Επιφάνεια Επιρροής Σταθμού – Βαθμός Συσχέτισης ..	123
Πίνακας 9-7: Διαγράμματα Αριθμός Σταθμών Καταγραφής- Βαθμός Συσχέτισης ..	125

Εισαγωγή - Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία συντάχθηκε στα πλαίσια της ολοκλήρωσης των σπουδών στο Διατμηματικό και Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων» του ΕΜΠ.

Σκοπός της παρούσης είναι να παρουσιαστεί σειρά αναλύσεων εκτίμησης του ρυθμού μεταβολής του υψομέτρου βροχόπτωσης με το υψόμετρο καταγραφής, δίνοντας έμφαση στη μηνιαία κλίμακα υπολογισμού, καθώς και σε ευρείς περιοχές του Ελλαδικού Χώρου. Παρόμοια προσπάθεια σε παρόμοιο βαθμό ανάλυσης δεν είχε επανεκτελεστεί, ως εκ τούτου κρίθηκε σκόπιμη η διενέργεια μίας τέτοιας μελέτης.

Με την ολοκλήρωση της επιθυμώ να ευχαριστήσω τον καθήγητή κ. Ν. Μαμάση καθώς και κ. Α. Ευστρατιάδη για τη στήριξή τους κατά τη διενέργεια της παρούσης εργασίας αλλά και κατά τη διεκπεραίωση του Μεταπτυχιακού Προγράμματος. Επίσης ευχαριστώ τους συναδέλφους, φίλους και την οικογένειά μου για τη στήριξή τους κατά τη διεκπεραίωση της εργασίας.

Abstract

The present study addresses the influence of the topographical height in the mean precipitation height of the area. Way of addressing it, is by calculating, in a consistent way, a multiple number of precipitation to height rate in a number of regions in the Hellenic Region. Also additional, optimization calculations were conducted in case the results were not well grounded, or in case it was judged that it is necessary. In addition, diversity of the current study from the common practice is that a the precipitation rates were calculated also for a monthly timescale. Resulting of the calculations is that the method of estimating the precipitation-height rate produces highly inconsistent results, owed to the diversity of factor influencing the results and the calculations, and whether some ruffle conclusions can be extracted the method is not recommended to be implemented alone in important projects

Εκτενής Περίληψη

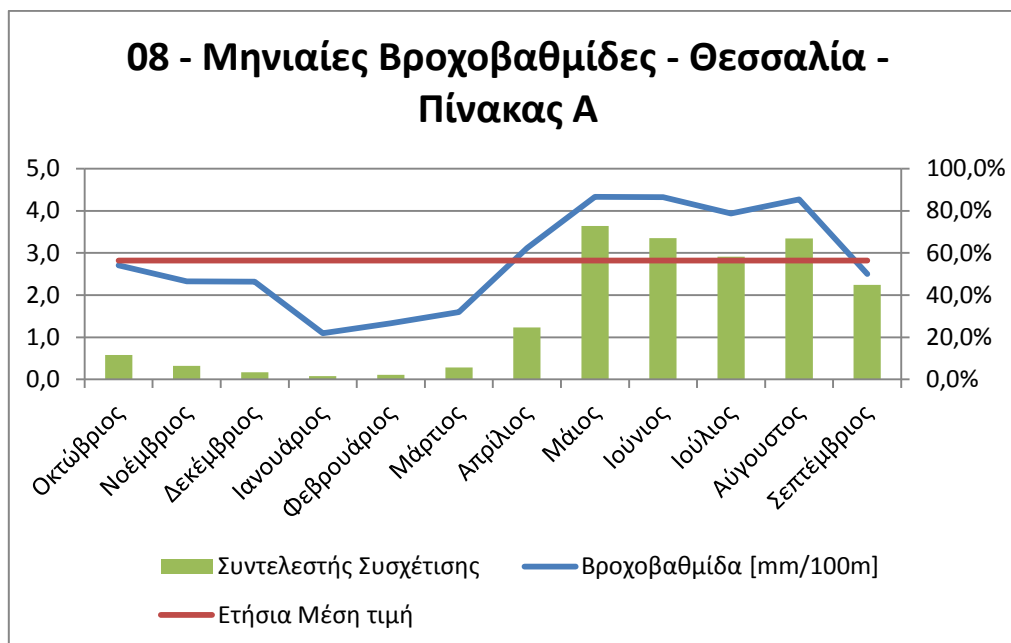
Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια διερεύνησης της επιρροής του υψομέτρου καταγραφής στο ύψος της βροχόπτωσης, δηλαδή υπολογισμού της λεγόμενης βροχοβαθμίδας. Για το σκοπό αυτό διενεργήθηκε αρχικά σύντομη βιβλιογραφική επισκόπηση σε αναζήτηση, φυσικής τεκμηρίωσης της επιρροής του υψομέτρου στην βροχόπτωση, αλλά και συνήθων ορίων εντός των οποίων κυμαίνεται η τιμή της βροχοβαθμίδας, αλλά και συνήθων πρακτικών εκτίμησης αυτής. Η βιβλιογραφική επισκόπηση κατέδειξε ένα κενό σε συγκεντρωτικές μελέτες εκτιμήσεων βροχοβαθμίδας, αλλά και σε διερεύνηση τιμών μηνιαίας βροχοβαθμίδας προκύπτουσες από τις μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης.

Κατά συνέπεια στην παρούσα εργασία, ακολουθήθηκε ήταν ο επαναλαμβανόμενος υπολογισμός της συγκεκριμένης κλίσης μεταβολής της βροχόπτωσης σε περιοχές του Ελλαδικού Χώρου. Έγινε δε υπολογισμός και σε μηνιαίες μέσες τιμές, αλλά και επαναλαμβανόμενοι υπολογισμοί με σκοπό τη βελτιστοποίηση κάποιων περιπτώσεων όσων αφορά χαμηλό προκύπτον συντελεστή γραμμικής συσχέτισης.

Οι αρχικοί υπολογισμοί βροχοβαθμίδων έγινε προσπάθεια να εκτελεστούν σε όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα σε κλίμακα Υδατικού Διαμερίσματος. Υδατικά

Διαμερίσματα στα οποία εκτελέστηκαν υπολογισμοί είναι τα: Ανατολικής, Δυτικής και Βόρειας Πελοποννήσου, Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας και Θεσσαλίας.

Ενδεικτικά παρουσιάζονται τιμές που προέκυψαν σε συγκεντρωτικό διάγραμμα για την περιοχή της Θεσσαλίας:



Ολοκληρώνοντας, η εξαγωγή γενικών συμπερασμάτων, δεν φαίνεται να είναι αρκετά ασφαλής. Φαίνεται πώς ο υπολογισμός της βροχοβαθμίδας ενός τόπου εξαρτάται από πλήθος αστάθμητων παραγόντων, όπως από τη χωρική κλίμακα-επιφάνεια του τόπου, το πλήθος των σταθμών καταγραφής, τη διασπορά και την πυκνότητα αυτών. Επιπλέον εξαρτάται από τα ιδιαίτερα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά του τόπου (ορογραφία, ομβροσκιά-ομβροπλευρά) ενώ πάντα επηρεάζεται από τα ιδιαίτερα σφάλματα των σταθμών καταγραφής. Συνεπώς δε συστήνεται η χρήση της χωρίς άλλες μεθόδους διασταύρωσης, σε λεκάνες μεγάλης επιφάνειας αλλά και σε σημαντικές μελέτες.

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγικά

1.1. Εισαγωγικά

Στη σύγχρονη εποχή, η μελέτη των υδρολογικών χαρακτηριστικών περιοχών καθώς και η επιστήμη της Υδρολογίας έχουν πλέον θεμελιώδη χρησιμότητα και επιστημονική αξία για πλήθος εφαρμογών και κατασκευών. Υδρολογικές μελέτες προηγούνται οποιασδήποτε μελέτης υδραυλικής κατασκευής, κατάρτισης προγράμματος διαχείρισης υδατικών πόρων, αξιολόγηση κινδύνων πλημμυρών, ξηρασίας, και πλήθος άλλων εφαρμογών.

Βασικός παράγοντας των υδρολογικών μελετών της εκάστοτε λεκάνης, αποτελεί στις περισσότερες περιπτώσεις ο υπολογισμός και η εκτίμηση της βροχόπτωσης. Στις περισσότερες τυπικές περιπτώσεις η βροχόπτωση εκτιμάται από ανάλυση σημειακών μετρήσεων βροχόπτωσης μετεωρολογικών σταθμών.

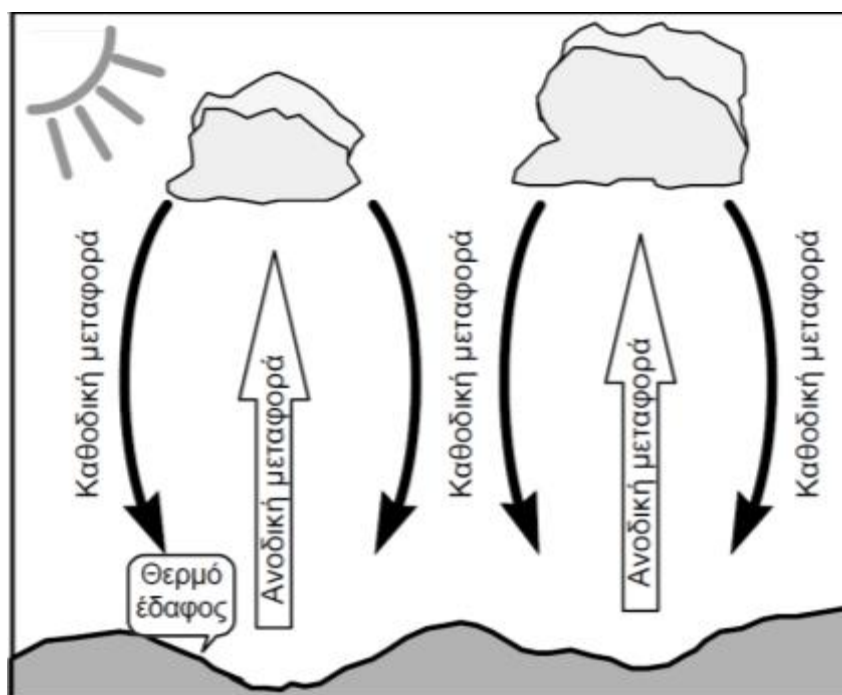
1.2. Μηχανισμοί Δημιουργίας Βροχοπτώσεων

Ο μηχανισμός γένεσης των κατακρημνίσεων είναι αρκετά περίπλοκος με φαινόμενα τα οποία δύσκολα μπορούν να μελετηθούν σε βάθος, τα οποία επηρεάζονται από πλήθος παραμέτρων που αφορούν τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, τη σύσταση του αέρα, το γεωγραφικό πλάτος, το ύψος του εδάφους, το γειτονικό ανάγλυφο.

Βασικοί μηχανισμοί γένεσης κατακρημνίσεων κυρίως σε μη τροπικές περιοχές, όπως ο Ελλαδικός χώρος, αποτελούν κατακρημνίσεις από κινήσεις αερίων μαζών στην κατακόρυφη διεύθυνση, στην οριζόντια διεύθυνση, καθώς και κατακρημνίσεις που επηρεάζονται κυρίως από τα ορογραφικά χαρακτηριστικά του αναγλύφου.

1.2.1. Μεταγωγικές Κατακρημνίσεις

Κατά το μεταγωγικό μηχανισμό γένεσης βροχόπτωσης επικρατούν οι κατακόρυφες κινήσεις των αερίων μαζών. Αέριες μάζες σε χαμηλό ύψος από το έδαφος θερμαίνονται από την επιφάνεια του εδάφους, το οποίο έχει θερμανθεί από την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας, με αποτέλεσμα να μειώνεται η πυκνότητά τους και να έχουν την τάση να ανέλθουν σε υψηλότερα υψόμετρα. Κατά την κίνηση αυτή κινούνται διαβατικά με αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας των. Εάν η ατμόσφαιρα είναι ασταθής τότε το πιθανότερο είναι να προκύψει υγροποίηση των διαλυμένων υδρατμών και κατά συνέπεια βροχόπτωση (Lawrence Dingman, 1994). Ο μηχανισμός γένεσης της βροχόπτωσης είναι αρκετά ταχύς (45min) (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, Τεχνική Υδρολογία, 1999) και είναι ο κυρίαρχος μηχανισμός γένεσης ξαφνικών έντονων καταιγίδων με γένεση κεραυνών, βροντών και χαλαζιού.

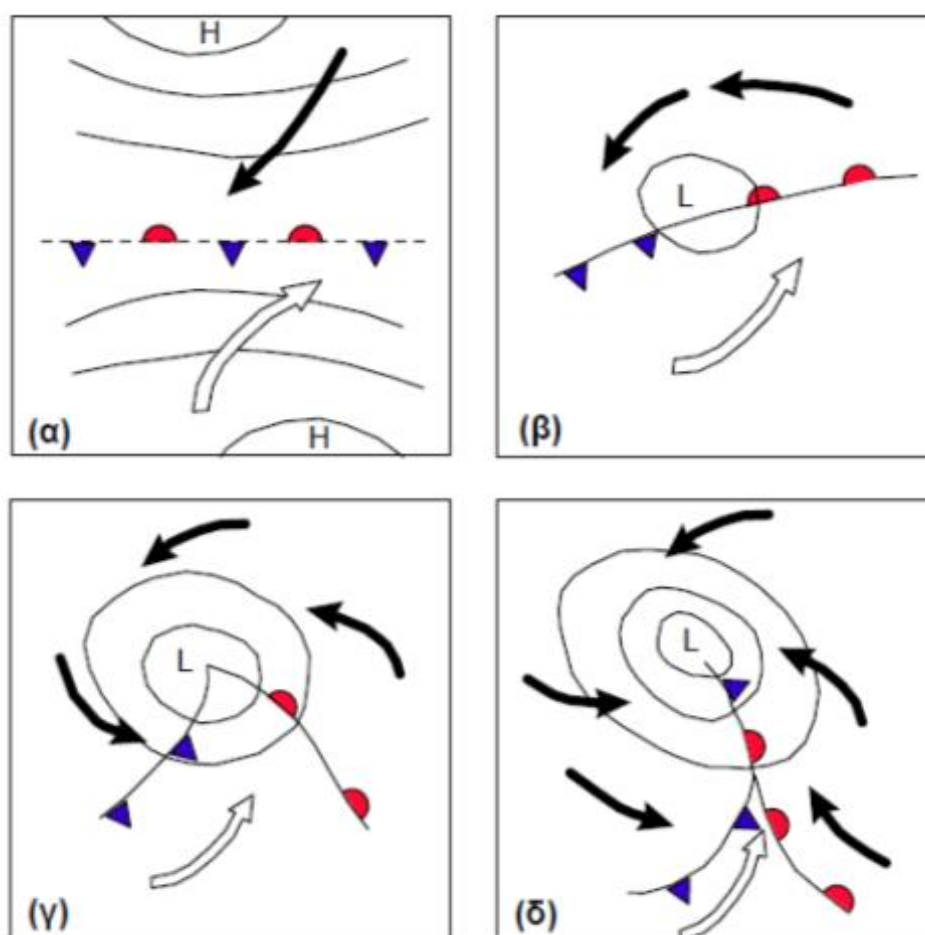


Εικόνα 1-1: Εποπτική Εικόνα Μεταγωγικού Μηχανισμού Γένεσης Βροχοπτώσεων [(Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, Τεχνική Υδρολογία, 1999)]

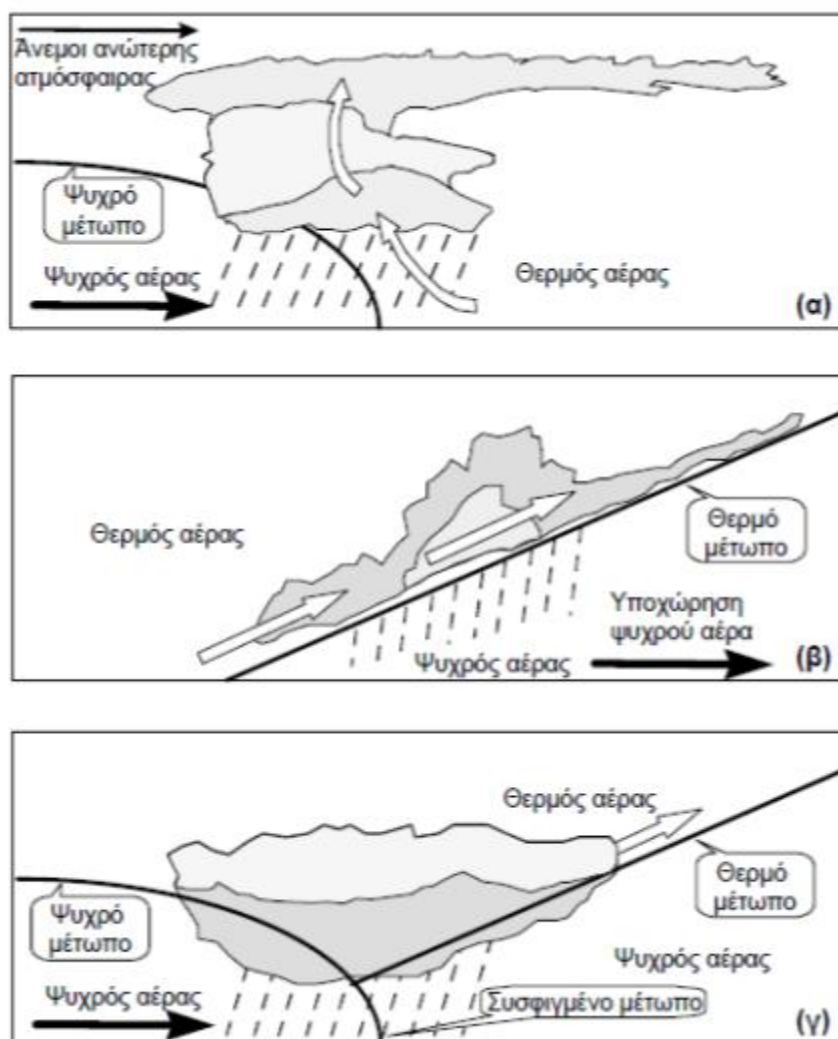
1.2.2. Διαστρωματικός Μηχανισμός Γένεσης Βροχοπτώσεων - Εξωτροπικοί Κυκλώνες

Σε διαστρωματικούς μηχανισμούς γένεσης βροχοπτώσεων επικρατούν οι οριζόντιες μετακινήσεις αερίων μαζών. Στον Ελλαδικό χώρο τέτοιες μετακινήσεις εκφράζονται κυρίως με το μηχανισμό των εξωτροπικών κυκλώνων, ο οποίος συνεισφέρει σε μεγάλο ποσοστό στη συνολική κατακρήμνιση. Οι σχηματισμοί αυτοί σχηματίζονται στα

όρια ψυχρών και θερμών αέριων μαζών (στάσιμα μέτωπα), τα οποία κατά την εξέλιξη των κυκλώνων μετασχηματίζονται σε θερμά και ψυχρά μέτωπα και τελικώς σε συσφιγμένα μέτωπα. Κατά την πλήρη ανάπτυξή τους χαρακτηρίζονται από ένα σημείο υψηλής ή χαμηλής πίεσης στο κέντρο του κυκλώνα στο οποίο απάγονται αέριες μάζες από την περίμετρο, οι οποίες στο κέντρο ακολουθούν ανοδική πορεία και έχουν ως συνέπεια τη δημιουργία κατακρημνίσεων (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, Τεχνική Υδρολογία, 1999). Οι σχηματισμοί αυτοί - κυκλώνες κινούνται προς τα ανατολικά στο βόρειο ημισφαίριο και περιστρέφονται δεξιόστροφα λόγω της κίνησης της Γης. Η διάρκεια ενός τέτοιου σχηματισμού (υψηλό-χαμηλό βαρομετρικό) μπορεί να διαρκέσει αρκετές μέρες.



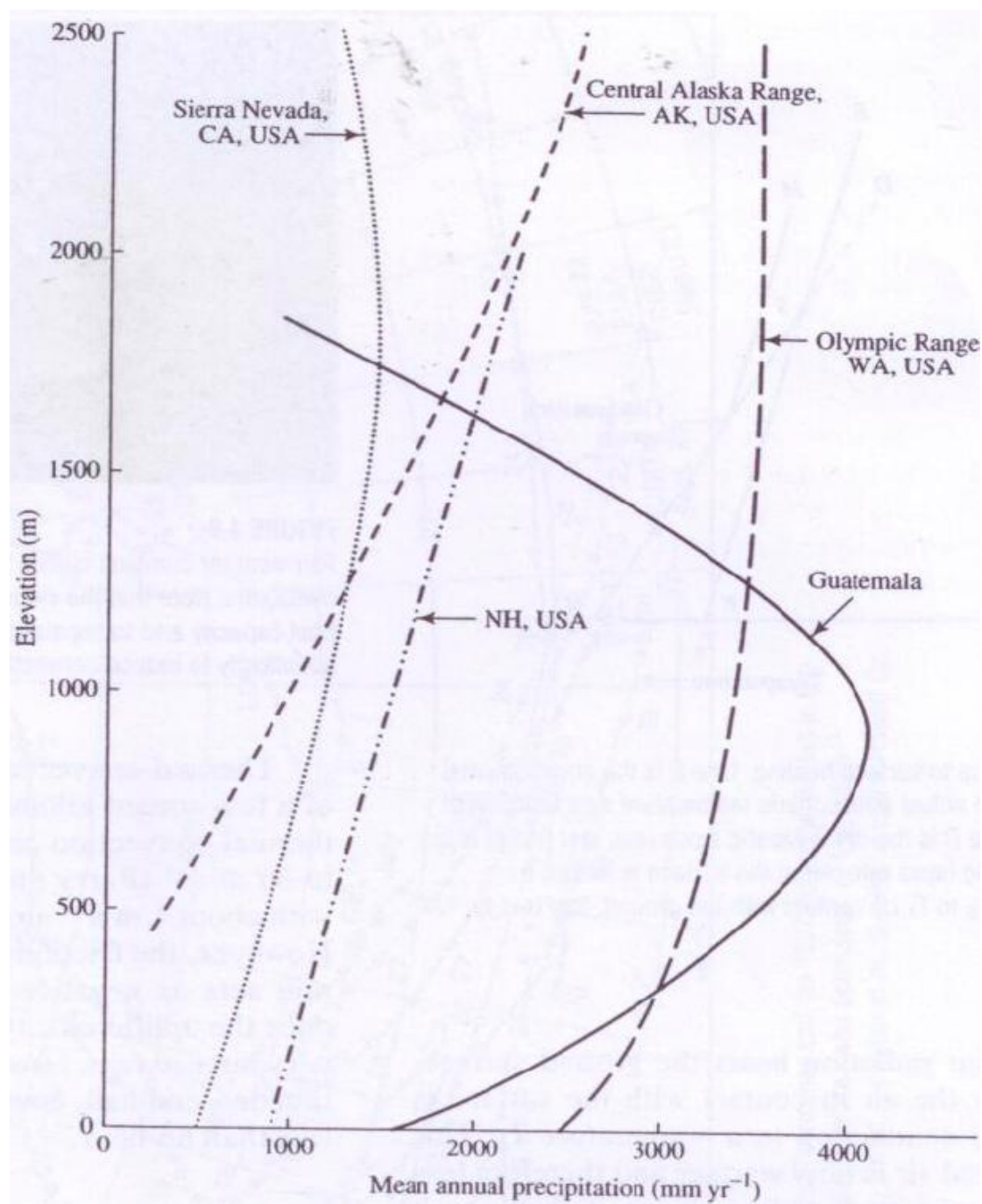
Εικόνα 1-2: Μηχανισμός Δημιουργίας Εξωτροπικών Κυκλώνων από ψυχρά (μπλε) και θερμά (κόκκινα) μέτωπα. (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, Τεχνική Υδρολογία, 1999)



Εικόνα 1-3: Μηχανισμός Δημιουργίας Κατακρημνίσεων από Οριζόντιες Μετακινήσεις Ψυχρών και Θερμών Αέριων Μαζών (Μέτωπα). (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, Τεχνική Υδρολογία, 1999)

1.2.3. Ορογραφικός Μηχανισμός Γένεσης Βροχοπτώσεων

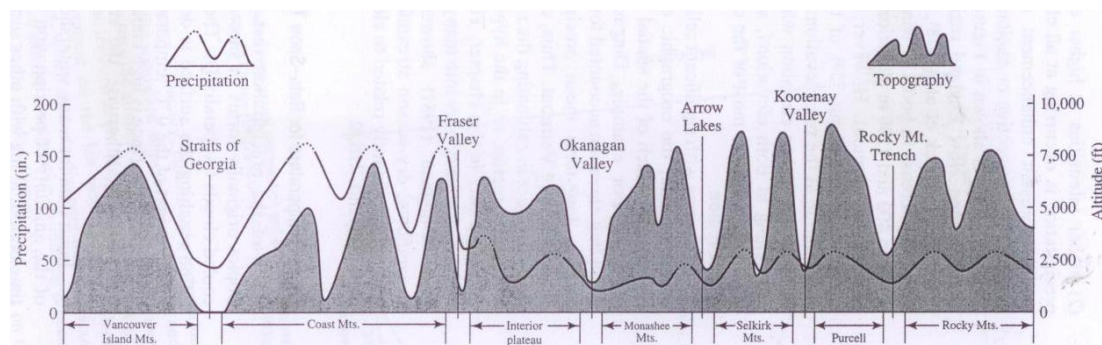
Οι περισσότερες περιοχές του κόσμου χαρακτηρίζονται από την επίδραση του υψόμετρου του αναγλύφου στο ύψος της βροχόπτωσης. Πιο συγκεκριμένα στην πλειοψηφία των περιπτώσεων η μέση τιμή του ύψους βροχόπτωσης αυξάνεται με το υψόμετρο του αναγλύφου. Ο βαθμός με τον οποίο αυξάνει η βροχόπτωση συναρτήσει του ύψους (βροχοβαθμίδα) εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, ενώ σε πολύ υψηλά υψόμετρα μπορεί να αντιστραφεί.



Πίνακας 1-1: Διάγραμμα Μεταβολής της Μέσης Βροχόπτωσης Συναρτήσει του Υψομέτρου σε Περιοχές της Αμερικής. (Lawrence Dingman, 1994)

Λόγω της διαφοράς του υψομέτρου, ωθούμενες αέριες μάζες αέρα, από φαινόμενα διαστρωματικής μεταφοράς «εξαναγκάζονται» να ανέλθουν, με αποτέλεσμα να περάσουν σε αδιαβατική ψύξη με αυξημένες της πιθανότητες κατακρήμνισης των διαλυμένων υδρατμών. Στην υπήνεμη πλευρά των όρεων οι ορεινοί όγκοι κατέρχονται και αντίστοιχα θερμαίνονται αδιαβατικά με συνέπεια τη διάλυση των νεφών. Η προσήνεμη πλευρά κατά την οποία υπάρχει αύξηση των κατακρημνίσεων ονομάζεται

ομβροπλευρά, ενώ η υπήνεμη πλευρά η οποία παρουσιάζει μειωμένες κατακρημνίσεις ονομάζεται ομβροσκιά.



Εικόνα 1-4: Ενδεικτική Μηκοτομή της Ακτής της Βρετανικής Κολομβίας με αποτύπωση της Μέσης Τιμής της Βροχόπτωσης. (Lawrence Dingman, 1994)

Στην Ελλάδα παρατηρείται έντονα το φαινόμενο της ομβροπλευράς και της ομβροσκιάς με την οροσειρά της Πίνδου, που διασχίζει τη χώρα σε άξονα βορρά – νότου, με ενδεικτικό παράδειγμα περιοχές της Δυτικής Ελλάδας και της Πίνδου να εμφανίζουν ετήσια βροχόπτωση άνω των 2.000mm το χρόνο, σε αντίθεση με περιοχές της Ανατολικής Ελλάδας που εμφανίζουν βροχοπτώσεις περί τα 500mm το χρόνο (Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, Τεχνική Υδρολογία, 1999).

Η επίδραση του υψομέτρου στη βροχόπτωση εκφράζεται – παρατηρείται με δύο περιπτώσεις, είτε υπάρχει αύξηση του χρόνου βροχόπτωσης με το υψόμετρο παρατήρησης, είτε αύξηση της έντασης της βροχόπτωσης σε κοινό φαινόμενο βροχόπτωσης (Lawrence Dingman, 1994).

1.3. Υπολογισμός Επιφανειακής Τιμής Βροχόπτωσης από Σημιακές Μετρήσεις Σταθμών

Τυπικό πρόβλημα συνεπώς αποτελεί η ολοκλήρωση των σημειακών μετρήσεων στην επιφάνεια της λεκάνης, προκειμένου να μπορεί να υπολογιστεί η τιμή της εισερχόμενης βροχόπτωσης στο σύνολο της επιφάνειας της λεκάνης απορροής.

Πλήθος μεθόδων έχουν χρησιμοποιηθεί και προταθεί στη βιβλιογραφία, με γνωστότερες τις μεθόδους των πολυγώνων Thiessen, διαγώνιοι Bethlamy, παρεμβολής επιφάνειας διαφόρων μαθηματικών μορφών στις σημειακές μετρήσεις.

1.4. Μεταβολή Ύψους Βροχόπτωσης με το Ύψος του Εδάφους - Βροχοβαθμίδα

Εκ των προαναφερθέντων μεθόδων υπολογισμού επιφανειακής βροχόπτωσης, μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιούν επιφάνειες και συντελεστές επιρροής, (Thiessen, Bethlamy) εκ των πραγμάτων χρειάζεται το αποτέλεσμα που προκύπτει διόρθωση με το ύψος των σταθμών και τα ύψη της λεκάνης. Η διόρθωση γίνεται με σύγκριση του μέσου υψόμετρου των σταθμών παρατήρησης με το μέσο υψόμετρο της λεκάνης.

Μέθοδοι παρεμβολής μαθηματικής επιφάνειας, προσομοιώνουν τη μεταβολή της βροχόπτωσης με το ύψος καλύτερα, με την προϋπόθεση το δείγμα των σταθμών να είναι αντιπροσωπευτικό ως προς την επιφάνεια και τα ύψη της λεκάνης.

Για διορθώσεις ύψους βροχοπτώσεων ως προς το ύψος του εδάφους, διεθνώς στη βιβλιογραφία, γίνεται υιοθέτηση της εκτίμησης της βροχοβαθμίδα της λεκάνης απορροής (υψομετρική μέθοδος), με το ύψος βροχής να διορθώνεται ως προς το υψόμετρο αναλογικά με τη διαφορά υψόμετρου που παρουσιάζει το μέσο υψόμετρο των σταθμών καταγραφής και του μέσου υψόμετρου της περιοχής μελέτης (λεκάνη απορροής).

Συνεπώς η βροχόπτωση προκύπτει:

$$p' = p + \mu * (H_{\text{λεκάνης}} - H_{\text{σταθμών}})$$

Όπου:

p' : Το μέσο ύψος βροχόπτωσης της λεκάνης απορροής [mm]

p : Το παρατηρημένο ύψος βροχόπτωσης (προκύπτει από επεξεργασία δεδομένων σταθμών) [mm]

μ : Η βροχοβαθμίδα [mm/m]

$H_{\text{λεκάνης}}$: Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής

$H_{\text{σταθμών}}$: Το μέσο υψόμετρο των σταθμών παρατήρησης

1.5. Διακύμανση Βροχοβαθμίδας

Σαν συντελεστής η βροχοβαθμίδα είναι φανερό ότι επηρεάζεται από πληθώρα άλλων χαρακτηριστικών του εδάφους, όπως προσανατολισμός εδάφους, διαμόρφωση γειτονικών εδαφικών μορφών, γεωγραφικό πλάτος.

Επιπλέον γίνεται φανερό ότι το μοντέλο της βροχοβαθμίδας, ως μονοπαραμετρικό γραμμικό μοντέλο, δε μπορεί να προσομοιώσει αποτελεσματικά μεγάλο χωρικό και υψομετρικό εύρος δείγματος.

Επιπλέον για αυτούς τους λόγους είναι σύνηθες η προσαρμογή των υψομέτρων των σταθμών με το ύψος της βροχόπτωσης να παρουσιάζει ασθενή συσχέτιση και διαφοροποίηση, ανά τοποθεσία, μέθοδο υπολογισμού.

Είναι χαρακτηριστικό ότι για την περιοχή της Αγγλίας οι (Bleasdale and Chan, 1972) προτείνουν-υπολογίζουν βροχοβαθμίδα 2,28 mm/m συνεκτιμώντας όλους τους σταθμούς παρατήρησης σε επίπεδο χώρας ενώ ο (Brunsdon et al, 2001) συνυπολογίζοντας σταθμούς παρατήρησης σε στενότερα χωρικά πλαίσια προτείνει τιμές από 2 έως και 5mm/m ανάλογα την περιοχή, με τις μεγάλες τιμές να παρουσιάζονται στα δυτικά παράλια της χώρας και στην Σκωτία.

Στον Ελλαδικό χώρο σε ποικίλες εργασίες και μελέτες έχουν γίνει υπολογισμοί βροχοβαθμίδας. Η βιβλιογραφική έρευνα δείχνει τιμές που κυμαίνονται περί τα 0,50mm/m. Παράλληλα για ίδιες περιοχές εμφανίζονται αντικρουόμενοι υπολογισμοί.

Ο κατωτέρω πίνακας αποτελεί σύνοψη υπολογισμών βροχοβαθμίδων από ερευνητές για τον Ελλαδικό χώρο.

A/A	Τοποθεσία	Βροχοβαθμίδα	Αναφορά
		[mm/m]	
1	Ανατολική Θεσσαλία	0,35	Μαριόπουλος και Καραπιτέρης. 1955
2	Δυτική Θεσσαλία	1,12	Μαριόπουλος και Καραπιτέρης. 1955
3	Μακεδονία	0,55	Μαριόπουλος και Καραπιτέρης. 1955
4	Μακεδονία και Θράκη	0,49	Κωτούλας. 1969
5	Λίμνη Κερκίνη	0,46	Κωτούλας, 1991
6	Περιοχή του Όρους της Γκιώνας	0,51	Μάσταρης. 1968
7α	Λεκάνη Απορροής Λίμνης Καστοριάς	0,42	Σάκκας, 1993

7β	Λεκάνη Απορροής Λίμνης Καστοριάς	0,29	Βαφειάδης. 1983
7γ	Λεκάνη Απορροής Λίμνης Καστοριάς	0,41	Στάθης Δ. 1998
8	Κεντρική Μακεδονία	0,30	Βαφειάδης.1991
9	Λεκάνη Αλιάκμονα	0,48	Στάθης Δ. 1998
10	Λεκάνη Πηνειού	0,61	Στάθης Δ. 1998
11	Λεκάνη Αχελώου	0,31	Στάθης Δ. 1998
12	Λεκάνη Στυμφαλίας	0,53	Βουδούρης Κ, Παναγόπουλος Α, Μαρκαντώνης Κ.
13	Κάλυμνος	0,45	Καρπούζος, Κυριαζόπουλος, Βαζίμας. 2006
14	Νομός Σερρών	0,20	Νιγριτινός Σ. 2005

Πίνακας 1-2: Ενδεικτικές Τιμές της Βροχοβαθμίδας σε Περιοχές του Ελλαδικού Χώρου.

1.6. Ιδιαιτερότητες Ελλαδικού Χώρου – Διαχωρισμός σε Υδατικά Διαμερίσματα

Ο Ελλαδικός χώρος, στον οποίο και θα επεκταθεί η παρούσα έρευνα, χαρακτηρίζεται από έντονη ποικιλία σε υδρογεωλογικά και γεωμορφολογικά συστήματα. Από μικρά νησιωτικά συμπλέγματα μέχρι υψηλά ηπειρωτικά όρη με μεγάλες αποστάσεις από τη θάλασσα.

Κυριότερο χαρακτηριστικό του Ελλαδικού χώρου αποτελεί στο κέντρο της ηπειρωτικής χώρας η ανάπτυξη της οροσειράς της Πίνδου, η οποία και δημιουργεί έντονες διακυμάνσεις στα χαρακτηριστικά των βροχοπτώσεων στην Δυτική Ελλάδα (ομβροπλευρά) και στις αμέσως ανατολικότερες τοποθεσίες της χώρας (ομβροσκιά).

Κεφάλαιο 2

Διαδικασία Διερεύνησης

2.1. Εισαγωγικά

Για τη διενέργεια των υπολογισμών της παρούσης εργασίας, έγινε χρήση καταγεγραμμένων μηνιαίων δεδομένων βροχόπτωσης από πλήθος περιοχών του Ελλαδικού Χώρου. Τα δεδομένα και οι θέσεις των σταθμών παρατήρησης, προσφέρθηκαν από τον Τομέα Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ.

2.2. Υπολογισμός Δεδομένων Βροχόπτωσης και Γραμμική Παλινδρόμηση

Για τον κάθε σταθμό υπολογίστηκαν οι μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης, καθώς και οι ετήσιες για το πλήθος των ετών που ήταν διαθέσιμα. Κατόπιν κρίθηκε σκόπιμο να γίνει υπολογισμός της κλίσης της ευθείας των μέσων μηνιαίων τιμών, αλλά και του συνολικού ετήσιου, συναρτήσει του υψομέτρου των σταθμών, με χρήση προγράμματος λογιστικών φύλλων.

Επιπροσθέτως σε κάθε υπολογισμό της κλίσης της ευθείας, υπολογίστηκε και ο βαθμός συσχέτισης για τη συγκεκριμένη γραμμική παλινδρόμηση, συναρτήσει των δεδομένων.

Ο ανωτέρω υπολογισμός έγινε σε κλίμακα Υδατικού Διαμερίσματος, αναλόγως και της διαθεσιμότητας των δεδομένων.

2.3. Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων

Κατόπιν του υπολογισμού του βαθμού συσχέτισης έγινε έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας, συγκρίνοντας την τιμή του βαθμού συσχέτισης με το «κριτήριο» $r > \frac{2}{\sqrt{n}}$, όπου n ο αριθμός των σταθμών καταγραφής του δείγματος (Κουτσογιάννης, Στατιστική Υδρολογία, 1997).

Κατόπιν και ανάλογα εάν προέκυψαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα, έγινε προσπάθεια, αναλόγως την περίπτωση, για βελτίωση των υπολογισμένων βαθμών συσχέτισης, είτε εκτελώντας επανυπολογισμό, εξαιρώντας σταθμούς καταγραφής των οποίων τα αποτελέσματα να μην βρίσκονταν σε συμφωνία με το υπόλοιπο δείγμα (πιθανώς λανθασμένα), είτε στις περισσότερες περιπτώσεις εκτελώντας επανυπολογισμό σε μικρότερη χωρική κλίμακα (π.χ λεκάνη απορροής-τμήμα του Υδατικού Διαμερίσματος)

Κεφάλαιο 3

1ο Υδατικό Διαμέρισμα – Δυτική Πελοπόννησος

3.1. Εισαγωγικά

Το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Πελοποννήσου έχει έκταση 7.301 km². Ο υδροκρίτης του ορίζεται βόρεια από τους ορεινούς όγκους Ερυμάνθου και Αροανίων και ανατολικά από το Μαίναλο και τον Ταΰγετο. Αποτελείται από τμήματα των περιφερειών Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας (Κ/Ξ, 2005).

Ο Πληθυσμός του Διαμερίσματος με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ το 2001 ήταν 331.180 κάτοικοι.

Ποικιλία φορέων εμπλέκεται στην έρευνα, αξιοποίηση, χρήση και προστασία των νερών του διαμερίσματος. Αρμόδιες, για τη διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων των λεκανών απορροής του Διαμερίσματος, είναι οι Διευθύνσεις Υδάτων των περιφερειών Πελοποννήσου (με έδρα την Τρίπολη) και Δυτικής Ελλάδας (με έδρα την Πάτρα).

3.2. Γενικά Χαρακτηριστικά Υδατικού Διαμερίσματος

3.2.1. Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά

Το γεωμορφολογικό ανάγλυφο χαρακτηρίζεται ορεινό και απότομο στο εσωτερικό και ανατολικό τμήμα του (600–2.400 m), ημιορεινό και λοφώδες στη περίμετρο (100–600 m), και πεδινό στην παραλιακή ζώνη και τις κοιλάδες των ποταμών (0–100 m).

Οι μεγαλύτερες πεδινές εκτάσεις αναπτύσσονται στον κάμπο του Αλφειού, στην παραλιακή ζώνη Πύργου-Πύλου, στο Μεσσηνιακό Κάμπο και στο εσωτερικό υπίπεδο της Μεγαλόπολης (13% του συνόλου).

Οι κυριότεροι ποταμοί συνεχούς ροής είναι ο Αλφειός και ο Πάμισος, καθώς και ο μικρότερος Νέδα, ενώ ο ποταμός Νέδωνας εμφανίζει χειμαρρώδη ροή. Στα παράλια της περιοχής βρίσκονται οι παράκτιες λίμνες Αγουλινίτσας και Μουριάς (που έχουν αποξηρανθεί)

και Καϊάφα (θερμομεταλλική), που σχηματίστηκαν λόγω των αμμόλοφων του Κυπαρισσι-ακού Κόλπου.

3.2.2. Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά

Το κλίμα που επικρατεί είναι το θαλάσσιο μεσογειακό στις παραθαλάσσιες και πεδινές περιοχές, ενώ προς το εσωτερικό εξελίσσεται σε χερσαίο και σε ορεινό στα ορεινά.

Η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται μεταξύ 800 mm στα πεδινά και 1.600 mm στα ορεινά, με μέση ετήσια τιμή για το Διαμέρισμα 1.100 mm και μέσο αριθμό ημερών βροχής 80–120 ανά έτος.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία του Διαμερίσματος είναι 19°C και το ετήσιο θερμομετρικό εύρος είναι συνήθως μικρότερο από 16°C.

3.3. Κύριες Λεκάνες Απορροής

Οι κύριες υδρολογικές λεκάνες του Διαμερίσματος είναι η λεκάνη του Αλφειού και η λεκάνη του Πάμισου. Δευτερεύουσας σημασίας είναι η λεκάνη του Νέδα και η λεκάνη του Νέδωνα. Αναλυτικότερα στοιχεία για τις λεκάνες αναλύονται παρακάτω:

3.3.1. Λεκάνη Αλφειού

Ο Αλφειός έχει υδρολογική λεκάνη 3.658 km². Πηγάζει από τα αρκαδικά οροπέδια με τρεις παραπόταμους (Άνω Αλφειό, Ερύμανθο, Λάδωνα), που ενώνονται στην ημιορεινή Ηλεία (Μέσος Αλφειός), και εκβάλλει στον Κυπαρισσιακό Κόλπο (Κάτω Αλφειός). Στο Λάδωνα υπάρχει μικρός υδροηλεκτρικός σταθμός, που ρυθμίζει την παροχή του. Στη γέφυρα Αλφειούσας, 10 km πριν την εκβολή του Αλφειού, λειτουργεί χαμηλό φράγμα για την απόληψη αρδευτικού νερού.

3.3.2. Λεκάνη Πάμισου

Ο Πάμισος έχει υδρολογική λεκάνη 728 km², πηγάζει από τα βουνά της Άνω Μεσσηνίας και από τις καρστικές πηγές Αγίου Φλώρου και Πηδήματος, που εκφορτίζουν τον βόρειο

Ταΰγετο. Ο Πάμισος εκβάλλει στο Μεσσηνιακό Κόλπο, αφού διασχίσει κάμπο έκτασης 360 km².

3.3.3. Λεκάνη Νέδας

Ο ποταμός Νέδα έχει υδρολογική λεκάνη 278 km². Πηγάζει από τα βουνά Μίνθη, Λύκαιο και Τετράτιο και εκβάλλει στον Κυπαρισσιακό Κόλπο. Κατά τη διαδρομή του μέσα από ανθρακικούς σχηματισμούς τροφοδοτείται από μια σειρά καρστικών πηγών (Κεφαλόβρυσο).

3.4. Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης

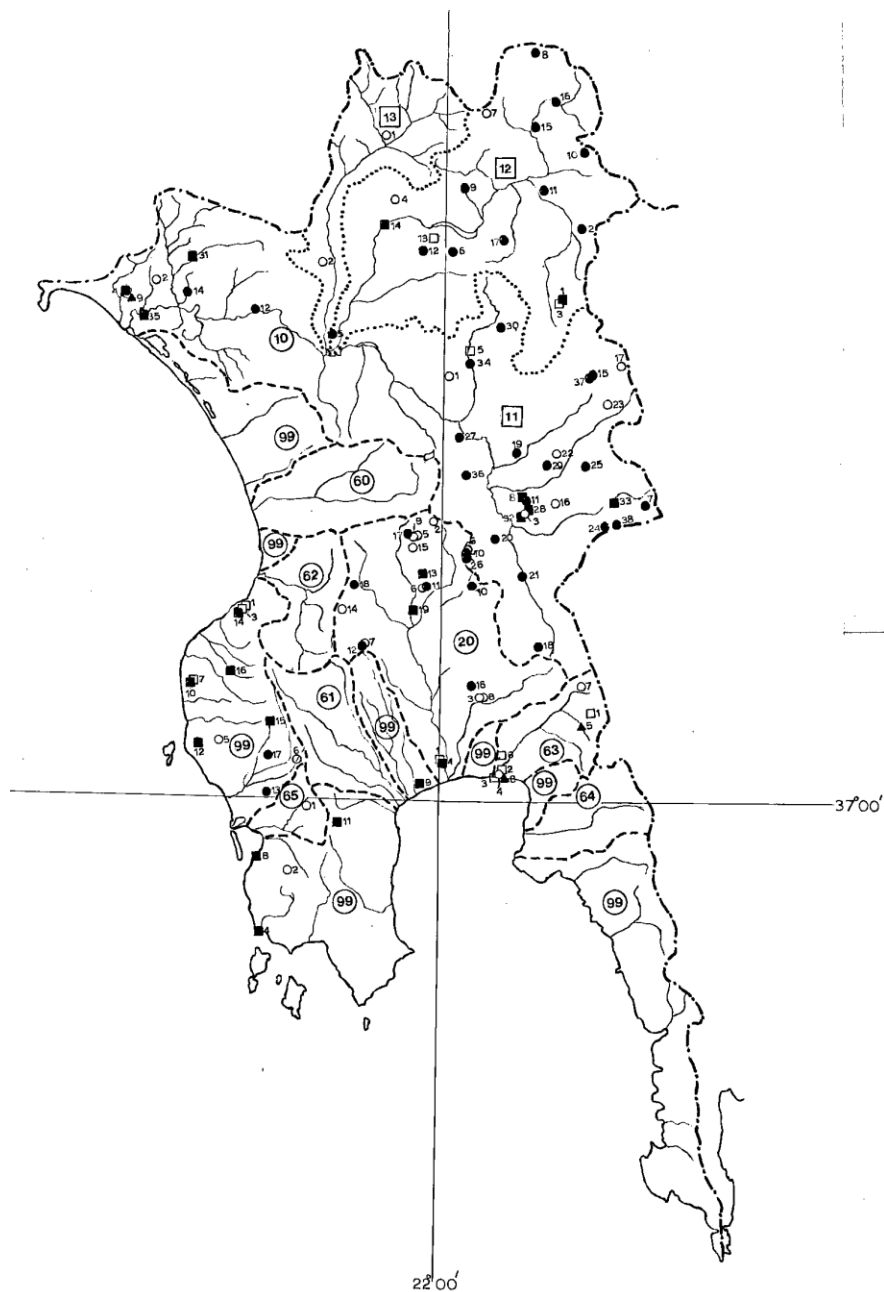
Για τη Δυτική Πελοπόννησο, επιλέγονται 13 σταθμοί καταγραφής βροχομετρήσεων σε όλο το Διαμέρισμα. Πληροφορίες που αφορούν τους Σταθμούς παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα

Δυτική Πελοπόννησος						
A/A	Κωδικός Αριθμός	Όνομα Σταθμού	Φορέας	Νομός - Επαρχία	Ύψος [m]	Χρόνια Λειτουργίας- Διαθέσιμων Δεδομένων [έτη]
1	111	Αραχαμίτες	ΔΕΗ	ΑΡΚΑΔΙΑΣ - Μαντίνειας	744,8	22
2	111	Ποταμιά	ΔΕΗ	ΑΡΚΑΔΙΑΣ - Μεγαλόπολης	442,8	22
3	111	Ζάτουνα	ΔΕΗ	ΑΡΚΑΔΙΑΣ - Μεγαλόπολης	1047,3	22
4	111	Μανάρης	ΥΠ.ΓΕ	ΑΡΚΑΔΙΑΣ - Μαντίνειας	777,2	22
5	112	Δάφνη	ΥΠ.ΔΕ	ΑΧΑΪΑΣ - Καλαβρύτων	582,7	22
6	112	Λυκουριά	ΥΠ.ΔΕ	ΑΧΑΪΑΣ - Καλαβρύτων	1100	22
7	111	Χράνοι	Υ.Τ.Π	ΑΡΚΑΔΙΑΣ - Μεγαλόπολης	650	22
8	120	Κεφαλίνοσ	ΥΠ.ΔΕ	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ - Μεσσήνης	455,3	22
9	120	Κεντρικό	ΥΠ.ΔΕ	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ - Μεσσήνης	81,1	22
10	120	Σούλι	ΥΠ.ΔΕ	ΑΡΚΑΔΙΑΣ - Μεγαλόπολης	592,9	22
11	199	Ανάληψη		ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ - Καλαμάτα	34,2	22
12	163	Καλαμάτα	ΕΜΥ	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ - Καλαμάτα	6,3	46
13	199	Μεθώνη	ΕΜΥ	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ - Πυλίας	61,6	46

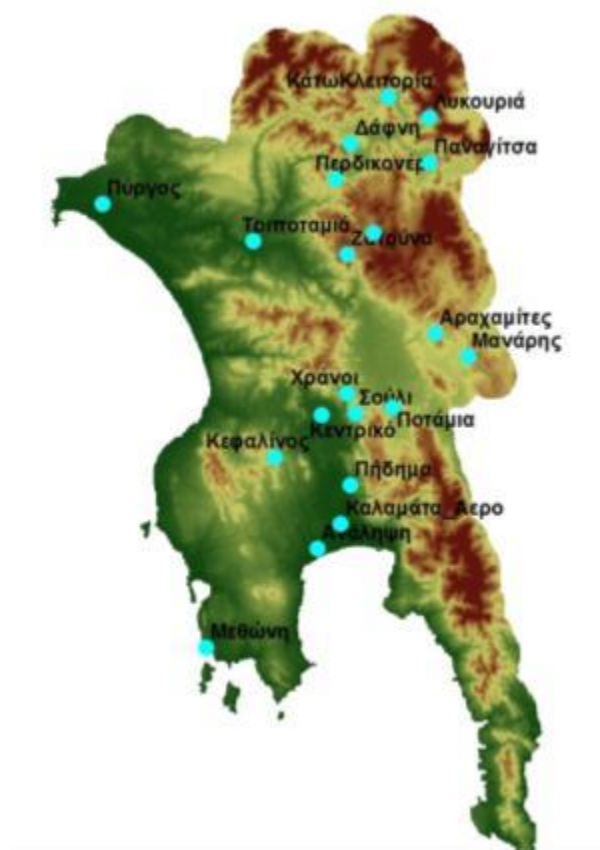
Πίνακας 3-1 : Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου

Οι σταθμοί κρίνονται ως αντιπροσωπευτικοί του Διαμερίσματος, όσων αφορά τη χωρική και τη χρονική διαθεσιμότητα των δεδομένων. Κατά μέσο όρο ένας σταθμός εμφανίζεται ανά 550km².

Όσων αφορά την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, ως προς το υψόμετρο καταγραφής, οι σταθμοί κατανέμονται σε υψόμετρα έως 1.100m ύψος.



Εικόνα 3-1 : Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου



Εικόνα 3-2 : Χάρτης Σταθμών Καταγραφής Βροχόπτωσης Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου

3.5. Υπολογισμός - Εκτίμηση Μηνιαίων Βροχοβαθμίδων

3.5.1. Υπολογισμός Μέσων Βροχοπτώσεων

Για κάθε Σταθμό υπολογίζεται η Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση ανά μήνα, καθώς και η Μέση Ετήσια Βροχόπτωση, που κατέγραψε ο Σταθμός. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

Δυτική Πελοπόννησος													
Όνομα Σταθμού	Μέσες Τιμές Μηνιαίας Βροχόπτωσης [mm]												Μέση Ετήσια Βροχόπτωση [mm]
	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	
Αραχαμίτες	80,1	171,6	191,4	142,8	138,9	116,6	89,6	52,9	17,1	25,0	36,8	30,3	1093,1
Ποταμιά	83,3	169,3	171,7	118,1	118,6	92,6	69,8	41,3	11,2	12,7	24,4	39,6	952,4

Ζάτουνα	86,7	214,3	232,0	144,1	172,5	123,8	110,2	73,8	24,6	46,2	39,7	43,6	1311,4
Μανά- ρης	70,8	158,6	173,4	119,9	103,0	94,1	73,9	43,0	19,2	24,7	29,3	32,6	942,5
Δάφνη	81,6	202,0	204,4	127,9	126,4	105,3	86,3	46,8	19,1	21,1	29,8	52,6	1103,1
Λυκου- ριά	67,0	136,2	151,6	106,2	99,8	83,5	68,6	46,3	13,3	26,5	23,2	31,5	853,6
Χράνοι	101,7	187,2	187,8	132,7	142,3	96,7	76,3	40,2	7,5	14,0	25,7	38,7	1050,8
Κεφαλί- νος	97,9	211,1	260,5	185,1	178,1	144,2	165,4	50,6	14,4	14,1	9,0	57,3	1387,5
Κεντρικό	70,3	148,2	159,2	117,3	95,0	81,6	60,4	27,9	4,4	8,5	17,2	34,4	824,4
Σούλι	83,6	164,9	172,5	111,8	105,4	95,7	68,8	28,5	9,7	7,6	16,4	34,1	898,9
Ανάλη- ψη	77,0	156,3	159,3	108,5	105,1	75,4	53,4	28,4	6,2	6,5	21,2	38,6	836,0
Καλαμά- τα	85,9	133,3	156,8	108,6	96,8	69,7	48,0	23,0	8,8	4,6	10,6	37,7	783,9
Μεθώνη	75,1	109,3	133,1	108,3	76,9	60,5	35,6	16,3	6,0	0,6	2,7	31,9	656,2

Πίνακας 3-2 : Μηνιαίες Βροχοπτώσεις Σταθμών Καταγραφής Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου

3.5.1. Υπολογισμός Βροχοβαθμίδων

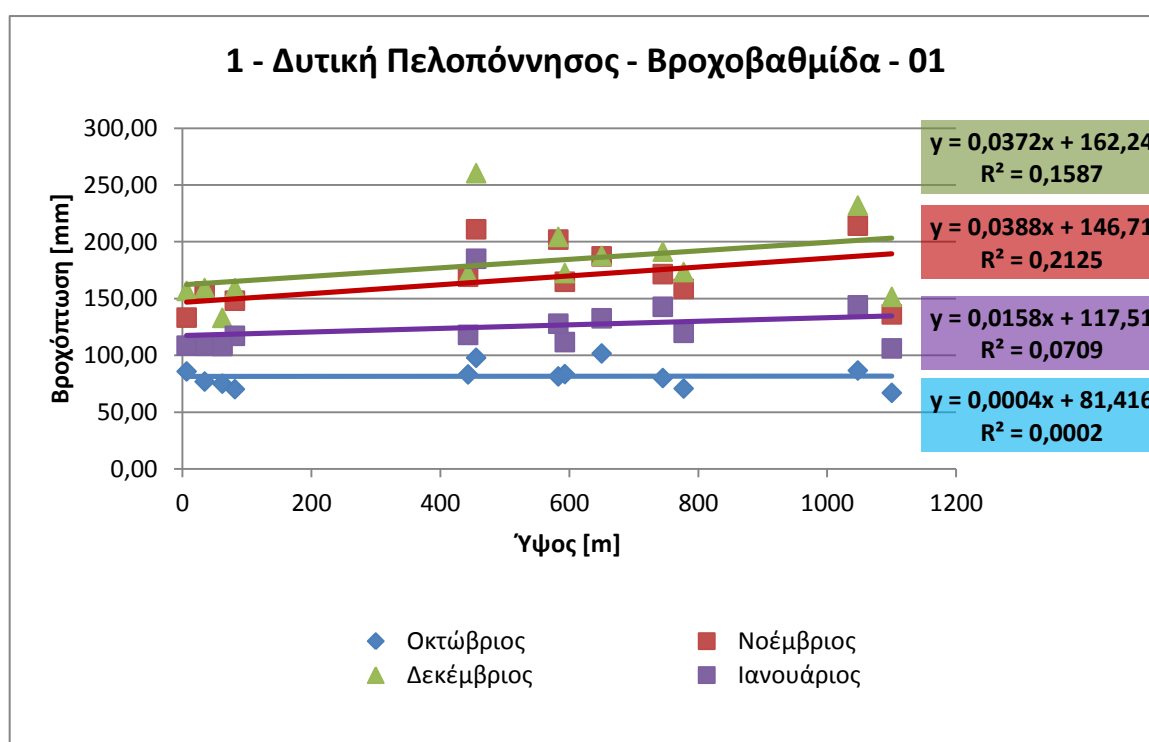
Συσχετίζοντας γραμμικά τις τιμές των βροχοπτώσεων με τα υψόμετρα των σταθμών προκύπτουν τιμές της βροχοβαθμίδας. Τα αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένου και του βαθμού συσχέτισης, παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

01 – Δυτική Πελοπόννησος – Βροχοβαθμίδας Διαμερίσματος			
	Βροχοβαθμίδα [mm/100m]	Συντελεστής Συσχέτισης	Στατιστική Ση- μαντικότητα Γρ. Συσχέτισης - Όριο 55%
Οκτώβριος	0,0	0,0%	Ψευδής
Νοέμβριος	3,9	21,3%	Ψευδής
Δεκέμβριος	3,7	15,9%	Ψευδής
Ιανουάριος	1,6	7,1%	Ψευδής
Φεβρουάριος	3,9	22,1%	Ψευδής
Μάρτιος	3,3	28,8%	Ψευδής
Απρίλιος	3,7	18,1%	Ψευδής

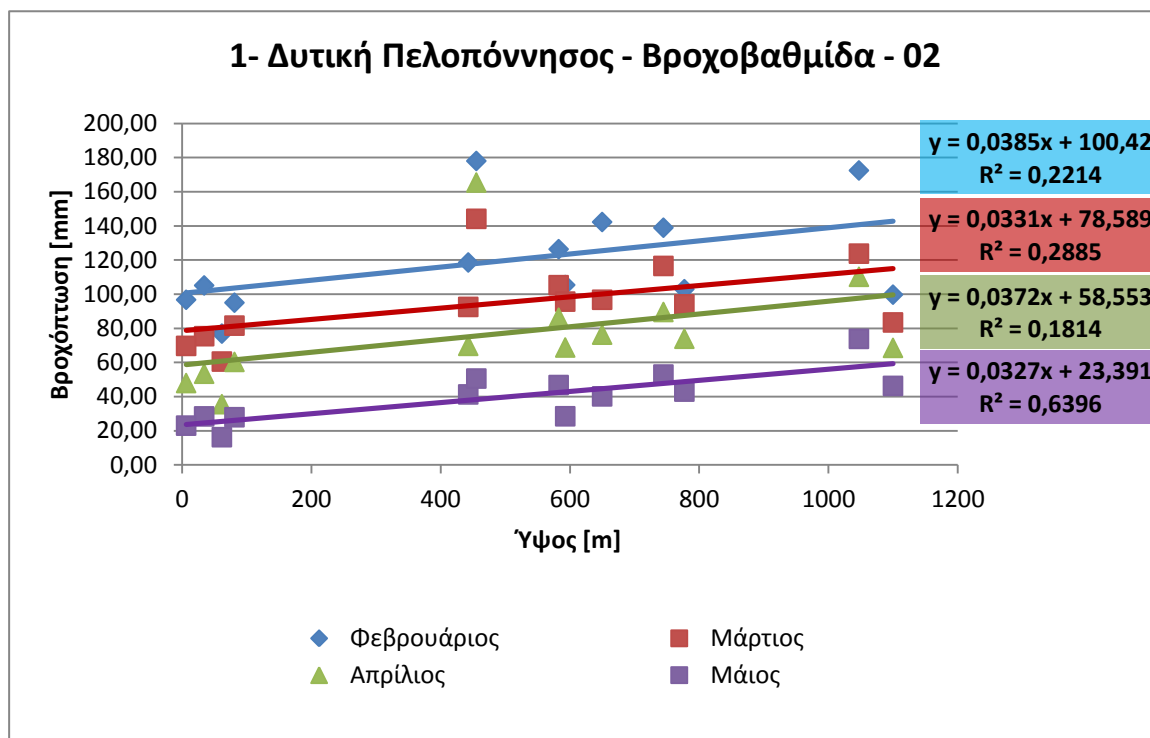
Μάιος	3,3	64,0%	Αληθής
Ιούνιος	1,2	56,0%	Αληθής
Ιούλιος	2,8	73,4%	Αληθής
Αύγουστος	2,0	48,6%	Ψευδής
Σεπτέμβριος	0,0	0,0%	Ψευδής
Μέσο Ετήσιο [mm]	29,4	27,7%	Ψευδής

Πίνακας 3-3 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου

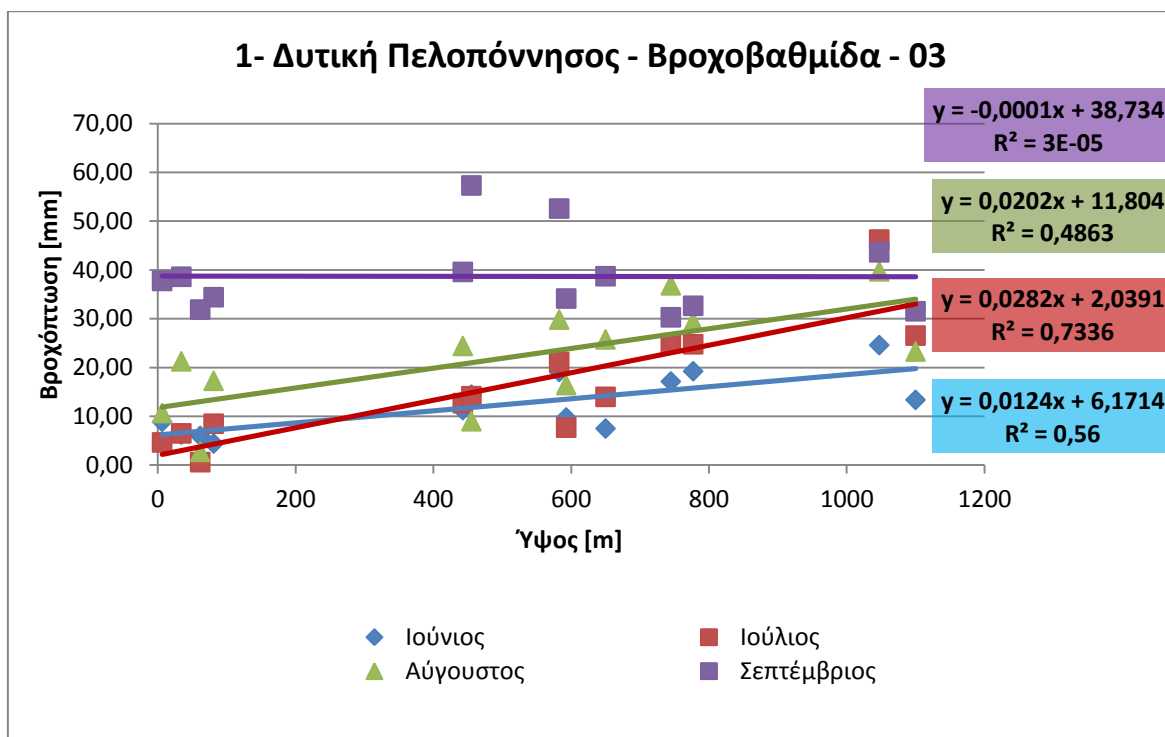
Επιπλέον, στα ακόλουθα διαγράμματα παρουσιάζεται η συσχέτιση βροχόπτωσης - υψομέτρου σταθμού ανά μήνα και ανά έτος.



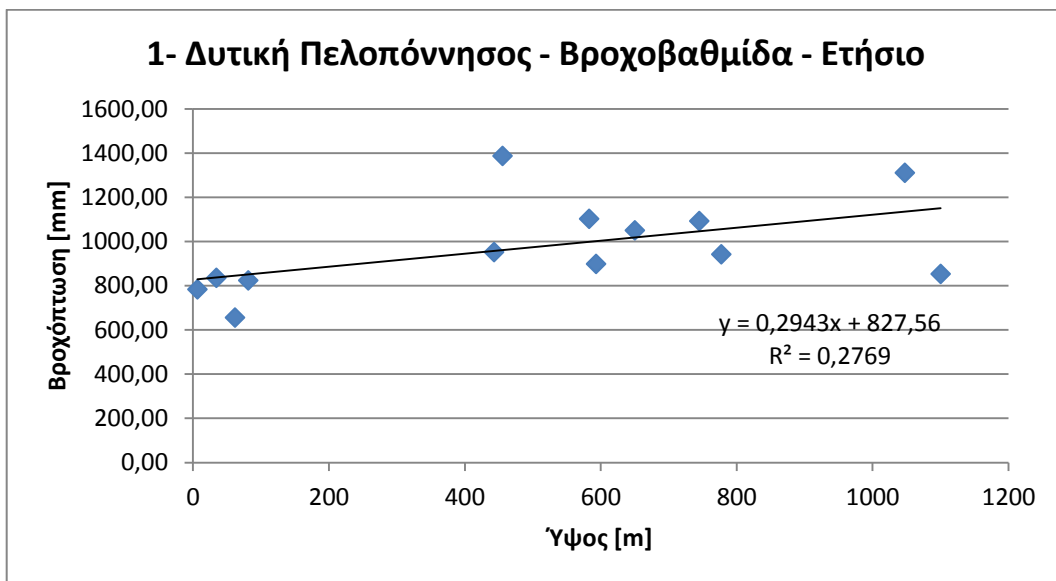
Πίνακας 3-4 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Δυτικής Πελοποννήσου



Πίνακας 3-5 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Δυτικής Πελοποννήσου

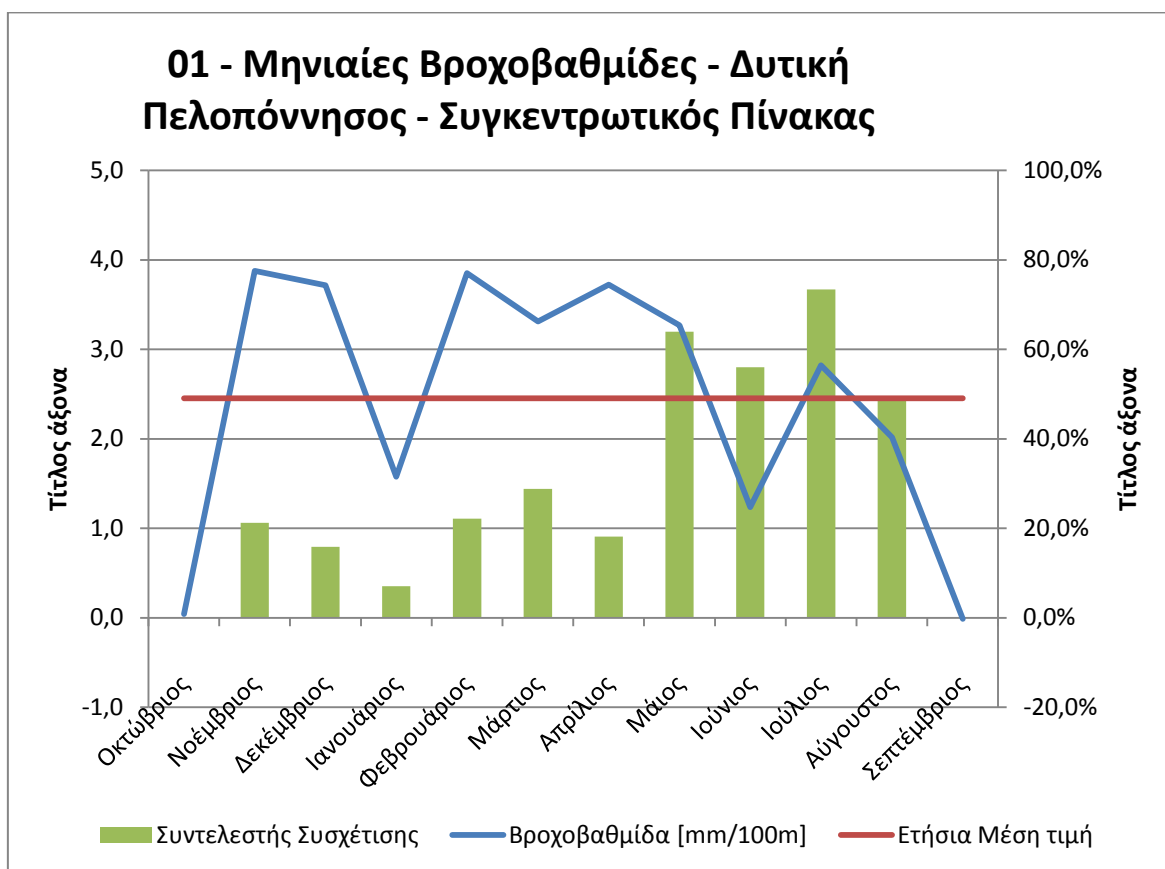


Πίνακας 3-6 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Δυτικής Πελοποννήσου



Πίνακας 3-7 : Διάγραμμα Ετήσιου Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Δυτικής Πελοποννήσου

Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων στον κατωτέρω πίνακα:



Πίνακας 3-8 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων Διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου

3.6. Αποτίμηση Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα

Παρατηρείται ότι στο **Υδατικό Διαμέρισμα της Δυτικής Πελοποννήσου** η τιμή της βροχοβαθμίδας κυμαίνεται από 0,0 μέχρι 4,0mm/100m με μέση τιμή τα 2,5mm/100m.

Οι μέγιστες τιμές παρατηρούνται τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Απρίλιο και Μάιο (περί τα 3,7mm/100m), ενώ οι ελάχιστες τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο (0,0mm/100m).

Με κριτήριο τη μηνιαία βροχοβαθμίδα οι μήνες μπορούν να καταταχθούν ως εξής:

- Νοέμβριος, Δεκέμβριος, Μάρτιος, Απρίλιος και Μάιος με βροχοβαθμίδα περί τα 3,5mm/100m
- Ιανουάριος, Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος με βροχοβαθμίδα περί τα 1,0-3,0mm/100m.
- Σεπτέμβριος και Οκτώβριος με βροχοβαθμίδα 0,0mm/100m.

Οι μήνες που η συσχέτιση της βροχοβαθμίδας κρίνεται ως στατιστικά σημαντική είναι οι Μάιος, Ιούνιος, Ιούλιος. Ο Αύγουστος παρουσιάζει επίσης ισχυρή συσχέτιση 48%, ενώ οι μήνες από τον Σεπτέμβριο έως τον Απρίλιο παρουσιάζουν πολύ μικρότερες συσχετίσεις από 20%-0%. Η συσχέτιση για τη μέση ετήσια τιμή της βροχοβαθμίδας αγγίζει το 28%.

Ο σταθμός του Κεφαλίνου παρουσιάζει σε αρκετές περιπτώσεις να έχει μεγάλη απόκλιση από τους υπόλοιπους όμοιων υψομέτρων και προτείνεται η περαιτέρω διερεύνηση της αξιοπιστίας του.

Κεφάλαιο 4

2ο Υδατικό Διαμέρισμα –Βόρεια Πελοπόννησος

4.1. Εισαγωγικά

Το Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου έχει έκταση 7.310 km², από τα οποία τα 1.309 km² ανήκουν στα νησιά Κεφαλονιά, Ιθάκη και Ζάκυνθο. Το νότιο όριο του Διαμερίσματος είναι ο υδροκρίτης που ξεκινά από το ακρωτήριο Κατάκολο, συνεχίζει στους ορεινούς όγκους Φολόη, Λάμπεια, Ερύμανθο, Αροάνια, στο υψίπεδο Καλαβρύτων, στο νότιο όριο της κλειστής Λεκάνης Φενεού, στους ορεινούς όγκους του Ολίγυρτου, Λύρκειου και Ονείων, και καταλήγει στο ακρωτήριο Τραχήλι μέσω των κορυφών Τραπεζώνα και Πολίτη (Κ/Ξ, 2005).

Ο πληθυσμός του, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 2001 ήταν 615 288 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση.

Το Διαμέρισμα περιλαμβάνει τμήματα των Περιφερειών Πελοποννήσου, Δυτικής Ελλάδας και Ιόνιων Νήσων, και αποτελείται από τους Νομούς Κεφαλληνίας και Ζακύνθου, το μεγαλύτερο μέρος των Νομών Κορινθίας και Αχαΐας, το μισό του Νομού Ηλείας, και μικρό μέρος του Νομού Αργολίδας.

Μεγάλος αριθμός φορέων εμπλέκεται στην έρευνα, αξιοποίηση, χρήση και προστασία των νερών του διαμερίσματος. Αρμόδιες για τη διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων των λεκανών απορροής του Διαμερίσματος είναι οι Διευθύνσεις Υδάτων των περιφερειών Δυτικής Ελλάδας (με έδρα την Πάτρα), Πελοποννήσου (με έδρα την Τρίπολη), και Ιονίων Νήσων (με έδρα την Κέρκυρα) για το νησιωτικό τμήμα.

4.2. Γενικά Χαρακτηριστικά Υδατικού Διαμερίσματος

4.2.1. Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά

Το γεωμορφολογικό ανάγλυφο χαρακτηρίζεται γενικά ορεινό (600–2.400 m) και απότομο στο εσωτερικό, ημιορεινό (100–600 m) στην εξωτερική περίμετρό του, και πεδινό (0–100 m) στην παράκτια ζώνη του. Οι μεγαλύτερες πεδινές εκτάσεις αναπτύσσονται στις Λεκάνες των ποταμών Πηνειού, Πύρρου και Γλαύκου, και στο εσωτερικό στις κλειστές Λεκάνες Φενεού και Στυμφαλίας. Παράκτιες λίμνες σχηματίζονται μεταξύ Αράξου και Κυλλήνης.

4.2.2. Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά

Στο δυτικό τμήμα του Διαμερίσματος (ηπειρωτικό και νησιωτικό) επικρατεί θαλάσσιο μεσογειακό κλίμα, στο ανατολικό τμήμα χερσαίο μεσογειακό, ενώ στο ορεινό τμήμα το κλίμα εξελίσσεται σε ορεινό.

Εκτιμάται ότι η μέση ετήσια τιμή της βροχόπτωσης για το ηπειρωτικό τμήμα του Διαμερίσματος είναι 860 mm. Στο νησιωτικό τμήμα εκτιμάται ότι η μέση βροχόπτωση είναι 950 mm. Η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται στα παράλια του ηπειρωτικού τμήματος μεταξύ 500 και 800 mm, στο νησιωτικό μεταξύ 1.000 και 1.200mm ενώ στις ορεινές περιοχές ξεπερνά τα 1.200mm (ΥΒΕΤ, Συνοπτική Έκθεση για τους Υδατικούς Πόρους, 1989) (ΥΒΕΤ, Συνοπτική Έκθεση για τους Υδατικούς Πόρους, 1989)). Τα χαμηλότερα ύψη βροχής παρατηρούνται στις ανατολικές περιοχές.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία του Διαμερίσματος είναι 18–18.5°C στο ηπειρωτικό τμήμα και 18–19°C στο νησιωτικό.

4.2.3. Κύριες Υδρολογικές Λεκάνες Απορροής

Οι κύριες υδρολογικές λεκάνες του Διαμερίσματος είναι η Λεκάνη του Πηνειού και η Λεκάνη του Πύρρου. Το μεγαλύτερο νησί είναι η Κεφαλονιά με έκταση 808 km². Υδρολογικά στοιχεία για τις λεκάνες αυτές παρατίθενται στη συνέχεια:

Πηνειός

Πρόκειται για τη μεγαλύτερη Λεκάνη του Διαμερίσματος, με έκταση 868 km². Αποστραγγίζεται από τον Πηνειό, που διασχίζει την ορεινή και ημιορεινή Ηλεία και καταλήγει σήμερα στην τεχνητή λίμνη του φράγματος (τοποθεσία Κέντρο). Στο φράγμα καταλήγει και ο παραπόταμος Πηνειακός Λάδωνας,

που έχει ροή σε όλο το μήκος του. Ο Πηνειός και ο Πηνειακός Λάδωνας τροφοδοτούνται από τις πηγές του καρστικού συστήματος του νότιου Ερύμανθου.

Πύρρος

Η Λεκάνη του Πύρρου έχει έκταση 600 km² και αναπτύσσεται στη δυτική Αχαΐα. Αποστραγγίζεται από τον ποταμό Πύρρο, που πηγάζει από πηγές του καρστικού συστήματος βόρειου Ερύμανθου, και έχει ροή σε όλη τη διάρκεια του έτους. Στο πεδινό τμήμα της λεκάνης (κάμπος Κάτω Αχαΐας) συμβάλλουν τρεις σχετικά μεγάλοι χείμαρροι.

Νήσος Κεφαλονιά

Η Κεφαλονιά έχει έκταση 808 km² και είναι ιδιαίτερα ορεινή. Μικρή πεδινή έκταση διαμορφώνεται στον όρμο Σάμης-Αγίας Ευφημίας, όπου καταλήγουν διάφοροι μικροί χείμαρροι. Λόγω της γεωλογικής δομής δεν εμφανίζει αξιόλογη επιφανειακή απορροή, αφού το σύνολο της ωφέλιμης βροχόπτωσης κατεισδύει στο αναπτυγμένο και περίπλοκα δομημένο καρστικό σύστημα του νησιού.

Άλλες λεκάνες

Η Λεκάνη του Γλαύκου που έχει έκταση 165 km². Η Λεκάνη του Σελινούντα έχει έκταση 300 km² και αναπτύσσεται κυρίως στους ανθρακικούς σχηματισμούς Ερύμανθου και Παναχαϊκού. Το καρστικό σύστημα που αναπτύσσεται στους σχηματισμούς αυτών αποτελεί την κύρια τροφοδοσία του ποταμού. Η Λεκάνη του Βουραϊκού έχει έκταση 233 km² και αναπτύσσεται κυρίως στους ανθρακικούς σχηματισμούς Ερύμανθου και Παναχαϊκού. Το καρστικό σύστημα που αναπτύσσεται στους σχηματισμούς αυτούς αποτελεί την κύρια τροφοδοσία του ποταμού. Η Λεκάνη του Κράθη έχει έκταση 149 km² και ένα μέρος της αναπτύσσεται στους ασβεστόλιθους της Πίνδου. Το

καρστικό σύστημα Μαρμάτι, που αναπτύσσεται σε αυτούς, αποτελεί την κύρια τροφодοσία του ποταμού. Η Λεκάνη του Ασωπού έχει έκταση 286 km².

4.3. Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης

Για τη Βόρεια Πελοπόννησο, επιλέγονται 22 σταθμοί καταγραφής βροχομετρήσεων σε όλο το Διαμέρισμα. Πληροφορίες που αφορούν τους Σταθμούς παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

Βόρεια Πελοπόννησος						
A/A	Αριθμός Λεκάνης	Όνομα Σταθμού	Φορέας	Νομός - Επαρχία	Ύψος	Διαθέσιμα Έτη Δεδομένων
1	210	Κουμάνη	ΥΠΓΕ	ΗΛΕΙΑΣ - Ηλείας	658,8	22
2	210	Ξηροχώρι	ΥΠΓΕ	ΑΧΑΙΑΣ - Πατρών	290,9	22
3	220	Αστέριο	ΥΠΔΕ	ΑΧΑΙΑΣ - Πατρών	214,3	22
4	260	Κάτω Βλασιά	ΔΕΗ	ΑΧΑΙΑΣ - Καλαβρύτων	769,7	22
5	299	Αγ. Αθανάσιος(Αίγιο)	ΥΠΔΕ	ΑΧΑΙΑΣ - Αιγιαλείας	37,2	22
6	262	Καλύβια	ΔΕΗ	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ - Κορίνθου	850	22
7	262	Κάτω Ταρσός	ΥΠΔΕ	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ - Κορίνθου	867,3	22
8	264	Λαύκα	ΥΠΔΕ	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ - Κορίνθου	722,5	22
9	267	Κοντόσταυλος	ΥΠΔΕ	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ - Κορίνθου	317,2	22
10	271	Χάλκειο	ΥΠΔΕ	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ - Κορίνθου	272,2	22
11	290	Αργοστόλι	ΕΜΥ	ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ - Κραναίας	1	46
12	265	Κόρινθος	ΕΜΥ	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ - Κορίνθου	15	46
13	291	Ζάκυνθος	ΕΜΥ	ΖΑΚΥΝΘΟΥ - Ζακύνθου	8	46
14	299	Πάτρα	ΕΜΥ	ΑΧΑΙΑΣ - Πατρών	1	46

Πίνακας 4-1 : Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης Υδατικού Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου

Οι σταθμοί αναπτύσσονται με αραιή πυκνότητα σε όλο το χώρο του Διαμερίσματος. Κατά μέσο όρο ένας σταθμός εμφανίζεται ανά 520km².

Όσον αφορά την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, ως προς το υψόμετρο καταγραφής, οι σταθμοί κατανέμονται σε υψόμετρα περίπου έως τα 850m ύψος.

Στον κατωτέρω χάρτη απεικονίζονται το Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου, καθώς και η θέση των σταθμών που επιλέχθηκαν προς αντιπροσώπευση αυτού.



Εικόνα 4-1 : Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου

4.4. Υπολογισμός - Εκτίμηση Μηνιαίων Βροχοβαθμίδων

4.4.1. Υπολογισμός Μέσων Βροχοπτώσεων

Για κάθε σταθμό υπολογίζεται η Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση ανά μήνα, καθώς και η Μέση Ετήσια Βροχόπτωση που κατέγραψε ο σταθμός. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

Βόρεια Πελοπόννησος													
Όνομα Σταθμού	Μέσες Τιμές Μηνιαίας Βροχόπτωσης [mm]												Μέση Ετήσια [mm]
	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	
Κουμάνη	114,9	259,5	334,2	227,2	154,2	125,2	168,9	113,0	23,6	25,2	23,2	62,2	1631,2
Ξηροχώρι	62,7	129,4	111,0	80,3	82,5	64,8	63,8	40,1	12,6	18,8	14,7	51,2	732,0
Αστέριο	56,8	96,7	113,7	66,5	71,7	65,4	47,9	28,3	9,9	6,1	5,6	21,9	590,6
Κάτω Βλασιά	83,4	199,3	218,0	144,8	137,3	108,5	93,1	43,9	16,1	21,7	23,6	48,3	1138,1
Αγ. Αθανάσιος (Αίγιο)	70,6	111,3	114,1	82,2	77,8	70,5	48,6	25,4	5,6	4,4	7,0	19,6	637,1
Καλύβια	56,0	134,2	142,7	81,6	69,5	59,5	58,5	42,7	21,4	23,8	38,8	26,1	754,6
Κάτω Ταρσός	71,4	129,8	125,6	71,7	70,0	61,1	57,3	36,2	20,4	16,4	35,4	25,5	720,8
Λαύκα	80,9	178,2	188,1	138,8	120,2	113,3	85,9	47,1	19,8	20,8	31,5	30,6	1055,1
Κοντόσταυλος	54,3	97,2	91,6	71,1	66,1	74,9	31,0	22,7	9,9	2,9	13,5	13,6	548,6
Χάλκειο	43,0	84,6	80,1	80,2	59,3	70,0	33,2	21,2	9,3	4,5	11,3	11,0	507,7
Αργοστόλι	87,5	144,7	163,2	115,2	98,4	76,3	50,5	19,8	8,7	6,6	10,1	48,6	829,4
Κόρινθος	54,9	63,4	73,9	68,7	55,7	60,4	27,4	20,0	11,1	4,4	4,7	18,9	463,4
Ζάκυνθος	108,1	155,3	183,0	133,5	100,3	77,5	46,3	16,7	7,2	4,9	7,1	37,2	877,0
Πάτρα	76,3	117,7	110,5	89,1	78,7	61,2	46,0	25,8	9,6	6,0	5,8	32,4	659,2

Πίνακας 4-2 : Μηνιαίες Βροχοπτώσεις Υδατικού Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου

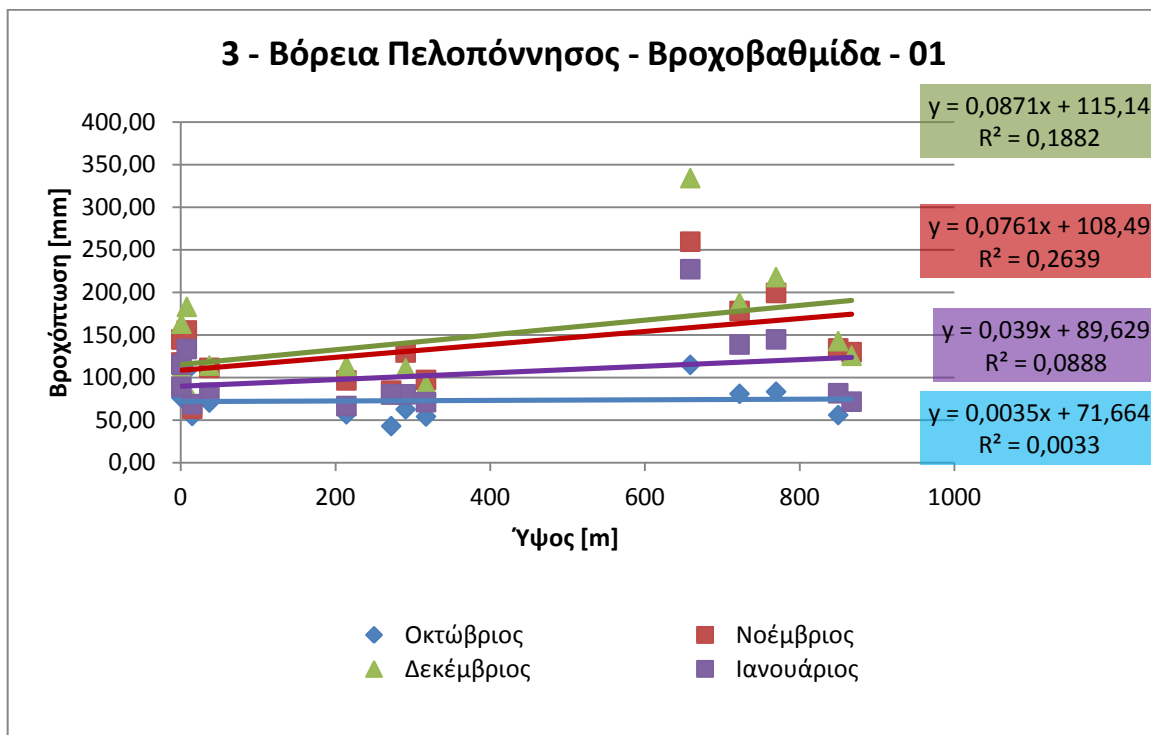
4.4.2. Υπολογισμός Βροχοβαθμίδων

Συσχετίζοντας γραμμικά τις τιμές των βροχοπτώσεων με τα υψόμετρα των σταθμών προκύπτουν τιμές της βροχοβαθμίδας. Τα αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένου και του βαθμού συσχέτισης, παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

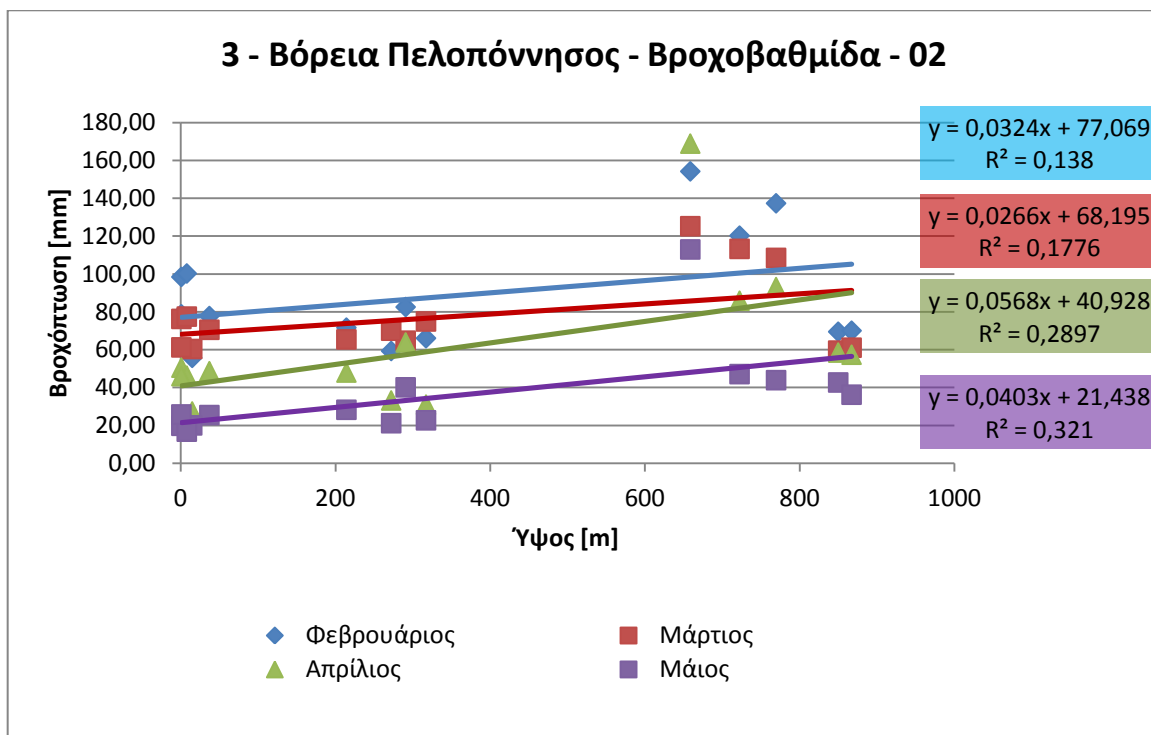
02 - Βόρεια Πελοπόννησος			
	Βροχοβαθμίδα [mm/100m]	Συντελεστής Συσχέτισης	Στατιστική Ση- μαντικότητα Γρ. Συσχέτισης - Όριο 53%
Οκτώβριος	0,3	0,3%	Ψευδής
Νοέμβριος	7,6	26,4%	Ψευδής
Δεκέμβριος	8,7	18,8%	Ψευδής
Ιανουάριος	3,9	8,9%	Ψευδής
Φεβρουάριος	3,2	13,8%	Ψευδής
Μάρτιος	2,7	17,8%	Ψευδής
Απρίλιος	5,7	29,0%	Ψευδής
Μάιος	4,0	32,1%	Ψευδής
Ιούνιος	1,5	81,3%	Αληθής
Ιούλιος	2,1	71,3%	Αληθής
Αύγουστος	3,3	89,8%	Αληθής
Σεπτέμβριος	0,8	3,2%	Ψευδής
Μέσο Ετήσιο [mm]	43,9	23,7%	Ψευδής

Πίνακας 4-3 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου

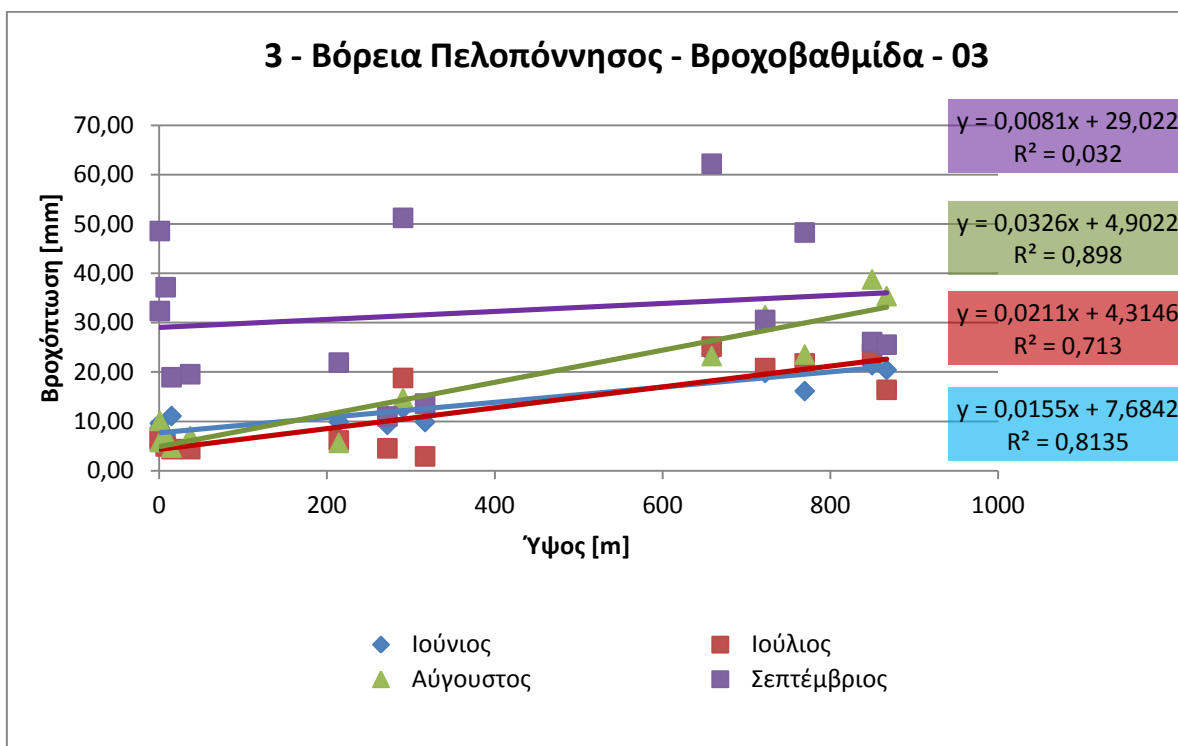
Επιπλέον, στα ακόλουθα διαγράμματα παρουσιάζεται η συσχέτιση βροχόπτωσης - υψομέτρου σταθμού ανά μήνα και ανά έτος.



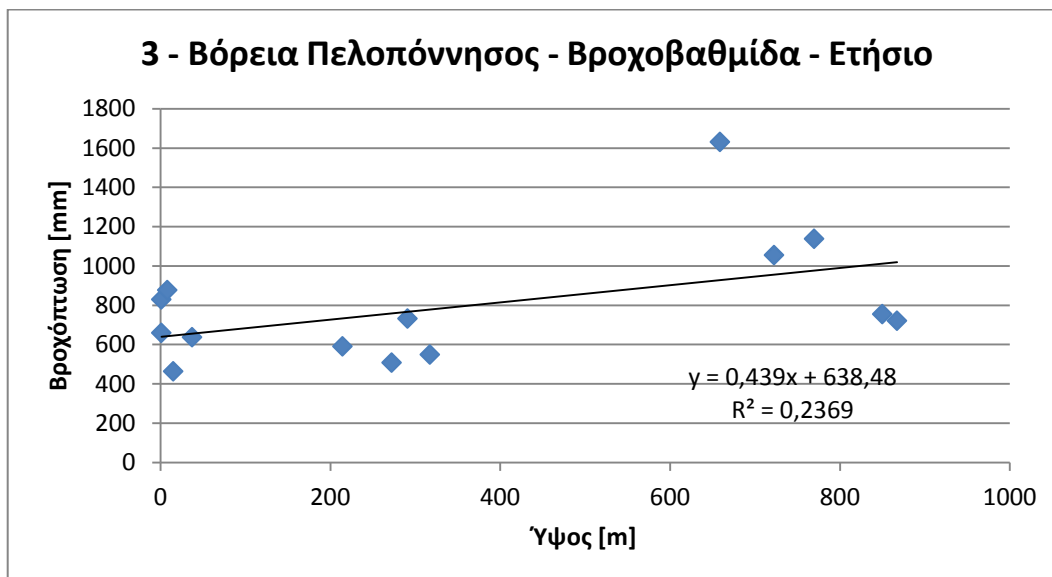
Πίνακας 4-4 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Βόρειας Πελοποννήσου



Πίνακας 4-5 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Βόρειας Πελοποννήσου

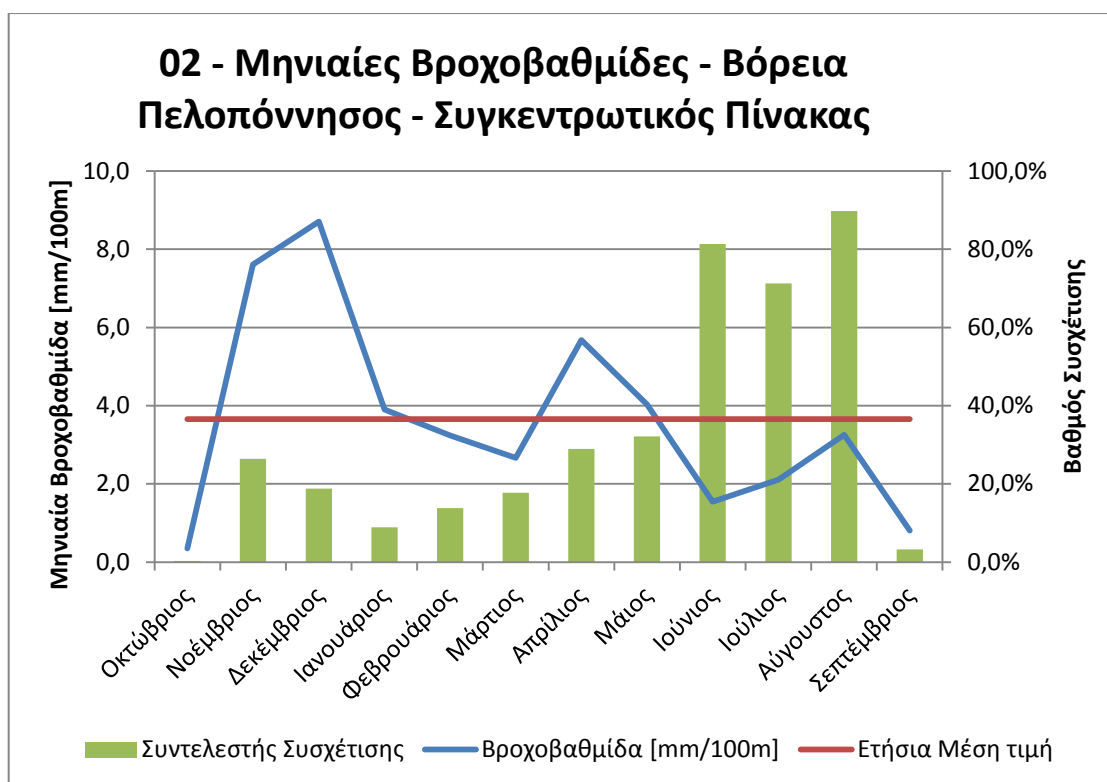


Πίνακας 4-6 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Βόρειας Πελοποννήσου



Πίνακας 4-7 : Διάγραμμα Υπολογισμού Ετήσιας Βροχοβαθμίδας Βόρειας Πελοποννήσου

Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων στον κατωτέρω πίνακα:



Πίνακας 4-8 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου

4.5. Ιδιαιτερότητες Δείγματος - Περαιτέρω Διερεύνηση

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω διαγράμματα το δείγμα των σταθμών, για το Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου, παρουσιάζει στην πλειοψηφία των μηνών μη στατιστικά χαμηλή συσχέτιση κυμαινόμενη από πολύ μικρό συντελεστή συσχέτισης 0% μέχρι 30%.

Το Υδατικό Διαμέρισμα της Βόρειας Πελοποννήσου έχει σαν χαρακτηριστικό ότι εκτείνεται από την Δυτική (ομβροπλευρά) έως την Ανατολική (ομβροσκιά) πλευρά της Ελλάδος, ενώ περιλαμβάνει και δύο νησιά του Ιονίου.

Ο μικρός πληθυσμός των σταθμών του δείγματος, σε συνδυασμό με τη μεγάλη χωρική διασπορά τους, δεν καθιστά δυνατή περαιτέρω διερεύνηση σε μικρότερη χωρική κλίμακα.

4.6. Αποτίμηση Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα

Παρατηρείται ότι στο **Υδατικό Διαμέρισμα της Βόρειας Πελοποννήσου** η τιμή της βροχοβαθμίδας κυμαίνεται από 0,3 μέχρι 8,7mm/100m με μέση τιμή τα 3,65mm/100m.

Η μέγιστη τιμή παρατηρείται το μήνα Δεκέμβριο (8,7mm/100m), ενώ η ελάχιστη το μήνα Οκτώβριο (0,3mm/100m).

Με κριτήριο τη μηνιαία βροχοβαθμίδα οι μήνες μπορούν να καταταχθούν ως εξής:

- Σεπτέμβριος και Οκτώβριος με σχεδόν μηδενική βροχοβαθμίδα, μικρότερη των 1,0mm/100m
- Ιούνιος και Ιούλιος με βροχοβαθμίδα από περί τα 2,0mm/100m.
- Ιανουάριος έως Μάιος με βροχοβαθμίδες περίπου από 3,0 μέχρι 5,5mm/100m.
- Νοέμβριος και Δεκέμβριος με υψηλές βροχοβαθμίδες, άνω των 7,0mm/100m.

Η συσχέτιση που παρουσιάζει η γραμμική παλινδρόμηση, για το δείγμα της Βόρειας Πελοποννήσου, προκύπτει μη στατιστικά σημαντική για τους μήνες από Σεπτέμβρη μέχρι Μάιο, με τους Οκτώβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο να παρουσιάζουν πολύ μικρή συσχέτιση, κάτω του 10% και όλους τους υπόλοιπους μήνες να παρουσιάζουν μεγαλύτερες συσχετίσεις μέχρι και 30%. Η συσχέτιση για τη μέση ετήσια τιμή της βροχοβαθμίδας αγγίζει το 25%.

Οι σταθμοί Κουμάνη, Κάτω Ταρσός και Καλύβια, προτείνεται να εξεταστεί περαιτέρω η αξιοπιστία τους, καθότι παρατηρείται μεγάλη συστηματική απόκλιση από την αναμενόμενη βροχόπτωση.

Κεφάλαιο 5

3ο Υδατικό Διαμέρισμα – Ανατολική Πελοπόννησος

5.1. Εισαγωγικά

Το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου έχει όρια προς τα δυτικά τον Ταΰγετο και το Μαίναλο, βόρεια τον ορειογραφικό άξονα Ολύγιρτου – Λυρκείων - Ονείων, ανατολικά τον Πάρνωνα, τον Αργολικό Κόλπο και τον Κόλπο της Επιδαύρου και νότια το Λακωνικό Κόλπο. Στο Διαμέρισμα υπάγονται και οι νήσοι Κύθηρα, Σπέτσες, Ύδρα και Πόρος, καθώς και η χερσόνησος των Μεθάνων. Η συνολική έκταση του διαμερίσματος είναι 8.477 km². Ο πληθυσμός του Διαμερίσματος, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 2001 ήταν 288.285 κάτοικοι, παρουσιάζοντας μικρή αύξηση (Κ/Ξ, 2005).

Το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου ανήκει διοικητικά εξ ολοκλήρου στην Περιφέρεια Πελοποννήσου. Περιλαμβάνει το σύνολο σχεδόν των Νομών Αργολίδας και Λακωνίας, το ήμισυ περίπου του Νομού Αρκαδίας και μικρά τμήματα των Νομών Αττικής και Κορινθίας.

Μεγάλος αριθμός φορέων εμπλέκεται στην έρευνα, αξιοποίηση, χρήση και προστασία των νερών του διαμερίσματος. Αρμόδια για τη διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων των λεκανών απορροής του Διαμερίσματος είναι η Διεύθυνση Υδάτων της περιφέρειας Πελοποννήσου (με έδρα την Τρίπολη).

5.2. Γενικά Χαρακτηριστικά Υδατικού Διαμερίσματος

5.2.1. Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά

Το Υδατικό Διαμέρισμα έχει ανάγλυφο σύνθετο: απότομο και κρημνώδες στην ορεινή ζώνη (με υψόμετρο 600–2.400 m) και ομαλό στην πεδινή και λοφώδη ζώνη. Οι οροσειρές του Ταΰγετου στα δυτικά και του Πάρνωνα στα νοτιοανατολικά χωρίζονται από την κοιλάδα του ποταμού Ευρώτα. Στα βορειοδυτικά του διαμερίσματος βρίσκονται οι πόλγες της Τρίπολης, του Λεβιδίου και της Κανδήλας, που οριοθετούνται δυτικά από το Μαίναλο, α-

νατολικά από το Αρτεμίσιο-Κτενάς και βόρεια από τις οροσειρές του άξονα Ολύγυρτου και Λυρκείων. Οι τελευταίες οροσειρές χωρίζουν το οροπέδιο με τις πιο πάνω πόλγες από τις βορειότερες πόλγες Φενεού, Στυμφαλίας, Σκοτεινής και Αλέας, οι οποίες βρίσκονται εκτός Διαμερίσματος. Στα ανατολικά του Διαμερίσματος διακρίνονται τα ορεινά συγκροτήματα Ονείων, Αραχναίου και Διδύμου μεταξύ του Αργολικού Κόλπου και του Κόλπου της Επιδαύρου ((ΙΓΜΕ, 1996)).

5.2.2. Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά

Στο ανατολικό τμήμα του Διαμερίσματος, η θερμοκρασία κατά μέσο όρο κυμαίνεται από 21 ως 33°C το καλοκαίρι και από 6 ως 15°C το χειμώνα. Στο βόρειο και κεντρικό τμήμα η θερμοκρασία κυμαίνεται από 16 ως 30°C το καλοκαίρι και από 2 ως 10°C το χειμώνα κατά μέσο όρο. Ελάχιστες είναι οι μέρες με αρνητική θερμοκρασία. Ο πιο θερμός μήνας είναι ο Ιούλιος και ο πιο ψυχρός ο Ιανουάριος. Η μέση ετήσια θερμοκρασία μεταβάλλεται από περίπου 18°C στα παράλια ως 14°C στα ορεινά.

Το μέσο ετήσιο ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου είναι 774 mm. Οι περισσότερες βροχές πέφτουν κατά τη χειμερινή και εαρινή περίοδο. Οι χιονοπτώσεις είναι συνηθισμένο φαινόμενο και λαμβάνουν χώρα κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου-Απριλίου. Οι χαλαζοπτώσεις είναι σπάνιες.

Η μέση ετήσια νέφωση κυμαίνεται από 2.1 όγδοα στα παράλια ως 3.7 όγδοα στα ορεινά.

5.2.3. Κύριες Υδρολογικές Λεκάνες Απορροής

Στο Υδατικό Διαμέρισμα αναπτύσσονται πολλές υδρολογικές λεκάνες, οι κυριότερες από τις οποίες είναι οι ακόλουθες:

- Η Λεκάνη του Ευρώτα (1.738km²) , συμπεριλαμβανομένου και του Βασιλοποτάμου.
- Η Λεκάνη Βαρδούνια (Σμύνους), που τροφοδοτείται κυρίως από τις πηγές Αγίας Μαρίνας.

- Η Λεκάνη Τρίπολης (907km²), που αποστραγγίζεται μέσω καταβοθρών στην παράκτια περιοχή Άστρους-Κιβερίου. Μικρές ποσότητες διακινούνται δυτικά προς τη Λεκάνη του Λάδωνα.

- Η Λεκάνη του Ίναχου (533km²) με διαλείπουσα ροή.

5.3. Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης

Για την Ανατολική Πελοπόννησο, επιλέγονται 22 σταθμοί καταγραφής βροχομετρήσεων σε όλο το Διαμερίσμα. Πληροφορίες που αφορούν τους Σταθμούς παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

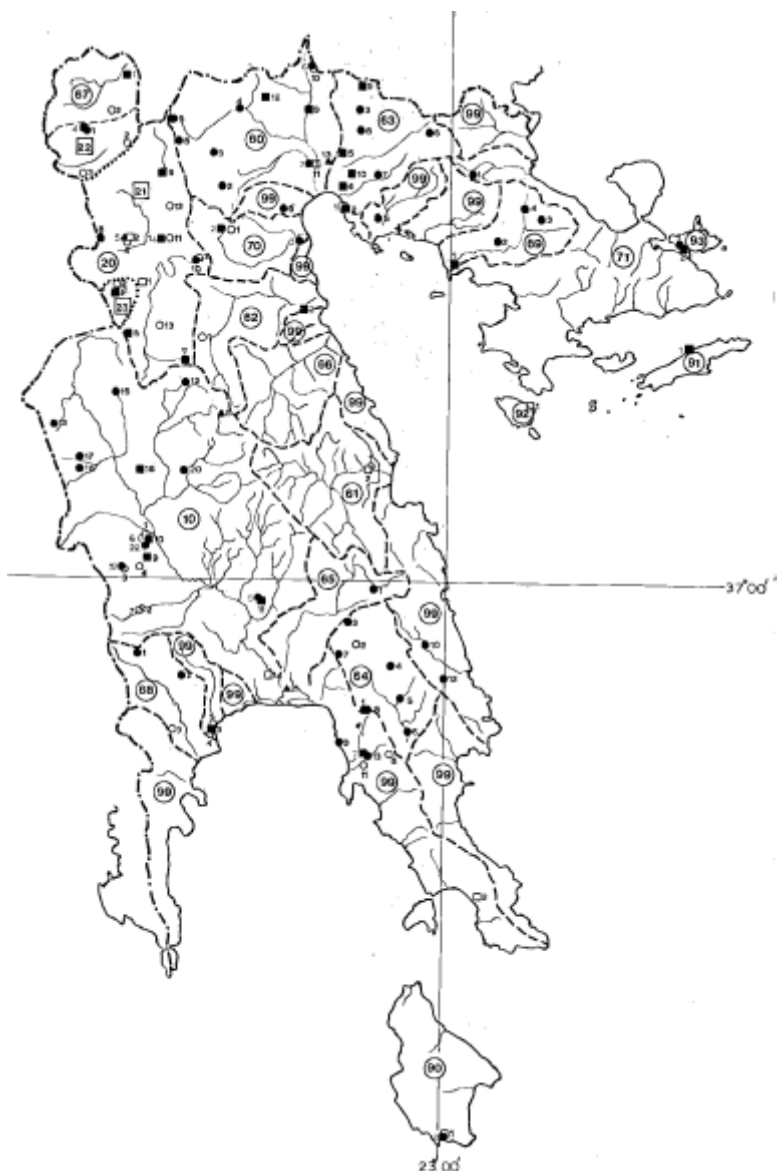
Ανατολική Πελοπόννησος						
A/A	Αριθμός Λεκάνης	Όνομα Σταθμού	Φορέας	Νομός - Επαρχία	Ύψος	Διαθέσιμα Έτη Δεδομένων
1	310	Βρονταμάς	ΥΠΔΕ	ΛΑΚΩΝΙΑΣ - Λακεδαίμονος	140,6	22
2	310	Καστόρειο	ΥΠΓΕ	ΛΑΚΩΝΙΑΣ - Λακεδαίμονος	478,2	22
3	321	Νεστάνη	ΥΠΔΕ	ΑΡΚΑΔΙΑΣ - Μαντινείας	647,5	22
4	323	Σιλίμνα		ΑΡΚΑΔΙΑΣ - Μαντινείας	898,0	22
5	360	Πυργέλλα	ΥΠΓΕ	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - Άργους	11,6	22
6	360	Νεοχώριο	ΥΠΔΕ	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - Άργους	703,5	22
7	360	Κεφαλόβρυσο	ΥΠΓΕ	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - Άργους	772,5	22
8	360	Στερνά	ΥΠΓΕ	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - Άργους	177,1	22
9	363	Ν. Ροείνο	ΥΠΓΕ	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - Ναυπλίας	173,3	22
10	363	Προσύμνη	ΥΠΓΕ	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - Άργους	251,1	22
11	365	Έλος		ΛΑΚΩΝΙΑΣ - Λακεδαίμονος	4,5	22
12	366	Αγ. Δημήτριος		ΛΑΚΩΝΙΑΣ - Λακεδαίμονος	344,2	22
13	367	Κανδήλα	ΥΠΔΕ	ΑΡΚΑΔΙΑΣ - Μαντινείας	762,3	22
14	369	Ίρια	ΥΠΓΕ	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - Ναυπλίας	20,1	22
15	370	Κιβέριο	ΥΠΓΕ	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - Άργους	27,6	22
16	393	Πόρος	ΥΠΔΕ	ΑΤΤΙΚΗΣ - Τροιζηνίας	20,0	22
17	399	Ασίνη	ΥΠΓΕ	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - Ναυπλίας	31,4	22
18	399	Ασωπός Μολάων	ΥΠΓΕ	ΛΑΚΩΝΙΑΣ - Επιδ.-Λιμηράς	64,7	22
19	371	Λυγουριό	ΥΠΓΕ	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - Ναυπλίας	342,1	22
20	399	Σκαφιδάκιο	ΥΠΓΕ	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ - Άργους	145,2	22
21	321	Τρίπολη	ΕΜΥ	ΑΡΚΑΔΙΑΣ - Μαντινείας	622,0	45
22	390	Κύθηρα	ΕΜΥ	ΑΤΤΙΚΗΣ - Κυθήρων	167,0	45

Πίνακας 5-1 : Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου

Οι σταθμοί κρίνεται ότι αντιπροσωπεύουν επαρκώς το Διαμέρισμα, όσων αφορά τη χωρική (κυρίως το βόρειο τμήμα) και τη χρονική διαθεσιμότητα των δεδομένων. Κατά μέσο όρο ένας σταθμός εμφανίζεται ανά 390km².

Όσων αφορά την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, ως προς το υψόμετρο καταγραφής, οι σταθμοί κατανέμονται σε υψόμετρα περίπου έως τα 850m ύψος.

Στον κατωτέρω χάρτη απεικονίζονται το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου, καθώς και η θέση των σταθμών που επιλέχθηκαν προς αντιπροσώπευση αυτού.





Εικόνα 5-1 : Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου

5.4. Υπολογισμός - Εκτίμηση Μηνιαίων Βροχοβαθμίδων

5.4.1. Υπολογισμός Μέσων Βροχοπτώσεων

Για κάθε σταθμό υπολογίζεται η Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση ανά μήνα, καθώς και η Μέση Ετήσια Βροχόπτωση που κατέγραψε ο σταθμός. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

Ανατολική Πελοπόννησος													
Όνομα Σταθ- μού	Μέσες Τιμές Μηνιαίας Βροχόπτωσης [mm]												Μέση Ετήσια
	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	

Βρονταμάς	52,6	110,6	97,8	72,1	62,6	50,7	36,7	21,4	7,6	9,6	10,4	11,7	543,7
Καστόρειο	87,4	219,2	216,3	163,1	139,0	116,3	82,3	48,0	17,0	33,2	37,5	42,5	1202,0
Νεστάνη	41,4	109,1	109,0	87,3	78,6	69,1	41,9	32,3	12,5	20,6	20,1	19,9	641,8
Σιλίμνα	76,3	177,8	192,1	141,3	123,8	125,4	80,3	48,9	16,5	36,6	30,4	30,7	1079,9
Πυργέλλα	48,1	91,6	66,4	67,9	52,1	55,3	35,4	20,1	8,4	10,6	17,4	14,5	487,7
Νεοχώριο	60,9	118,2	102,4	74,3	77,7	81,1	55,5	37,2	13,3	14,5	22,5	20,5	678,1
Κεφαλόβρυσο	85,2	158,8	143,2	106,2	112,2	109,3	64,3	47,9	15,0	18,3	22,1	24,4	906,9
Στερνά	51,6	112,9	91,9	89,8	65,7	72,2	35,5	24,3	13,9	11,3	17,7	11,8	598,7
Ν. Ροείνο	45,4	73,7	64,3	57,2	46,2	57,1	29,2	21,3	10,1	10,0	11,5	17,5	443,3
Προσύμη	49,8	89,6	85,6	68,1	60,2	73,1	37,4	24,9	13,6	15,4	19,5	20,7	557,8
Έλος	41,8	97,4	99,2	75,4	57,6	52,5	30,5	17,7	4,0	6,2	8,0	14,0	504,4
Αγ. Δημήτριος	53,8	120,0	132,4	94,7	75,7	69,2	48,3	21,4	7,6	9,8	12,7	7,3	652,8
Κανδήλα	75,9	132,2	133,4	96,8	97,1	92,9	64,5	44,2	20,7	22,8	32,6	27,3	840,2
Ίρια	55,6	73,2	61,6	46,2	32,5	42,1	27,1	15,8	7,3	3,8	10,3	12,0	387,4
Κιβέριο	64,2	98,8	71,3	77,7	63,2	70,3	32,5	19,6	9,1	9,7	16,7	17,6	550,7
Πόρος	55,8	92,4	106,1	81,2	59,2	78,4	38,2	14,0	10,9	3,7	9,3	12,5	561,8
Ασίνη	61,9	78,8	70,0	63,6	48,2	52,7	31,7	17,6	14,7	10,5	13,4	19,9	483,0
Ασωπός Μο- λάων	42,4	101,6	119,2	64,4	62,0	49,7	31,7	16,6	4,6	4,7	6,1	7,7	510,9
Λυγουριό	57,5	110,0	93,9	72,1	62,6	68,2	44,5	20,9	10,3	10,2	10,4	20,6	581,1
Σκαφιδάκιο	56,8	96,2	71,6	86,9	63,8	66,3	35,1	20,8	15,0	5,5	12,9	17,0	548,0
Τρίπολη	66,4	110,8	124,6	106,9	90,6	72,8	54,7	36,9	23,8	20,9	22,8	29,0	760,3
Κύθηρα	50,7	92,3	117,5	97,9	68,3	54,9	28,1	10,0	2,2	1,9	3,1	13,5	540,4

Πίνακας 5-2 : Μηνιαίες Βροχοπτώσεις Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου

5.4.2. Υπολογισμός Βροχοβαθμίδων

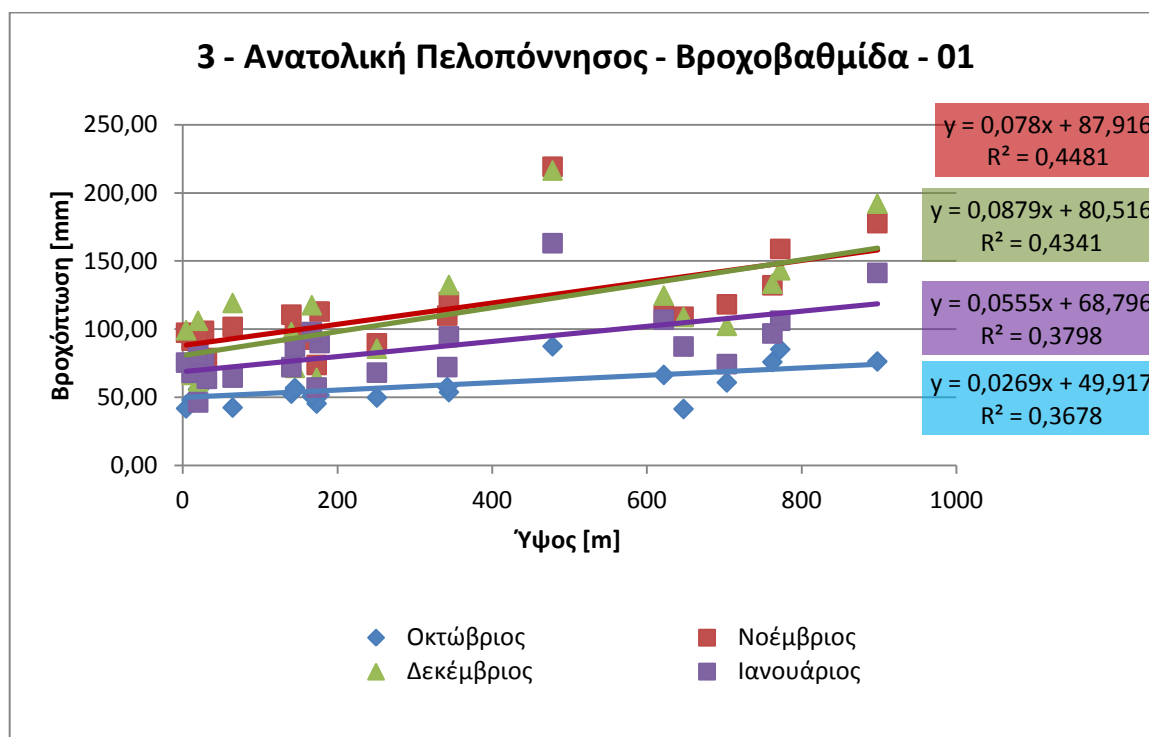
Συσχετίζοντας γραμμικά τις τιμές των βροχοπτώσεων με τα υψόμετρα των σταθμών προκύπτουν τιμές της βροχοβαθμίδας. Τα αποτελέσματα συμπεριλαμβανομένου και του βαθμού συσχέτισης παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

03 - Ανατολική Πελοπόννησος - Πίνακας Α			
	Βροχοβαθμίδα [mm/100m]	Συντελεστής Συσχέτισης	Στατιστική Ση- μαντικότητα Γρ. Συσχέτισης - Όριο 43%
Οκτώβριος	2,7	36,8%	Ψευδής
Νοέμβριος	7,8	44,8%	Αληθής

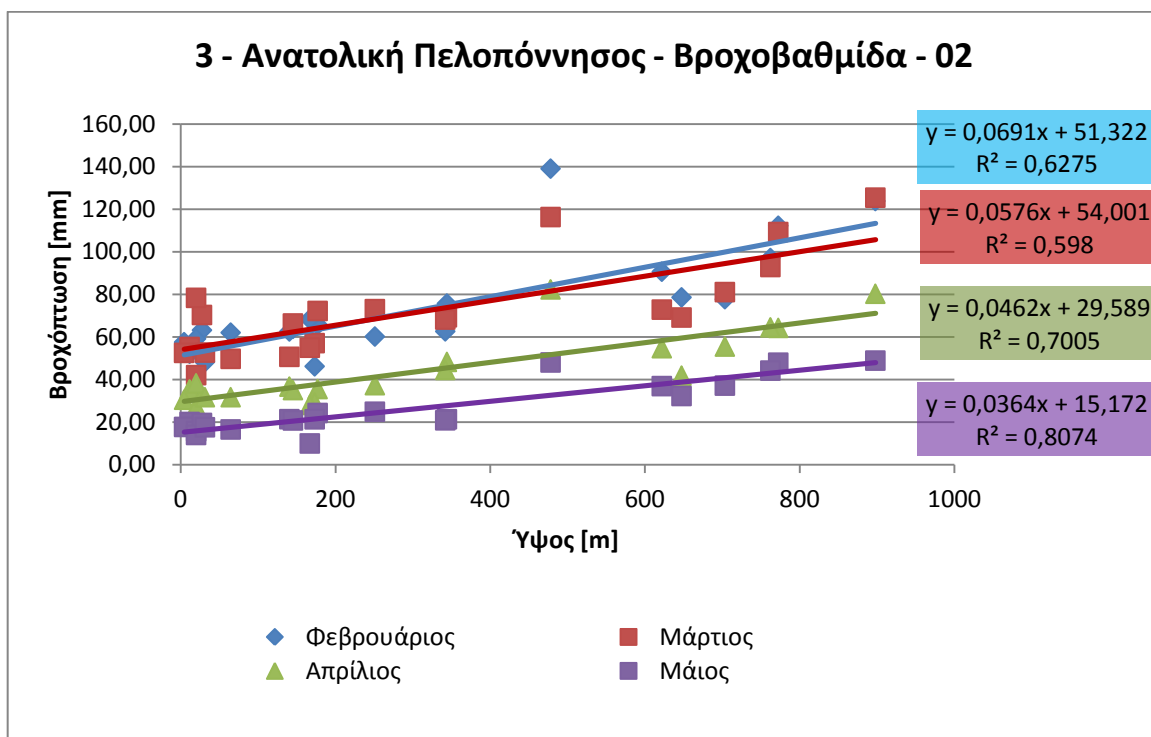
Δεκέμβριος	8,8	43,4%	Αληθής
Ιανουάριος	5,5	38,0%	Ψευδής
Φεβρουάριος	6,9	62,7%	Αληθής
Μάρτιος	5,8	59,8%	Αληθής
Απρίλιος	4,6	70,1%	Αληθής
Μάιος	3,6	80,7%	Αληθής
Ιούνιος	1,2	42,2%	Ψευδής
Ιούλιος	2,5	63,7%	Αληθής
Αύγουστος	2,2	54,5%	Αληθής
Σεπτέμβριος	1,8	43,1%	Αληθής
Μέσο Ετήσιο [mm]	53,4	60,1%	Αληθής

Πίνακας 5-3 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου

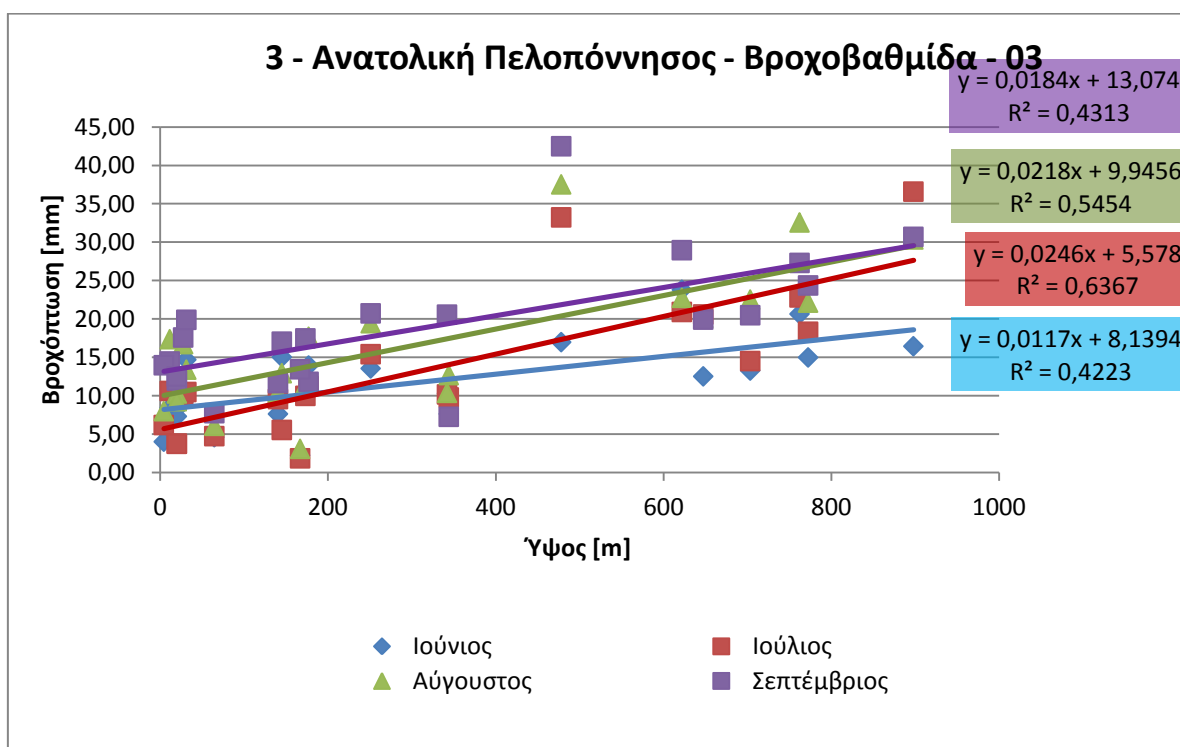
Επιπλέον, στα ακόλουθα διαγράμματα παρουσιάζεται η συσχέτιση βροχόπτωσης - υψομέτρου σταθμού ανά μήνα και ανά έτος.



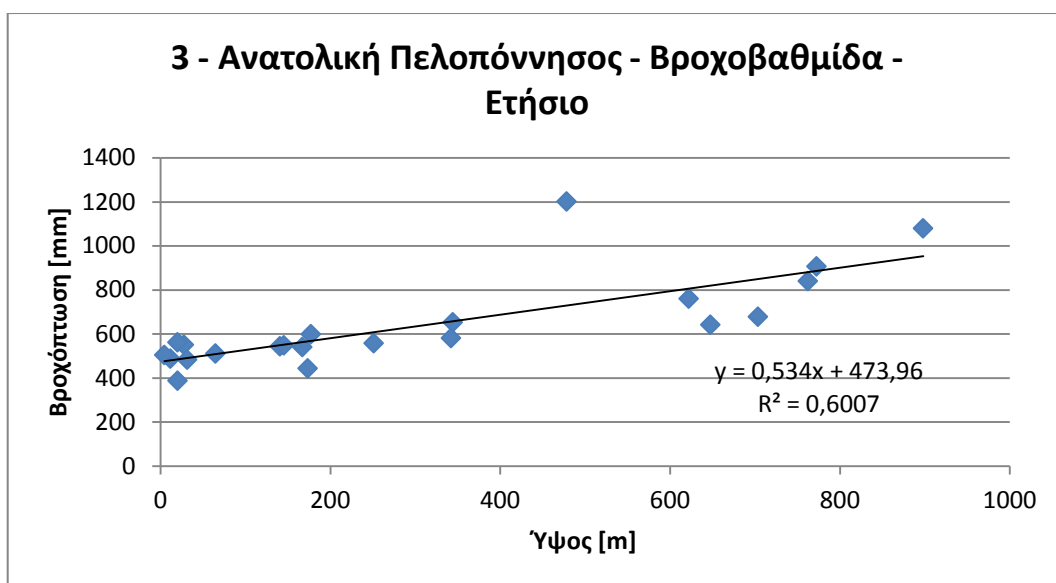
Πίνακας 5-4 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Ανατολικής Πελοποννήσου



Πίνακας 5-5 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Ανατολικής Πελοποννήσου

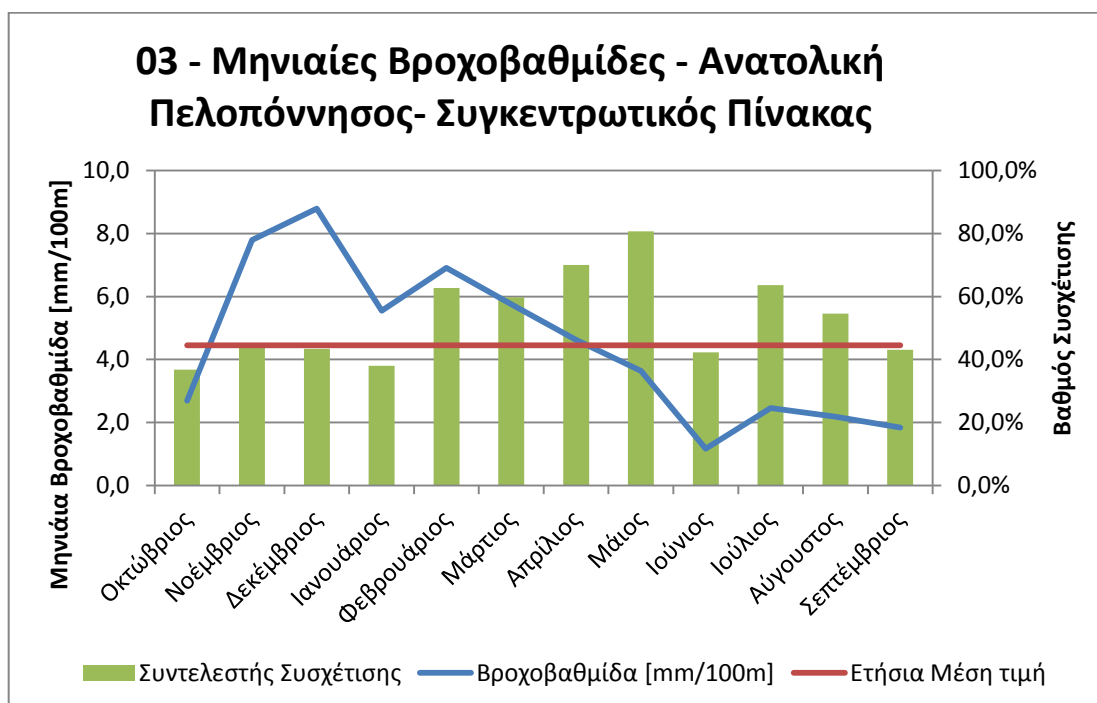


Πίνακας 5-6 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Ανατολικής Πελοποννήσου



Πίνακας 5-7 : Διάγραμμα Υπολογισμού Ετήσιας Βροχοβαθμίδας Ανατολικής Πελοποννήσου

Συνοπτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα:



Πίνακας 5-8 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων Διαμερίσματος Ανατολικής Πελοποννήσου

5.5. Ιδιαιτερότητες Δείγματος – Περαιτέρω Διερεύνηση

Το δείγμα των σταθμών παρουσιάζει πολύ καλή συσχέτιση στη γραμμική παλινδρόμηση για τον υπολογισμό της βροχοβαθμίδας. Εξαιτίας αυτής της παρατήρησης, αλλά λόγω του ότι ο αριθμός των σταθμών παρουσιάζεται μικρός αναλογικά με τον αριθμό των λεκανών απορροής, δεν κρίνεται σκόπιμο να υπάρξει περαιτέρω διερεύνηση με αλλαγή στη χωρική κλίμακα της μελέτης.

5.6. Αποτίμηση Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα

Παρατηρείται ότι στο **Υδατικό Διαμέρισμα της Ανατολικής Πελοποννήσου** η τιμή της μηνιαίας βροχοβαθμίδας κυμαίνεται από 1,2 μέχρι 8,8mm/100m με μέση τιμή τα 4,5mm/100m.

Οι μέγιστες τιμές παρατηρούνται το Νοέμβριο και το Δεκέμβριο (περί τα 8,0mm/100m) και οι ελάχιστες τους Ιούλιο και Σεπτέμβριο (περί τα 1,5mm/100m).

Με κριτήριο τη μηνιαία βροχοβαθμίδα οι μήνες μπορούν να καταταχθούν ως εξής:

- Νοέμβριος και Δεκέμβριος με βροχοβαθμίδα μεγαλύτερη των 7,5mm/100m
- Ιανουάριος έως Μάιος με βροχοβαθμίδα από τα 4,0mm/100m και άνω.
- Ιούνιος έως Οκτώβριος με βροχοβαθμίδα να κυμαίνεται από 1,0 μέχρι 2,5mm/100m..

Η συσχέτιση που παρουσιάζει η γραμμική παλινδρόμηση προκύπτει στατιστικά σημαντική, με εξαίρεση τους μήνες Οκτώβριο και Ιανουάριο οι οποίοι παρουσιάζουν συσχέτιση μεγαλύτερη του 35% με το όριο της στατιστικής σημαντικότητας να βρίσκεται στο 43%. Ο συντελεστής συσχέτισης των υπόλοιπων μηνών παρουσιάζεται υψηλός και κυμαίνεται από 45%-80% Η συσχέτιση για τη μέση ετήσια τιμή της βροχοβαθμίδας αγγίζει το 60%.

Ο σταθμός στο Καστόρειο εμφανίζεται να παρουσιάζει βροχοπτώσεις σημαντικά υψηλότερες από το αναμενόμενο του γραμμικού μοντέλου παλινδρόμησης και συστήνεται να εξεταστεί λεπτομερέστερα η αξιοπιστία του.

Κεφάλαιο 6

8ο Υδατικό Διαμέρισμα – Θεσσαλία

6.1. Εισαγωγικά

Το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας συμπίπτει σχεδόν με το αντίστοιχο γεωγραφικό Διαμέρισμα. Η συνολική έκταση του Διαμερίσματος είναι 13.377 km².

Ο πληθυσμός του Διαμερίσματος, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 2001 ήταν 750.445 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση 2.7%

6.2. Γενικά Χαρακτηριστικά Υδατικού Διαμερίσματος

6.2.1. Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά

Το Διαμέρισμα παρουσιάζει απλή γεωμορφολογική εικόνα, με τα ορεινά τμήματά του περιμετρικά και τα πεδινά στις κεντρικές περιοχές. Υπάρχουν πέντε ορεινοί όγκοι, μεταξύ των οποίων ο Όλυμπος, με υψόμετρο 2.917m, το ψηλότερο στην Ελλάδα. Το πεδινό τμήμα αναπτύσσεται σε ανατολική και δυτική περιοχή από τα χαμηλά Χαλκηδόνια Όρη. Το μέσο υψόμετρο του Διαμερίσματος είναι 285 m. Το Θεσσαλικό Πεδίο είναι τεκτονικό βύθισμα που περιβάλλεται από τις οροσειρές Ολύμπου-Καμβουνίων στα βόρεια, Πίνδου στα δυτικά, Όθρυος στα νότια και Πηλίου-Όσσας στα ανατολικά.

6.2.2. Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά

Το Υδατικό Διαμέρισμα διαιρείται σε τρεις περιοχές:

- την ανατολική παράκτια και ορεινή, με μεσογειακό κλίμα
- την κεντρική πεδινή, με ηπειρωτικό κλίμα
- τη δυτική ορεινή, με ορεινό κλίμα.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 16 ως 17°C. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος ξεπερνά τους 22°C. Οι πιο θερμοί μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος και οι πιο ψυχροί ο Ιανουάριος, ο Φεβρουάριος και ο Δεκέμβριος. Οι παγετοί είναι συχνοί και εμφανίζονται κατά την περίοδο Νοεμβρίου-Απριλίου.

Το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο Διαμέρισμα είναι σχετικά μεγάλο στα δυτικά, στη συνέχεια μειώνεται στο πεδινό τμήμα και αυξάνεται πάλι στο ορεινό ανατολικό τμήμα. Ενδεικτικές τιμές της ετήσιας βροχόπτωσης είναι 468mm στο σταθμό Λάρισας, 550mm στο σταθμό Τυρνάβου και 1.142 mm στον πιο ορεινό σταθμό του Μουζακίου (Κουτσογιάννης, Υδρολογική Διερεύνηση Του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας, 1988)). Στο σύνολο του διαμερίσματος, η μέση ετήσια επιφανειακή βροχόπτωση εκτιμάται σε 678 mm (Κ/Ξ, 2005)).

Οι πιο βροχεροί μήνες είναι από τον Οκτώβριο ως τον Ιανουάριο, ενώ οι πιο ξηροί οι Ιούλιος και Αύγουστος. Οι χιονοπτώσεις είναι συνηθισμένες, ιδιαίτερα στα ορεινά του Διαμερίσματος, και γίνονται πιο έντονες από τα νότια προς τα βόρεια και από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Οι περισσότερες χιονοπτώσεις παρατηρούνται τους μήνες Φεβρουάριο και Ιανουάριο. Στα δυτικά και ορεινά τμήματα του Διαμερίσματος, χρονικά αρχίζουν το Σεπτέμβριο και φτάνουν μέχρι τις αρχές Ιουλίου. Οι χαλαζοπτώσεις είναι επίσης συχνές, κυρίως κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο στα βόρεια του Διαμερίσματος και κατά τους μήνες Φεβρουάριο ως Απρίλιο στο νοτιοανατολικό τμήμα.

Η επικρατούσα φορά των ανέμων στα Διαμερίσματα ποικίλει (βορειοδυτικοί και νότιοι στο Βόλο, ανατολικοί στη Λάρισα, δυτικοί στα Τρίκαλα).

6.3. Κύριες Υδρολογικές Λεκάνες

Η κύρια υδρολογική λεκάνη του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας είναι η Λεκάνη του Πηνειού, με έκταση περίπου 9.500 km². Κυριότεροι παραπόταμοι του Πηνειού είναι προς τα νότια ο Ενιπέας, ο Φαρσαλιώτης, ο Σοφαδίτης και ο Καλέντζης, προς τα δυτικά-νοτιοδυτικά ο Πλιούρης (ή Πάμισος), ο Πορταϊκός και το Μουργκάνι, και στο βόρειο μέρος ο Ληθαίος, ο Νεοχωρίτης και ο Τιταρήσιος. Στο Υδατικό Διαμέρισμα βρίσκεται ακόμη και η κλειστή Λεκάνη της Κάρλας, καθώς και άλλα μικρότερα ρέματα.

6.4. Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης

Για την Θεσσαλία, επιλέγονται 13 σταθμοί καταγραφής βροχομετρήσεων σε όλο το διαμέρισμα. Πληροφορίες που αφορούν τους Σταθμούς παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

Θεσσαλία						
A/A	Κωδικός Αριθμός	Όνομα Σταθμού	Φορέας	Νομός - Επαρχία	Ύψος	Έτη Δεδομένων Βροχόπτωσης προς Επεξεργασία
1	812	Ελασσόνα	ΥΠΔΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Ελασσόνας	314	33
2	812	Λιβάδι	ΥΠΔΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Ελασσόνας	1183	33
3	812	Κρυόβρυση	ΥΠΓΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Ελασσόνας	1030	33
4	812	Καταφύγιο	ΥΠΔΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Ελασσόνας	2817	33
5	812	Πύθιο	ΥΠΓΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Ελασσόνας	750	33
6	812	Γιαννώτα	ΥΠΔΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Ελασσόνας	578	33
7	811	Ανάβρα	ΥΠΔΕ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ - Καρδίτσας	208	33
8	811	Λουτροπηγή	ΥΠΔΕ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ - Καρδίτσας	730	33
9	811	Π.Γιαννιτσού	ΥΠΓΕ	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ - Φθιώτιδας	960	33
10	811	Δομοκός	ΕΜΥ	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ - Δομοκού	615	33
11	821	Σωτήριο	ΥΠΓΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Λάρισας	51	33
12	811	Χαλκιάδες	ΥΠΓΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Φαρσάλων	250	33
13	811	Ζάππειο	ΥΠΔΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Λάρισας	170	33
14	811	Φάρσαλα	ΥΠΓΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Φαρσάλων	138	33

15	813	Σκοπιά	ΥΠΓΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Φαρσάλων	580	33
16	811	Πυργετός	ΥΠΔΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Τυρνάβου	31	33
17	822	Σπηλιά	ΥΠΔΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Λάρισας	813	33
18	899	Πολυδένδρι	ΔΕΗ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Λάρισας	100	33
19	812	Βερδικούσα	ΥΠΔΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Ελασσόνας	863	33
20	812	Τύρναβος	ΥΠΔΕ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Τυρνάβου	92	33
21	811	Φαρκαδώνα	ΥΠΔΕ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ - Τρικάλων	87	33
22	811	Λάρισα	ΕΜΥ	ΛΑΡΙΣΑΣ - Λάρισας	73	33
23	811	Βαθύλακος	ΔΕΗ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ - Καρδίτσας	800	33
24	811	Αμάραντος	ΥΠΓΕ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ - Καρδίτσας	800	33
25	899	Μακρυνίτσα	ΥΠΔΕ	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ - Βόλου	690	33
26	899	Βόλος	ΕΜΥ	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ - Βόλου	3	33
27	862	Αγχίαλος	ΕΜΥ	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ - Βόλου	15	33
28	811	Κονίσκος	ΥΠΓΕ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ - Καλαμπάκας	860	33
29	811	Μετέωρα	ΥΠΔΕ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ - Καλαμπάκας	596	33
30	811	Χρυσομηλιά	ΥΠΔΕ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ - Καλαμπάκας	940	33
31	811	Καλαμπάκα	ΕΜΥ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ - Καλαμπάκας	222	33
32	811	Ελάτη	ΥΠΔΕ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ - Τρικάλων	900	33
33	811	Στουρναρέικα	ΔΕΗ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ - Τρικάλων	860	33
34	811	Δρακότρυπα	ΔΕΗ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ - Καρδίτσας	680	33
35	811	Ταυρωπός	ΔΕΗ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ - Καρδίτσας	220	33
36	811	Μορφοβούνι	ΥΠΓΕ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ - Καρδίτσας	780	33

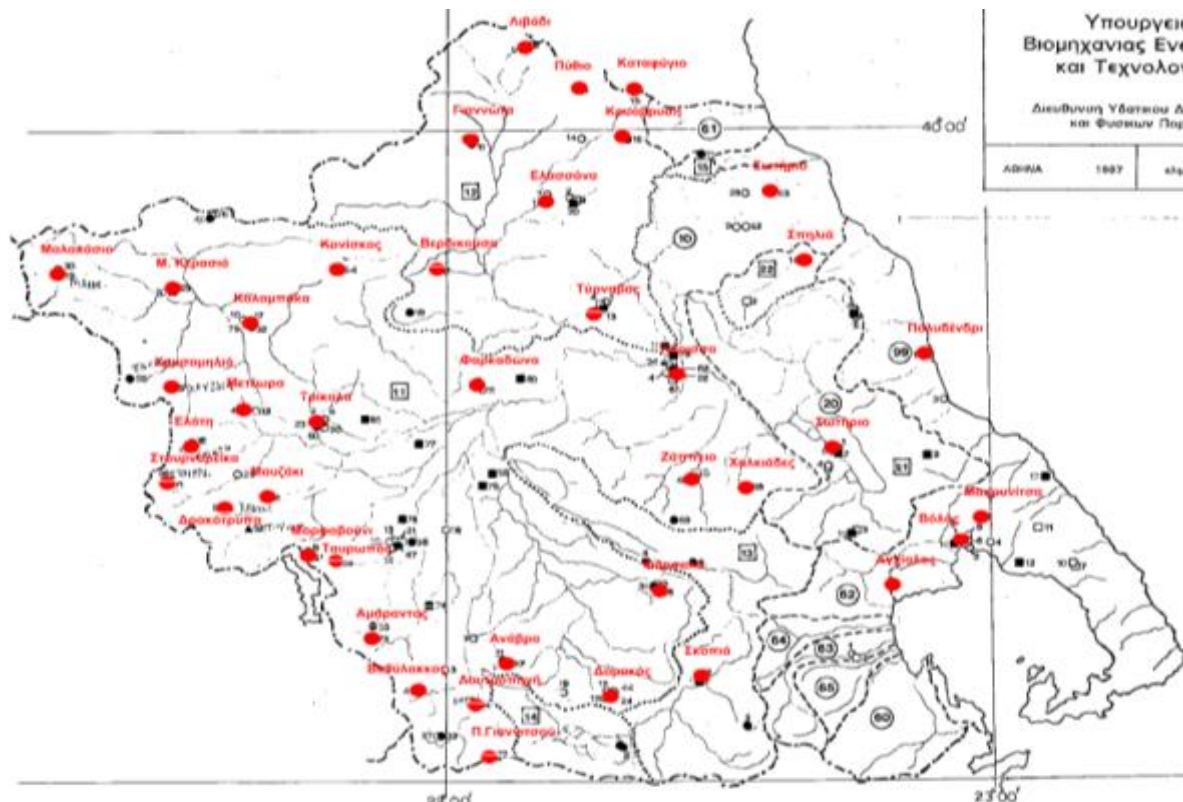
37	811	Μουζάκι	ΥΠΔΕ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ - Καρδίτσας	226	33
38	811	Τρίκαλα	ΕΜΥ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ - Τρικάλων	149	33
39	811	Μ. Κερασιά	ΥΠΔΕ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ - Καλαμπάκας	500	33
40	811	Μαλακάσιο	ΥΠΔΕ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ - Καλαμπάκας	842	33

Πίνακας 6-1: Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας

Οι σταθμοί κρίνεται ότι αντιπροσωπεύουν επαρκώς το Διαμέρισμα, όσον αφορά τη χωρική και τη χρονική διαθεσιμότητα των δεδομένων. Κατά μέσο όρο ένας σταθμός εμφανίζεται ανά 330km².

Όσον αφορά την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, ως προς το υψόμετρο καταγραφής, οι σταθμοί κατανέμονται σε υψόμετρα περίπου έως τα 1.100m ύψος. Επιπλέον, περιλαμβάνεται ένας σταθμός (Καταφύγιο Ολύμπου) σε αρκετά μεγάλο υψόμετρο (2.800m).

Στον κατωτέρω χάρτη απεικονίζονται το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, καθώς και η θέση των σταθμών που επιλέχθηκαν προς αντιπροσώπευση αυτού.



Εικόνα 6-1: Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας

6.5. Υπολογισμός - Εκτίμηση Μηνιαίων Βροχοβαθμίδων

6.5.1. Υπολογισμός Μέσων Βροχοπτώσεων

Για κάθε Σταθμό υπολογίζεται η Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση ανά μήνα καθώς και η Μέση Ετήσια Βροχόπτωση που κατέγραψε ο Σταθμός. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

Θεσσαλία													
Όνομα Σταθ- μού	Μέσες Τιμές Μηνιαίας Βροχόπτωσης [mm]												Μέση Ετήσια
	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	
Ελλάσωνα	49,1	67,5	61,4	46,8	40,8	50,2	44,3	57,6	37,4	36,7	28,5	34,5	554,8
Λιβάδι	62,7	92,1	65,3	65,3	63,4	63,1	68,8	76,0	49,4	30,1	33,6	34,7	704,5
Κρυόβρυση	52,8	74,4	62,9	57,1	43,8	62,2	65,1	78,4	52,3	41,2	34,8	31,6	656,6
Καταφύγιο	107,6	78,6	59,3	33,5	32,3	53,3	112,3	171,0	195,4	183,6	183,4	130,2	1340,5
Πύθιο	56,0	75,1	56,4	47,3	48,9	55,9	59,8	74,5	54,6	40,6	31,1	28,3	628,5
Γιαννώτα	47,8	64,5	68,3	53,1	49,2	57,0	42,1	51,9	30,6	40,4	24,9	29,2	558,9
Ανάβρα	84,0	86,7	94,6	78,4	85,0	89,1	57,5	49,2	28,4	18,0	18,9	25,6	715,4
Λουτροπηγή	94,9	110,5	123,9	124,7	101,5	95,7	74,2	57,9	28,3	19,8	26,1	36,7	893,9
Π.Γιαννιτσού	85,4	85,9	67,0	47,1	50,7	66,2	57,8	58,1	29,2	21,6	15,7	20,6	605,4
Δομοκός	73,1	76,0	64,4	52,6	51,4	49,4	50,7	53,6	27,5	18,5	18,2	27,8	563,0
Σωτήριο	38,0	61,4	42,2	30,6	17,0	28,7	28,9	38,1	22,9	19,0	11,3	66,1	404,2
Χαλκιάδες	53,0	64,0	65,1	42,9	54,5	51,9	35,8	37,0	28,1	33,1	20,1	26,3	511,8
Ζάππειο	49,0	68,9	65,1	53,7	41,6	53,1	38,3	40,4	25,9	22,9	15,2	27,7	501,8
Φάρσαλα	72,8	70,4	76,9	66,0	58,7	54,5	61,2	50,5	34,0	29,3	20,5	27,0	621,7
Σκοπιά	33,9	69,4	71,9	57,8	44,5	68,5	35,6	43,6	34,0	25,0	16,0	38,2	536,9
Πυργετός	94,4	88,2	103,1	105,3	66,6	89,2	60,7	57,4	38,5	19,4	23,1	49,7	795,6
Σπηλιά	103,6	88,9	109,0	99,9	87,6	91,2	73,5	67,3	35,9	23,3	24,4	47,0	851,6
Πολυδένδρι	90,8	84,8	74,5	76,3	102,9	67,3	70,0	36,5	40,0	30,0	11,6	44,6	729,3
Βερδικούσα	81,5	111,3	86,1	69,3	73,2	95,1	71,0	80,5	40,0	37,3	31,1	36,9	813,3
Τύρναβος	50,2	66,7	64,0	48,4	44,8	51,2	41,2	47,6	29,9	29,3	23,3	30,2	527,0
Φαρκαδώνα	52,9	67,6	74,7	59,8	53,0	56,6	45,4	49,8	26,8	26,1	15,2	25,6	553,5
Λάρισα	45,5	55,0	53,8	29,8	35,4	36,9	34,0	39,4	24,4	20,2	15,9	28,2	418,5
Βαθύλακος	122,8	135,4	176,0	121,7	121,4	110,3	86,4	52,7	43,0	22,0	22,0	43,9	1057,5
Αμάραντος	151,7	137,2	157,7	112,5	136,0	116,2	109,3	72,2	36,5	18,4	26,4	44,2	1118,1

Μακρυνίτσα	99,8	87,5	112,5	106,1	84,0	98,9	49,9	64,6	30,0	21,2	19,8	51,8	826,0
Βόλος	54,5	62,4	54,2	55,5	39,5	43,6	29,6	36,8	26,3	15,4	11,8	26,9	456,4
Αγχίαλος	61,5	60,7	63,2	47,8	48,6	50,9	37,1	38,9	20,5	17,2	17,6	29,0	493,1
Κονίσκος	82,5	97,4	89,9	77,1	84,9	93,9	74,4	74,6	49,4	34,7	28,0	27,7	812,8
Μετέωρα	91,4	114,7	109,5	100,8	84,5	83,3	64,9	57,1	28,0	22,1	19,0	33,2	805,5
Χρυσομηλιά	150,5	171,4	209,5	137,6	126,9	111,2	107,2	76,8	41,0	25,5	19,6	46,8	1224,0
Καλαμπάκα	79,1	115,6	97,8	76,4	80,4	76,4	66,7	47,5	35,0	19,4	14,4	29,3	738,1
Ελάτη	194,2	209,7	266,6	171,9	190,5	172,1	141,8	109,7	42,0	31,0	41,1	67,6	1638,2
Στουρναρέϊκα	195,0	280,0	329,2	215,6	213,5	171,4	165,5	116,1	41,4	30,2	31,6	67,8	1857,3
Δρακότρυπα	138,5	170,1	203,4	160,1	195,4	137,9	125,5	89,1	35,9	17,3	21,0	44,7	1339,1
Ταυρωπός	137,8	153,6	165,5	110,1	117,2	109,1	112,6	72,2	36,8	20,4	24,2	44,1	1103,5
Μορφοβούνι	119,0	116,4	126,5	61,1	92,2	103,8	92,8	57,6	32,1	22,1	25,7	39,2	888,6
Μουζάκι	130,6	135,0	159,0	134,6	128,2	118,0	94,3	59,5	30,5	20,2	21,3	36,0	1067,2
Τρίκαλα	75,8	89,0	96,5	79,4	78,8	79,2	61,1	43,7	29,0	18,5	15,0	27,8	693,7
Μ. Κερασιά	104,3	106,8	84,7	71,9	77,6	68,4	66,6	60,1	25,0	18,4	28,6	28,4	740,7
Μαλακάσιο	117,1	157,7	191,7	161,8	138,0	126,2	91,4	82,3	39,9	26,3	30,7	52,5	1215,5

Πίνακας 6-2: Μηνιαίες Βροχοπτώσεις Σταθμών Καταγραφής Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας

6.5.2. Υπολογισμός Βροχοβαθμίδων

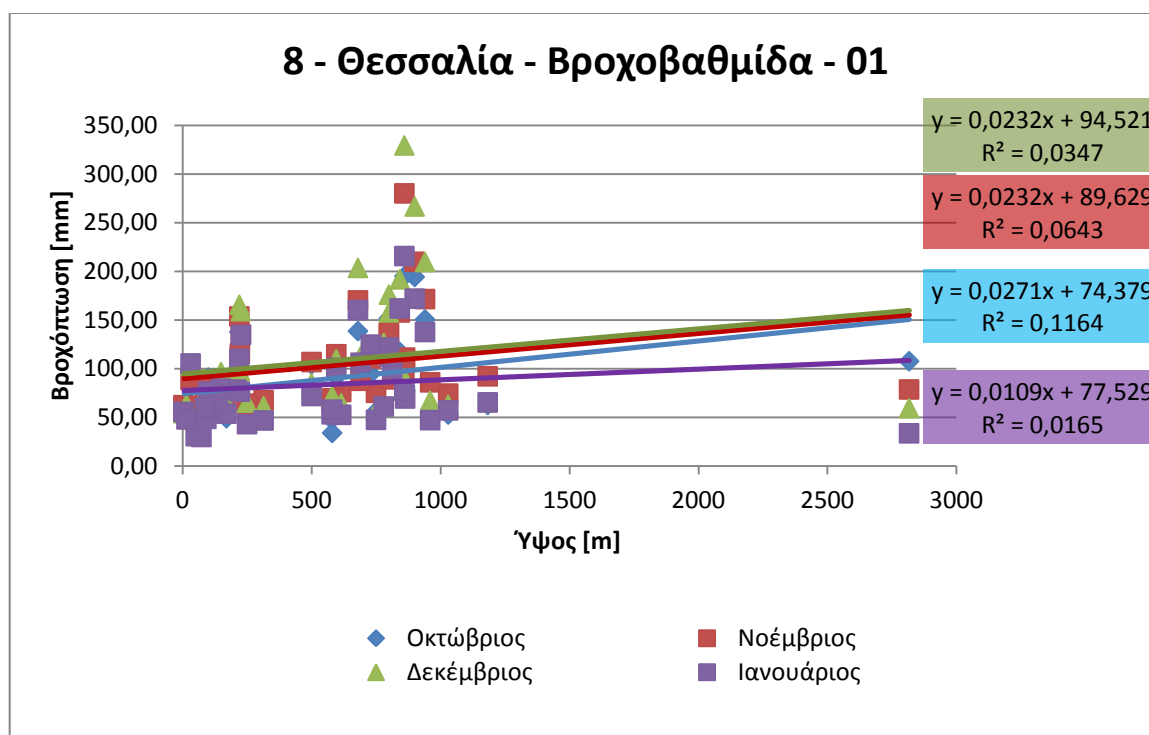
Συσχετίζοντας γραμμικά τις τιμές των βροχοπτώσεων με τα υψόμετρα των σταθμών προκύπτουν τιμές της βροχοβαθμίδας. Τα αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένου και του βαθμού συσχέτισης, παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

08 – Θεσσαλία – Βροχοβαθμίδα Διαμερίσματος (Πίνακας Α)			
	Βροχοβαθμίδα [mm/100m]	Συντελεστής Συσχέτισης	Στατιστική Σημαντικότητα Γρ. Συσχέτισης - Όριο 32%
Οκτώβριος	2,7	11,6%	Ψευδής
Νοέμβριος	2,3	6,4%	Ψευδής
Δεκέμβριος	2,3	3,5%	Ψευδής
Ιανουάριος	1,1	1,6%	Ψευδής

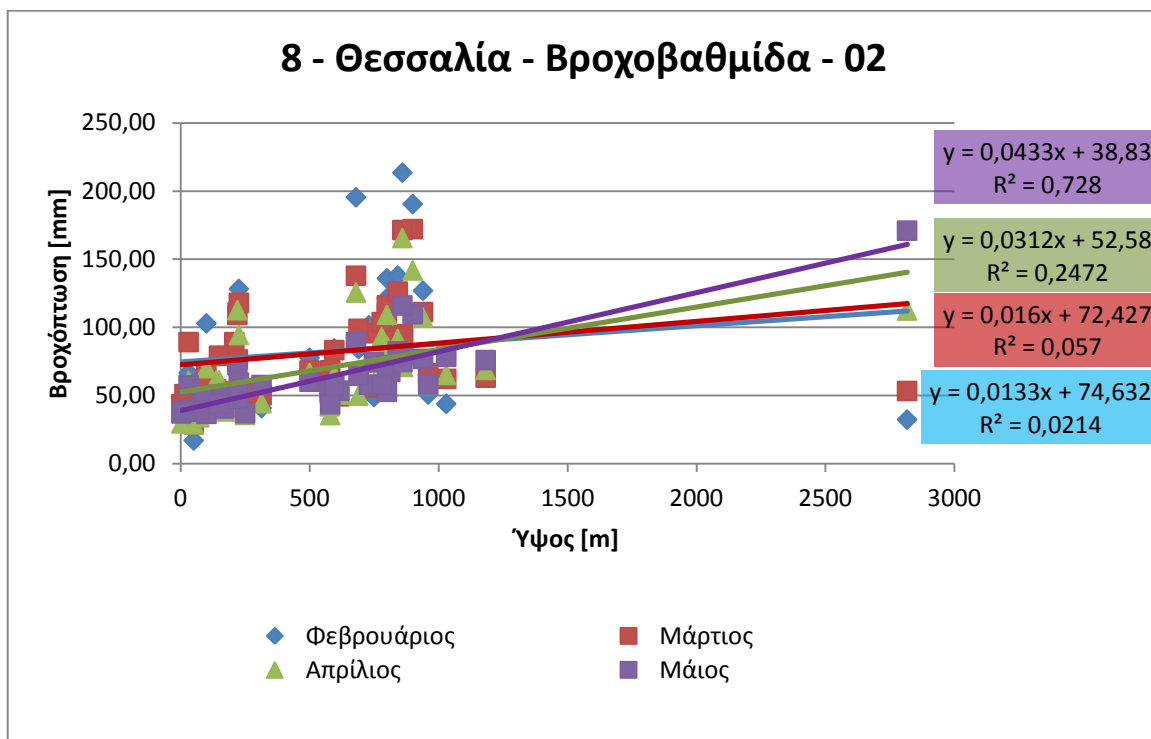
Φεβρουάριος	1,3	2,1%	Ψευδής
Μάρτιος	1,6	5,7%	Ψευδής
Απρίλιος	3,1	24,7%	Ψευδής
Μάιος	4,3	72,8%	Αληθής
Ιούνιος	4,3	67,0%	Αληθής
Ιούλιος	3,9	58,2%	Αληθής
Αύγουστος	4,3	66,9%	Αληθής
Σεπτέμβριος	2,5	44,9%	Αληθής
Μέσο Ετήσιο [mm]	33,9	26,4%	Ψευδής

Πίνακας 6-3 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερισματος Θεσσαλίας

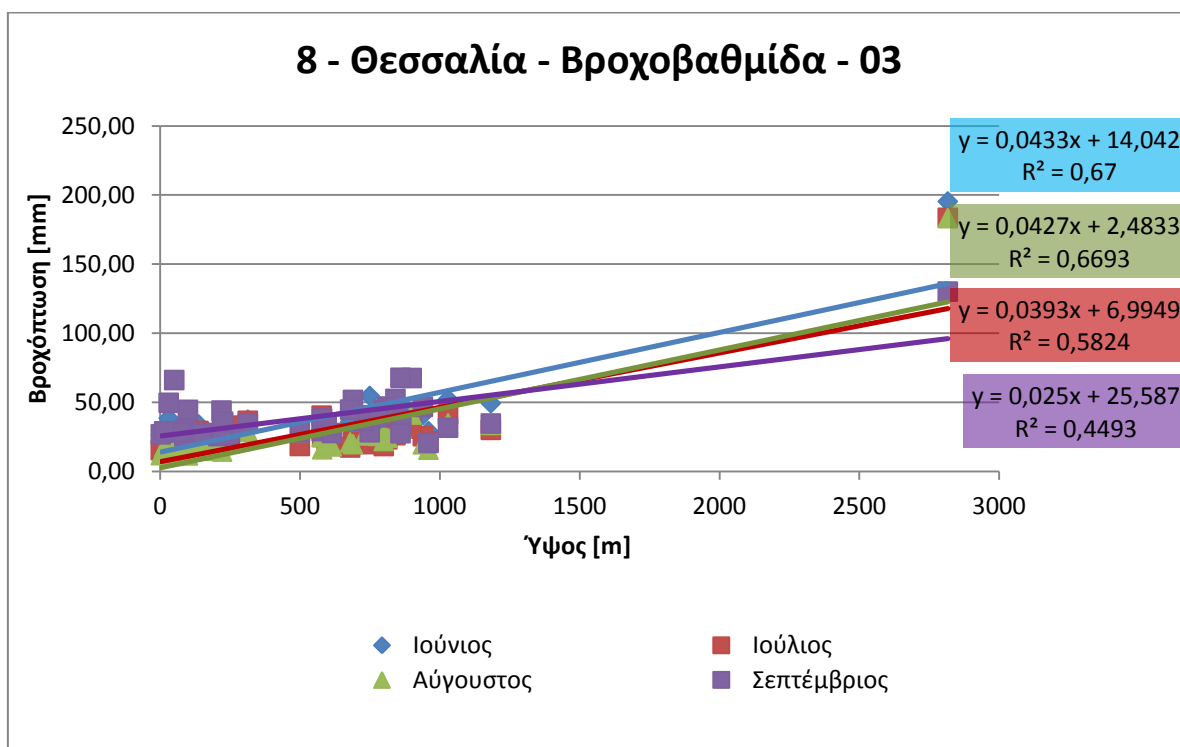
Επιπλέον, στα ακόλουθα διαγράμματα παρουσιάζεται η συσχέτιση βροχόπτωσης - υψομέτρου σταθμού ανά μήνα και ανά έτος.



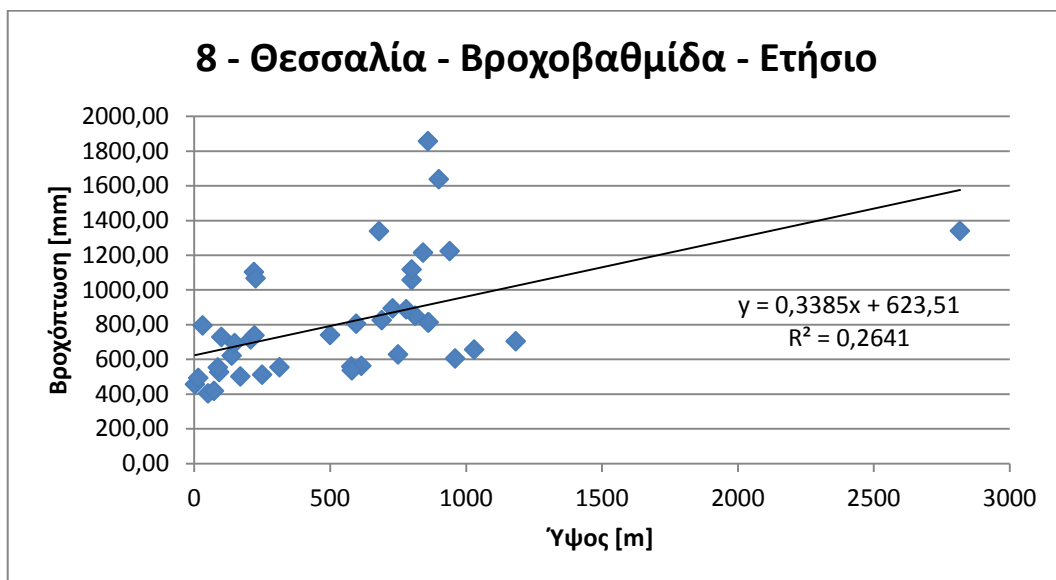
Πίνακας 6-4: Διάγραμμα (A) Υπολογισμού Μηνιαίας Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Θεσσαλίας



Πίνακας 6-5 : Διάγραμμα (A) Υπολογισμού Μηνιαίας Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Θεσσαλίας

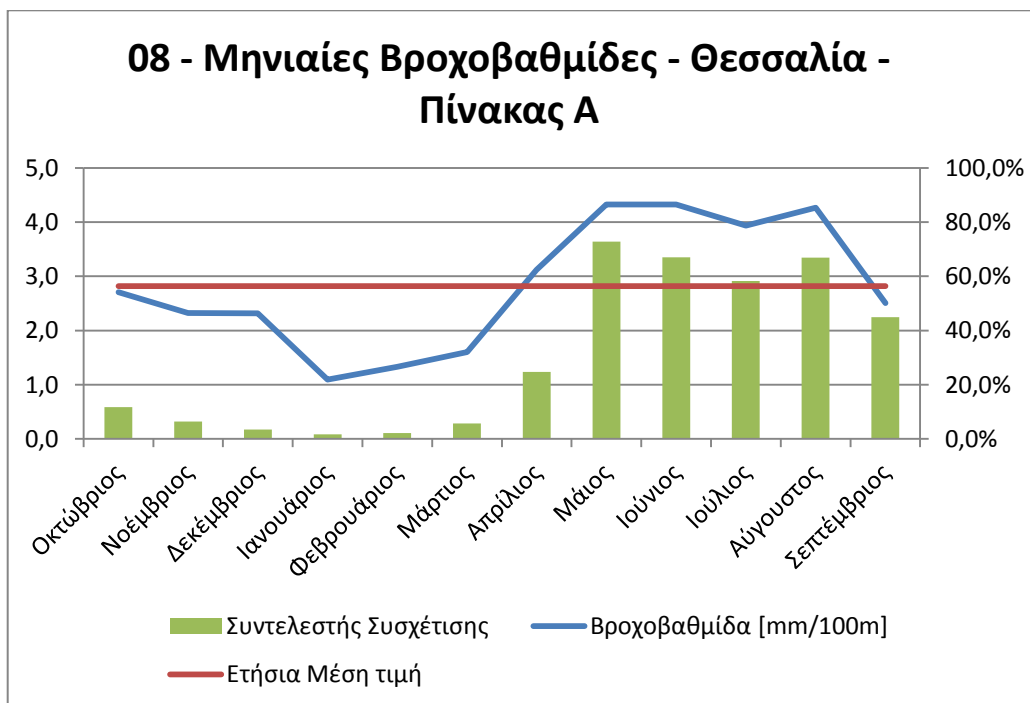


Πίνακας 6-6 : Διάγραμμα (A) Υπολογισμού Μηνιαίας Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Θεσσαλίας



Πίνακας 6-7 : Διάγραμμα (A) Υπολογισμού Ετήσιας Βροχοβαθμίδας Διαμερίσματος Θεσσαλίας

Συνοπτική παρουσίαση αποτελεσμάτων στον κατωτέρω πίνακα:



Πίνακας 6-8 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων Διαμερίσματος Θεσσαλίας

6.6. Επεξεργασία Αποτελεσμάτων – Ιδιαιτερότητες Δείγματος

Όπως διακρίνεται στα ανωτέρω διαγράμματα το δείγμα των σταθμών παρουσιάζει:

-Μη στατιστικά σημαντική συσχέτιση στον υπολογισμό της βροχοβαθμίδας για δεδομένα μέσης ετήσιας βροχόπτωσης

-Στατική σημαντική συσχέτιση κατά τους μήνες Μάιο έως Αύγουστο.

-Η κατανομή του δείγματος, λόγω παρουσίας ενός σταθμού σε μεγάλο υψόμετρο με μεγάλη διαφορά από τους άλλους σταθμούς (Καταφύγιο Ολύμπου σε ύψος 2.817m), εμφανίζει ευνοϊκή μορφή ως προς τη γραμμική συσχέτιση του (νέφος «όμοιων» σημείων απομακρυσμένο από ένα μοναδικό σημείο.

6.7. Περαιτέρω Διερεύνηση

Για την πληρέστερη διερεύνηση των αποτελεσμάτων επιλέγεται να γίνει ανάλυση με τις εξής τροποποιήσεις:

α. Ανάλυση χωρίς να συνυπολογιστεί ο σταθμός με το ακραίο ύψος (Καταφύγιο Ολύμπου).

β. Ανάλυση σε μικρότερη χωρική κλίμακα.

6.7.1. Διερεύνηση με εξαίρεση του σταθμού «Καταφύγιο Ολύμπου»

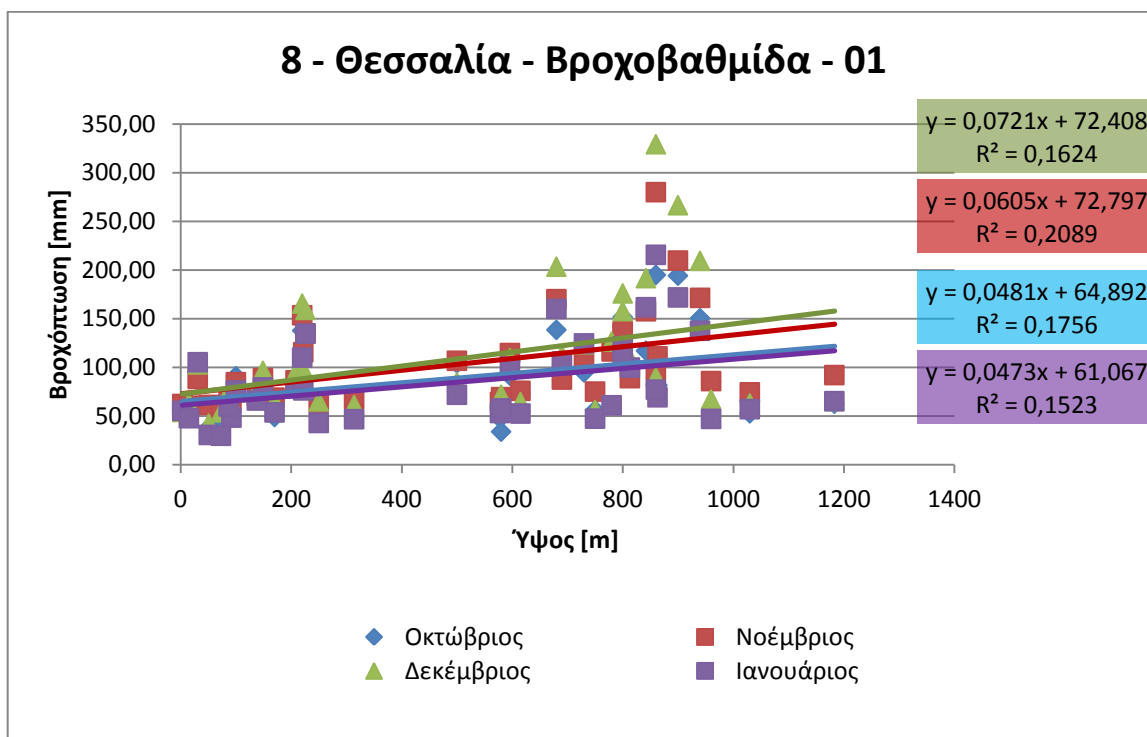
Η ανάλυση επαναλαμβάνεται εξαιρώντας το σταθμό του «Καταφυγίου». Ο πίνακας των βροχοβαθμίδων τροποποιείται ως εξής:

08 – Θεσσαλία – Βροχοβαθμίδα Διαμερίσματος (Πίνακας Β)			
	Βροχοβαθμίδα [mm/100m]	Συντελεστής Συσχέτισης	Στατιστική Ση- μαντικότητα Γρ. Συσχέτισης - Όριο 32%
Οκτώβριος	4,8	17,6%	Ψευδής
Νοέμβριος	6,0	20,9%	Ψευδής

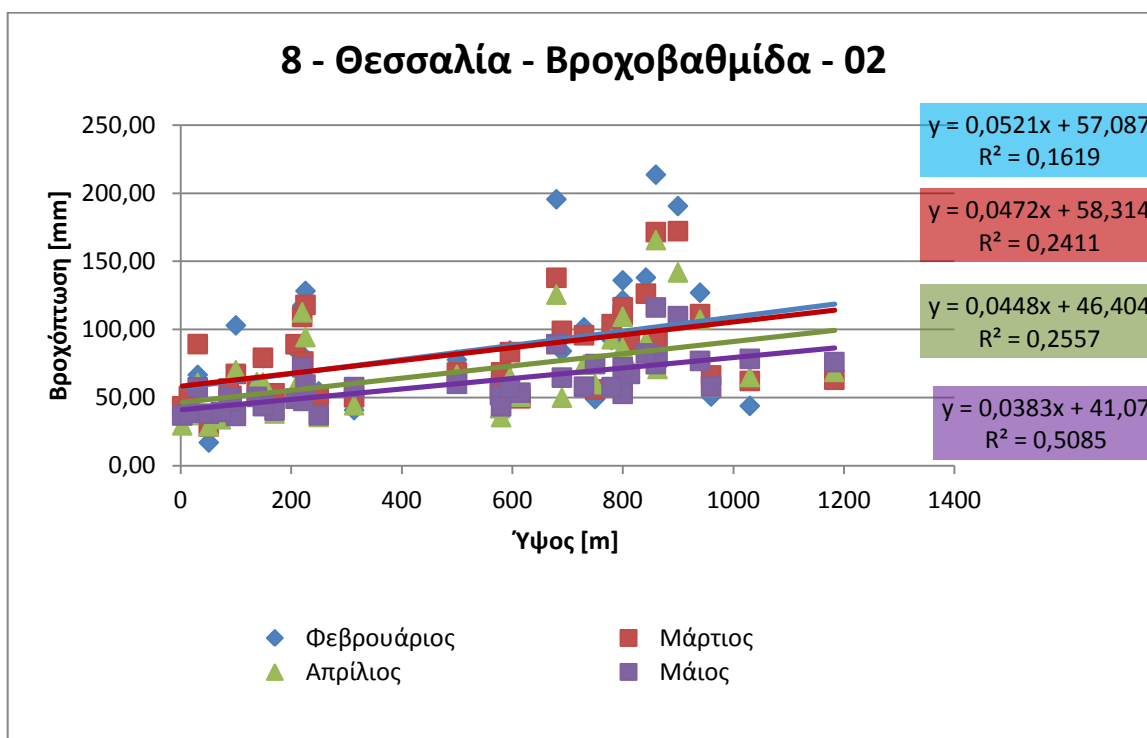
Δεκέμβριος	7,2	16,2%	Ψευδής
Ιανουάριος	4,7	15,2%	Ψευδής
Φεβρουάριος	5,2	16,2%	Ψευδής
Μάρτιος	4,7	24,1%	Ψευδής
Απρίλιος	4,5	25,6%	Ψευδής
Μάιος	3,8	50,8%	Αληθής
Ιούνιος	1,4	38,1%	Αληθής
Ιούλιος	0,7	12,7%	Ψευδής
Αύγουστος	1,3	43,7%	Αληθής
Σεπτέμβριος	0,8	6,2%	Ψευδής
Μέσο Ετήσιο [mm]	45,4	24,2%	Ψευδής

Πίνακας 6-9 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Θεσσαλίας

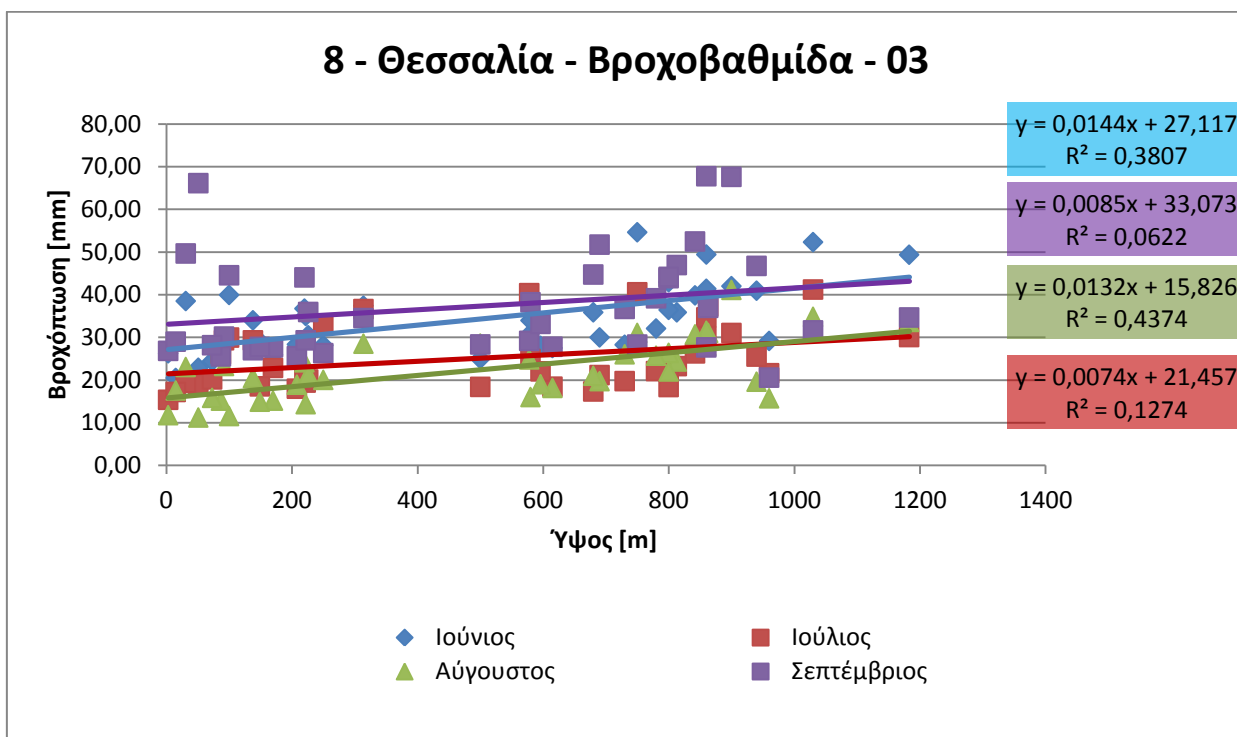
Επιπλέον, τα διαγράμματα τροποποιούνται ως εξής:



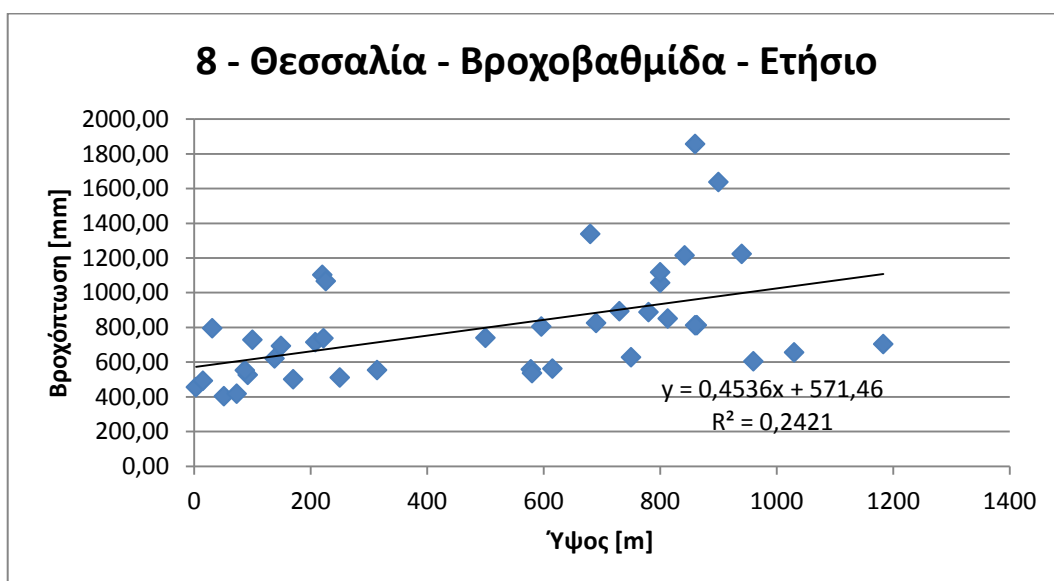
Πίνακας 6-10 : Διάγραμμα (B) Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Θεσσαλίας



Πίνακας 6-11 : Διάγραμμα (B) Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Θεσσαλίας

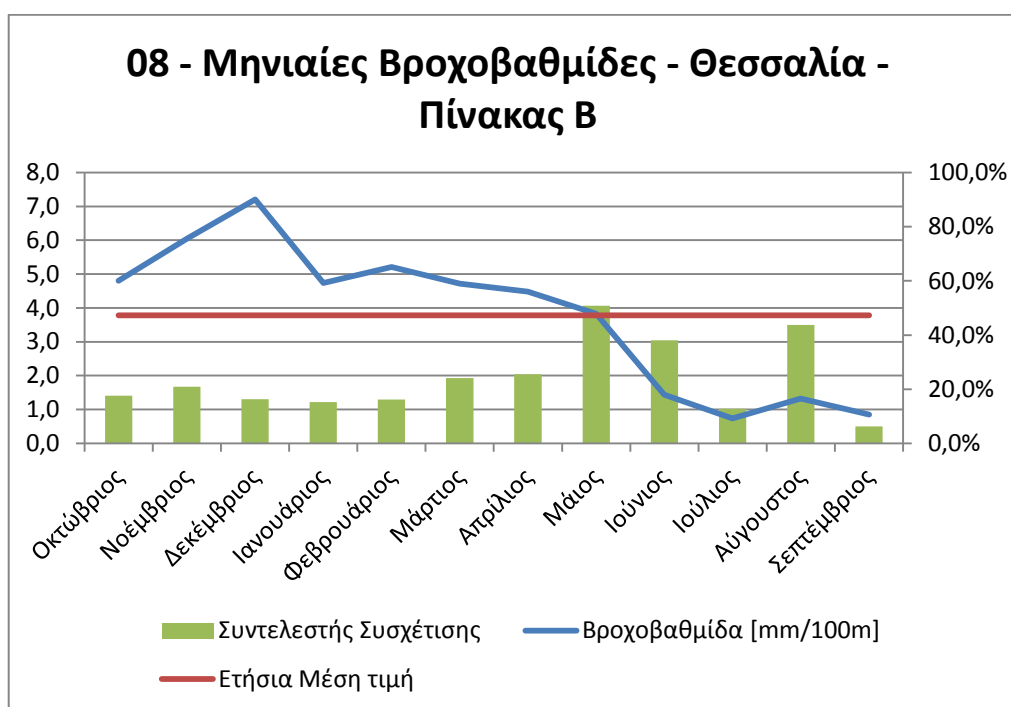


Πίνακας 6-12 : Διάγραμμα (B) Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Θεσσαλίας



Πίνακας 6-13 : Διάγραμμα (B) Υπολογισμού Ετήσιας Βροχοβαθμίδας Διαμερίσματος Θεσσαλίας

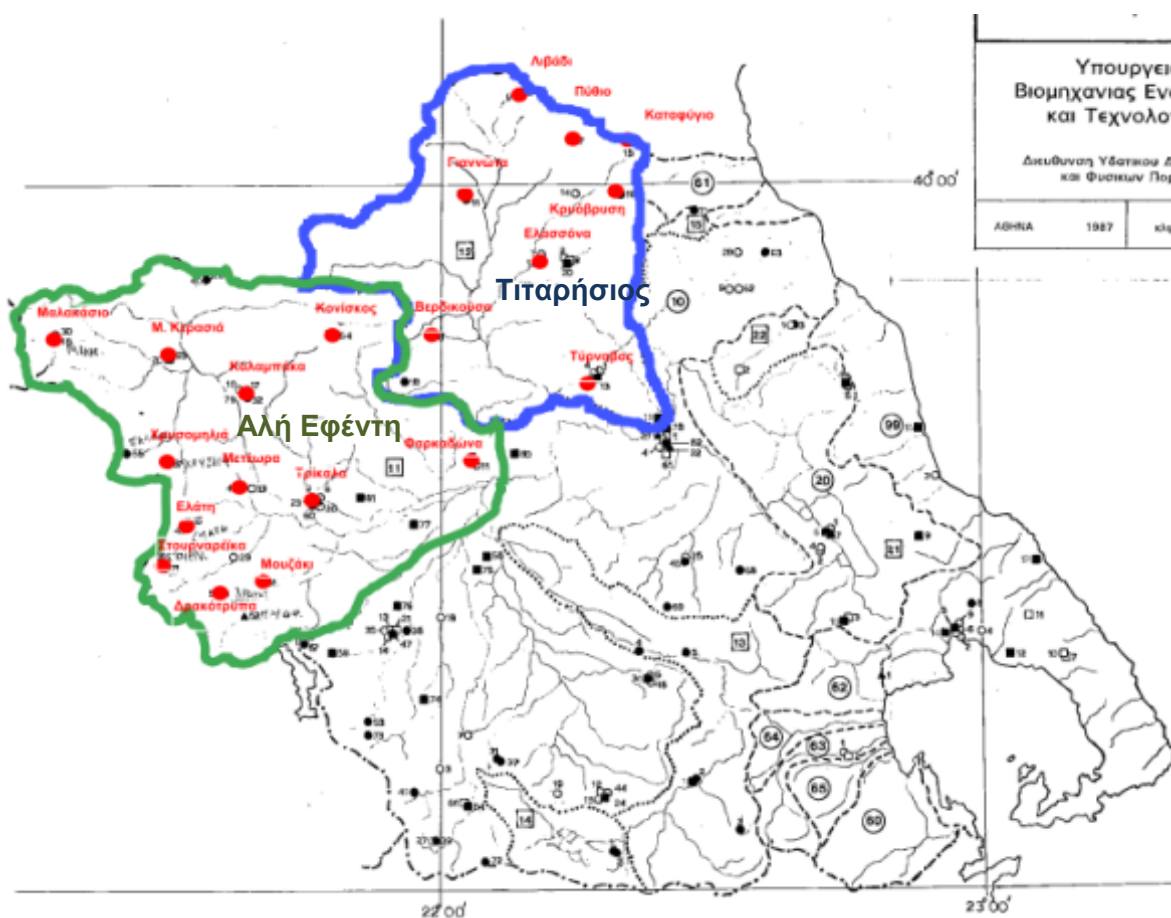
Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα:



Πίνακας 6-14 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων Διαμερίσματος Θεσσαλίας –Διάγραμμα Β

6.7.2. Διερεύνηση με αλλαγή στη χωρική κλίμακα των σταθμών

Προκειμένου να διερευνηθεί καλύτερα η σημασία της χωρικής κλίμακας στη γραμμική συσχέτιση των σταθμών του δείγματος, γίνεται επανεπεξεργασία για δύο περιπτώσεις μικρότερων λεκανών. Αρχικά για τη Λεκάνη του Αλή Εφέντη (η οποία αποτελεί υπολεκανή της ευρύτερης Λεκάνης του Πηνειού) στη Δυτική Θεσσαλία και έπειτα για τη Λεκάνη του Τιταρήσιου ποταμού στην Ανατολική Θεσσαλία. Οι κατωτέρω χάρτες δείχνουν την περιοχή των λεκανών που μελετάται:



Εικόνα 6-2 : Υδρολογικές Λεκάνες Αλή Εφέντη και Τιταρήσιου Ποταμού

Ο κατωτέρω πίνακας παρουσιάζει στοιχεία των προς μελέτη λεκανών:

08 - Θεσσαλία		
	Λεκάνη Αλή Εφέντη	Λεκάνη Τιταρήσιου Ποταμού
Εμβαδό Λεκάνης [km ²]	2875	1913
A/A	Σταθμοί	
1	Φαρκαδώνα	Ελλάσωνα
2	Κονίσκος	Λιβάδι
3	Μετέωρα	Κρυόβρυση
4	Χρυσομηλιά	Καταφύγιο
5	Καλαμπάκα	Πύθιο
6	Ελάτη	Γιαννώτα
7	Στουρναραίικα	Βερδικούσσα
8	Δρακότρυπα	Τύρναβος
9	Μουζάκι	-
10	Τρίκαλα	-
11	Μ. Κερασιά	-

12	Μαλακάσιο	-
----	-----------	---

Πίνακας 6-15 : Υδρολογικοί Σταθμοί Λεκάνης Αλή Εφέντη και Τιπαρήσιου Ποταμού

Στους κατωτέρω πίνακες παρουσιάζονται οι πίνακες των μηνιαίων βροχοβαθμιδών για τις συγκεκριμένες λεκάνες:

08 - Αλή Εφέντη Πίνακας Γ			
	Βροχοβαθμίδα [mm/100m]	Συντελεστής Συσχέτισης	Στατιστική Ση- μαντικότητα Γρ. Συσχέτισης - Όριο 58%
Οκτώβριος	9,5	45,4%	Ψευδής
Νοέμβριος	12,1	43,5%	Ψευδής
Δεκέμβριος	16,4	42,2%	Ψευδής
Ιανουάριος	9,9	41,0%	Ψευδής
Φεβρουάριος	10,3	38,2%	Ψευδής
Μάρτιος	7,9	44,4%	Ψευδής
Απρίλιος	7,5	43,9%	Ψευδής
Μάιος	5,9	65,1%	Αληθής
Ιούνιος	1,8	57,8%	Αληθής
Ιούλιος	1,1	36,0%	Ψευδής
Αύγουστος	1,8	50,3%	Ψευδής
Σεπτέμβριος	3,3	48,1%	Ψευδής
Μέσο Ετήσιο [mm]	87,2	48,3%	Ψευδής

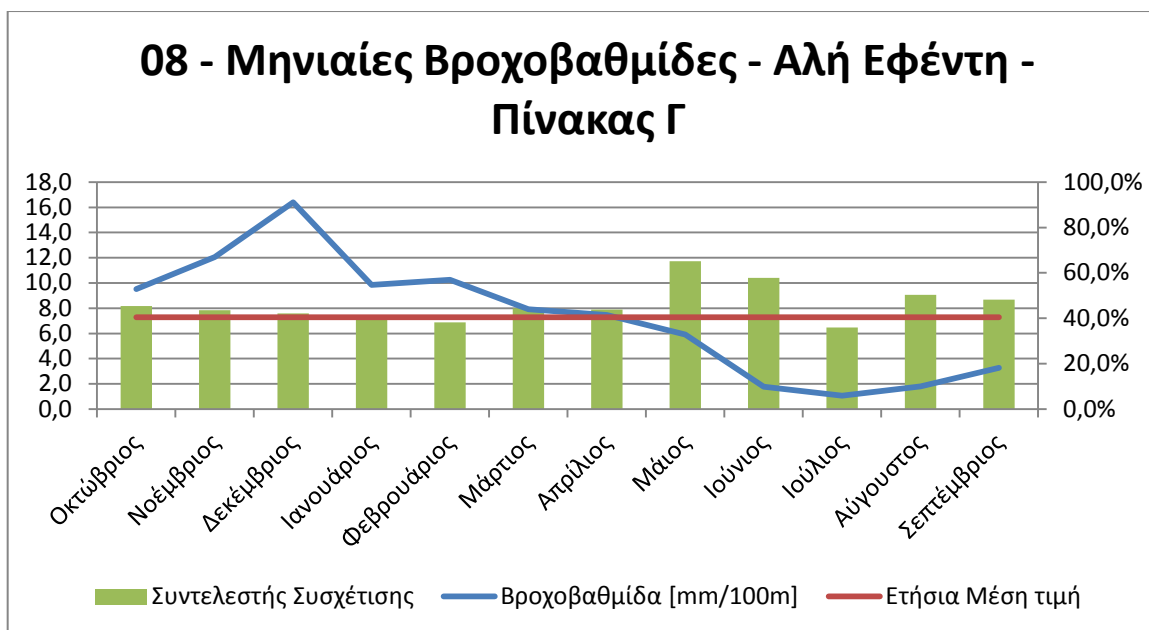
Πίνακας 6-16 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Λεκάνης Αλή Εφέντη

08 - Τιταρήσιος Πίνακας Δ			
	Βροχοβαθμίδα [mm/100m]	Συντελεστής Συσχέτισης	Στατιστική Ση- μαντικότητα Γρ. Συσχέτισης - Όριο 71%
Οκτώβριος	2,2	77,3%	Αληθής
Νοέμβριος	0,5	6,3%	Ψευδής
Δεκέμβριος	-0,2	2,8%	Ψευδής
Ιανουάριος	-0,5	14,8%	Ψευδής
Φεβρουάριος	-0,4	8,1%	Ψευδής
Μάρτιος	0,0	0,0%	Ψευδής
Απρίλιος	2,7	93,8%	Αληθής
Μάιος	4,6	95,1%	Αληθής
Ιούνιος	6,2	89,2%	Αληθής
Ιούλιος	5,7	82,4%	Αληθής
Αύγουστος	6,1	86,1%	Αληθής
Σεπτέμβριος	3,8	82,9%	Αληθής
Μέσο Ετήσιο [mm]	30,6	91,8%	Αληθής

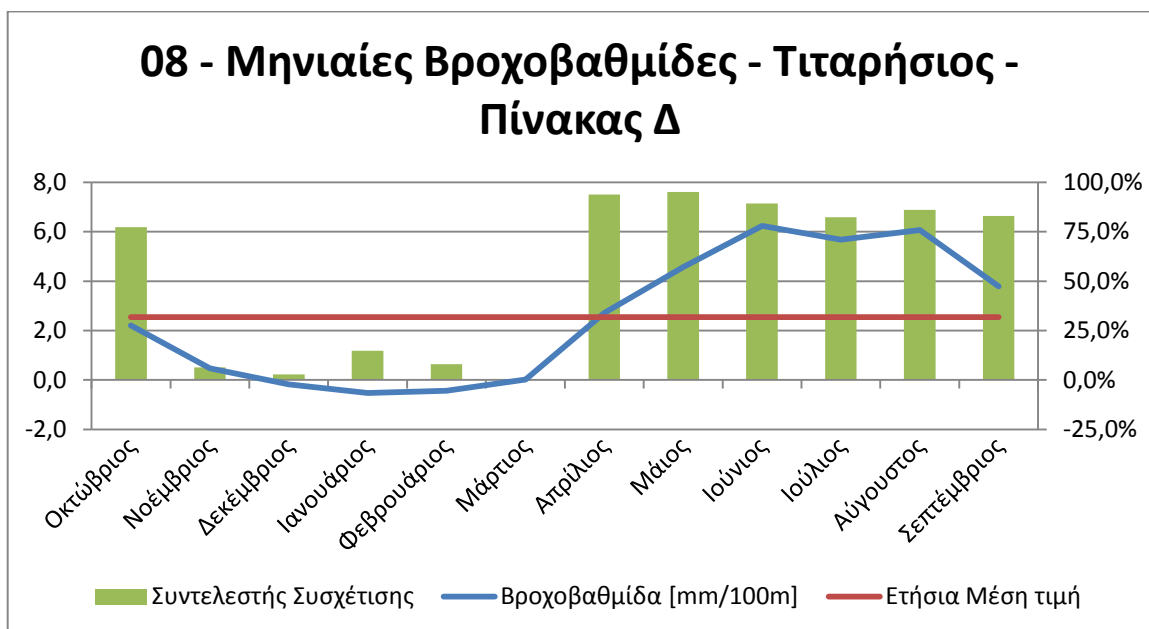
Πίνακας 6-17 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Λεκάνης Τιταρήσιου Ποταμού

Παρατηρείται ότι η γραμμική συσχέτιση των δεδομένων αυξάνεται με τη μείωση του εμβαδού.

Συνοπτικά η ανωτέρω ανάλυση παρουσιάζεται στα κατωτέρω διαγράμματα:



Πίνακας 6-18 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τη Λεκάνη του Αλή Εφέντη



Πίνακας 6-19 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τη Λεκάνη του Τιταρήσιου Ποταμού

6.8. Αποτίμηση Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα

Παρατηρείται ότι στο **Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας** η τιμή της βροχοβαθμίδας κυμαίνεται από 1 μέχρι 4,3mm/100m με μέση τιμή τα 2,8mm/100m.

Οι μέγιστες τιμές παρατηρούνται τους μήνες Μάιο έως Αύγουστο (μεγαλύτερες των 3,9mm/100m), ενώ οι ελάχιστες τους μήνες Ιανουάριο μέχρι Μάρτιο (μικρότερες των 1,6mm/100m).

Με κριτήριο τη μηνιαία βροχοβαθμίδα οι μήνες μπορούν να καταταχθούν ως εξής:

- Σεπτέμβριος έως Δεκέμβριος με βροχοβαθμίδα περί τα 2,5mm/100m
- Ιανουάριος έως Μάρτιος με βροχοβαθμίδα περί τα 1,3mm/100m.
- Απρίλιος έως Αύγουστος με βροχοβαθμίδα περί τα 3,5mm/100m.

Οι μήνες που η συσχέτιση της βροχοβαθμίδας κρίνεται ως στατιστικά σημαντική είναι οι Μάιος, Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος, Σεπτέμβριος. Αντίθετα οι μήνες από το Νοέμβριο έως Μάρτιο παρουσιάζουν πολύ μικρή συσχέτιση, κάτω του 10%. Η συσχέτιση για τη μέση ετήσια τιμή της βροχοβαθμίδας αγγίζει το 27%.

Οι γειτονικοί σταθμοί Ελάτη, Στουρναρέικα, Δρακότρυπα στα δυτικά του διαμερίσματος παρουσιάζουν αρκετά μεγαλύτερες βροχοπτώσεις, σε συνάρτηση με άλλους σταθμούς σε όμοια υψόμετρα, και προτείνεται να μελετηθεί ακριβέστερα η αξιοπιστία τους, καθώς και ενδεχομένως η εξαίρεσή τους από τις μελέτες υπολογισμού βροχοβαθμίδας.

Η γραμμική συσχέτιση του δείγματος επηρεάζεται από το σταθμό του Καταφυγίου Ολύμπου, το οποίο βρίσκεται σε ακραίο υψόμετρο σε σχέση με τους υπόλοιπους.

Όσον αφορά το **Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας**, χωρίς το συνυπολογισμό του σταθμού του Καταφυγίου που βρίσκεται σε ακραίο υψόμετρο, παρατηρείται ότι η τιμή της βροχοβαθμίδας κυμαίνεται από 0,5 έως 7,2mm/100m με μέση τιμή τα 3,8mm/100m.

Η μέγιστη τιμή παρατηρείται το Δεκέμβριο (7,2mm/100m) και η ελάχιστη τον Ιούλιο (0,7mm/100m).

Με κριτήριο τη μηνιαία βροχοβαθμίδα οι μήνες μπορούν να καταταχθούν ως εξής:

- Νοέμβριος και Δεκέμβριος με βροχοβαθμίδα περί τα 6,6mm/100m

- Οκτώβριος, Ιανουάριος, Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος με βροχοβαθμίδα περί τα 4,0-5,0mm/100m.

- Ιούνιος έως Σεπτέμβριος με βροχοβαθμίδα περί τα 1,0mm/100m.

Οι μήνες που η συσχέτιση της βροχοβαθμίδας κρίνεται ως στατιστικά σημαντική είναι οι Μάιος, Ιούνιος, Αύγουστος. Όλοι οι υπόλοιποι μήνες παρουσιάζουν συσχέτιση κυμαινόμενη από 12-25%, με μόνο το Σεπτέμβριο να παρουσιάζει συσχέτιση κάτω από 10%. Η συσχέτιση για τη μέση ετήσια τιμή της βροχοβαθμίδας αγγίζει το 24%.

Όσων αφορά τη **Λεκάνη του Αλή Εφέντη** (υπολεκάνη του Πηνειού), παρατηρείται ότι η τιμή της βροχοβαθμίδας κυμαίνεται από 1,0 έως 16,4mm/100m, με μέση τιμή τα 7,3mm/100m.

Η μέγιστη τιμή παρατηρείται το Δεκέμβριο (16,4mm/100m) και η ελάχιστη τον Ιούλιο (1,1mm/100m).

Με κριτήριο τη μηνιαία βροχοβαθμίδα οι μήνες μπορούν να καταταχθούν ως εξής:

- Νοέμβριος και Δεκέμβριος με υψηλή βροχοβαθμίδα άνω των 12,0mm/100m

- Ιανουάριος, Φεβρουάριος και Οκτώβριος με βροχοβαθμίδα περί τα 10,0mm/100m.

- Μάρτιος έως Μάιος με βροχοβαθμίδα από 6,0 έως 8,0mm/100m.

- Ιούνιος έως Σεπτέμβριος με βροχοβαθμίδα κάτω των 3,0mm/100m.

Οι μήνες που η συσχέτιση της βροχοβαθμίδας κρίνεται ως στατιστικά σημαντική είναι οι Μάιος και Ιούνιος. Όλοι οι υπόλοιποι μήνες παρουσιάζουν υψηλή συσχέτιση άνω του 40%. Η συσχέτιση για τη μέση ετήσια τιμή της βροχοβαθμίδας αγγίζει το 48%.

Αν και οι συσχετίσεις δε μπορούν να χαρακτηριστούν στατιστικά σημαντικές, παρατηρείται μία σημαντική αύξηση στη συσχέτιση με τη μείωση της χωρικής κλίμακας μελέτης.

Όσων αφορά τη **Λεκάνη του Τιταρήσιου** ποταμού, παρατηρείται ότι η τιμή της βροχοβαθμίδας κυμαίνεται από την ανάστροφη -0,5 έως 6,2mm/100m, με μέση τιμή τα 2,6mm/100m.

Η μέγιστη τιμή παρατηρείται τον Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο (περί τα 6,0mm/100m) και η ελάχιστη τον Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Μάρτιο, Δεκέμβριο (μικρότερη από 0,0mm/100m).

Με κριτήριο τη μηνιαία βροχοβαθμίδα οι μήνες μπορούν να καταταχθούν ως εξής:

- Νοέμβριος έως Μάρτιος με βροχοβαθμίδα περί τα 0,0mm/100m
- Σεπτέμβρης, Οκτώβρης και Απρίλης με βροχοβαθμίδα περί τα 3,0mm/100m.
- Μάιος έως Αύγουστος με βροχοβαθμίδα περί τα 5,0mm/100m.

Οι μήνες που η συσχέτιση της βροχοβαθμίδας κρίνεται ως στατιστικά σημαντική, με πολύ υψηλές συσχετίσεις, είναι από Απρίλιο έως Οκτώβριο. Επιπλέον, στατιστικά σημαντική συσχέτιση παρουσιάζει και η μέση βροχοβαθμίδα. Όλοι οι υπόλοιποι μήνες παρουσιάζουν πολύ χαμηλή συσχέτιση περί το 10%. Η συσχέτιση για τη μέση ετήσια τιμή της βροχοβαθμίδας αγγίζει το 92%.

Παρατηρείται μεγάλη αύξηση των συσχετίσεων, η οποία οφείλεται στη παρουσία του σταθμού του Καταφυγίου του Ολύμπου, η οποία επηρεάζει τη γραμμική συσχέτιση, καθώς και στην ελάττωση της χωρικής κλίμακας μελέτης.

Κεφάλαιο 7

9ο Υδατικό Διαμέρισμα – Δυτική Μακεδονία

7.1. Εισαγωγικά

Το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Μακεδονίας περιλαμβάνει το δυτικό τμήμα του γεωγραφικού Διαμερίσματος Μακεδονίας και η συνολική του έκταση είναι 13.441 km².

Το μεγαλύτερο μέρος του Υδατικού Διαμερίσματος βρίσκεται στην Περιφέρεια Μακεδονίας και μικρότερα τμήματα στις Περιφέρειες Θεσσαλίας και Ηπείρου. Το Διαμέρισμα περιλαμβάνει ολόκληρους τους Νομούς Φλώρινας και Κοζάνης, μεγάλα τμήματα των Νομών Γρεβενών, Ημαθίας, Καστοριάς, Πέλλας και Πιερίας και μικρά τμήματα των Νομών Ιωαννίνων, Λάρισας και Τρικάλων.

Μεγάλος αριθμός φορέων εμπλέκεται στην έρευνα, αξιοποίηση, χρήση και προστασία των νερών του Διαμερίσματος, με αρμόδιες υπηρεσίες για τη διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων των λεκανών απορροής του Διαμερίσματος να είναι οι Διευθύνσεις Υδάτων των περιφερειών Δυτικής Μακεδονίας (με έδρα την Κοζάνη), Θεσσαλίας (με έδρα τη Λάρισα), Κεντρικής Μακεδονίας (με έδρα τη Θεσσαλονίκη) και Ηπείρου (με έδρα τα Ιωάννινα).

Ο πληθυσμός του, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 2001 ήταν 596 891 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση.

7.2. Γενικά Χαρακτηριστικά Υδατικού Διαμερίσματος

7.2.1. Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά

Το Υδατικό Διαμέρισμα συνολικά έχει τα μεγαλύτερα υψόμετρα της χώρας και περιλαμβάνει εννέα βουνά με ύψος μεγαλύτερο από 2.000 μέτρα. Δύο ορεινά συγκροτήματα με διεύθυνση βορρά-νότου διαπερνούν το Διαμέρισμα διαχωρίζοντας τρεις μεγάλες

πεδινές εκτάσεις. Το πρώτο ορεινό συγκρότημα αποτελείται από τα Όρη Βέρνον (2.128 μέτρα), Άσκιον (2.111 μέτρα) και Βούρινος (1.688 μέτρα), ενώ το δεύτερο από τα όρη Βόρρας (2.524 μέτρα), Βέρμιο (2.052 μέτρα) και Πιέρια (2.180).

Στα δυτικά του Διαμερίσματος διακρίνονται οι πεδινές εκτάσεις της Καστοριάς και των Γρεβενών, στο κέντρο οι πεδινές εκτάσεις της Πτολεμαΐδας, και στα ανατολικά οι πεδιάδες Έδεσσας, Νάουσας, Βέροιας και Πιερίας. Ακόμη στα βόρεια υπάρχει η πεδιάδα της Φλώρινας, η οποία εκτείνεται και εκτός της ελληνικής επικράτειας.

7.2.2. Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά

Το μεγαλύτερο μέρος του Διαμερίσματος έχει ηπειρωτικό κλίμα, ενώ τα παράκτια και τα ορεινά τμήματα έχουν θαλάσσιο και ορεινό κλίμα αντίστοιχα. Η γεωγραφική θέση και το ανάγλυφο του Διαμερίσματος συμβάλλουν στη μεγάλη κλιματική ποικιλία του. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται από 600 μέχρι 1.000 mm, ενώ στα ορεινά τμήματα ξεπερνάει και τα 1.200 mm. Οι χιονοπτώσεις είναι αρκετά συνηθισμένες κατά το διάστημα Σεπτεμβρίου-Απριλίου.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 14.5 και 17°C, με ψυχρότερο μήνα τον Ιανουάριο και θερμότερο τον Ιούλιο.

7.2.3. Κύριες Υδρολογικές Λεκάνες Απορροής

Οι κύριες υδρολογικές λεκάνες του Διαμερίσματος είναι του Αλιάκμονα (8.813 km²), της κλειστής Λεκάνης Πτολεμαΐδας (2.133 km²), της Λεκάνης του Αξιού στο Νομό Φλώρινας (863 km²) και της Λεκάνης του ποταμού Αίσωνα ή Μαυρονερίου (815 km²). Άλλες αξιόλογες λεκάνες, με έκταση μικρότερη των 600 km², είναι των λιμνών Καστοριάς (υπολεκάνη του Αλιάκμονα), Βεγορίτιδας, Χειμαδίτιδας και Πετρών (υπολεκάνη της Πτολεμαΐδας), καθώς και οι Λεκάνες Πρεσπών και του ποταμού Χελοποτάμου.

Αναλυτικότερα τα χαρακτηριστικά των κυριότερων λεκανών:

7.2.3.1. Λεκάνη Αλιάκμονα

Ο ποταμός Αλιάκμονας χαρακτηρίζεται από πολυσχιδές υδρογραφικό δίκτυο και είναι ο μεγαλύτερος σε μήκος ποταμός σε ελληνικό έδαφος (314 km). Η Λεκάνη του εκτείνεται

στο δυτικό και νότιο τμήμα του Υδατικού Διαμερίσματος και ορίζεται βόρεια από τα Όρη Βέρνον και Βέρμιο, δυτικά από τη Βόρεια Πίνδο, νότια από τα Χάσια και τα Καμβούνια, και ανατολικά από τα Πιέρια Όρη. Οι κυριότερες υπολεκάνες είναι αυτές της Περιφερειακής Τάφρου (1.443 km^2), Βενέτικου (871 km^2), Προμόρτσα (386 km^2), της κλειστής λίμνης Καστοριάς (353 km^2), Εδεσσαίου (292 km^2), Τριπόταμου (252 km^2), Αραπίτσα (178 km^2) και του Γρεβενίτικου (117 km^2). Στον Αλιάκμονα έχουν κατασκευαστεί τεχνητοί ταμιευτήρες.

7.2.3.2. Λεκάνη Πτολεμαΐδας

Η Λεκάνη αυτή είναι κλειστή και βρίσκεται στο κέντρο του Διαμερίσματος, μεταξύ των βουνών Βέρνον και Βέρμιον, και αποστραγγίζεται στη λίμνη Βεγορίτιδα. Οι κυριότερες υπολεκάνες είναι των λιμνών Βεγορίτιδας (346 km^2), Χειμαδίτιδας (229 km^2) και Πετρών (114 km^2), καθώς και της κλειστής Λεκάνης Σαριγκιόλ (431 km^2).

7.2.3.3. Λεκάνη Αξιού

Πρόκειται για την υδρολογική Λεκάνη παραποτάμου του Αξιού, που συμβάλλει στον Αξιό στο έδαφος της ΠΓΔΜ. Η λεκάνη περιλαμβάνει την πεδιάδα της Φλώρινας και περιβάλλεται από τα όρη Βέρνον και Βόρας.

7.2.3.4. Λεκάνη Αίσωνα (Μαυρονέρι)

Η Λεκάνη βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα του Διαμερίσματος και καταλαμβάνει όλη την πεδινή περιοχή από τα Πιέρια Όρη και τον Όλυμπο μέχρι την θάλασσα.

7.3. Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης

Για τη Δυτική Μακεδονία, επιλέγονται 40 σταθμοί καταγραφής βροχομετρήσεων σε όλο το διαμέρισμα. Πληροφορίες που αφορούν τους Σταθμούς παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

Δυτική Μακεδονία						
A/A	Κωδικός Αριθμός	Όνομα Σταθμού	Φορέας	Νομός - Επαρχία	Ύψος	Έτη Δεδομένων προς Επεξεργασία
1	930	Φλώρινα	ΕΜΥ	ΦΛΩΡΙΝΑΣ - Φλώρινας	660	51
2	960	Αγ. Γερμανός	ΔΕΗ	ΦΛΩΡΙΝΑΣ - Φλώρινας	1050	31
3	930	Άνω Καλλινίκη	ΥΠΓΕ	ΦΛΩΡΙΝΑΣ - Φλώρινας	605	37
4	960	Βροντερό	ΔΕΗ	ΦΛΩΡΙΝΑΣ - Φλώρινας	1090	31
5	960	Μικρολίμνη	ΔΕΗ	ΦΛΩΡΙΝΑΣ - Φλώρινας	850	31
6	930	Σκοπός	ΥΠΓΕ	ΦΛΩΡΙΝΑΣ - Φλώρινας	775	31
7	930	Τροπαιούχος	ΥΠΓΕ	ΦΛΩΡΙΝΑΣ - Φλώρινας	700	43
8	911	Βογατσικό	ΔΕΗ	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ - Καστοριάς	770	31
9	961	Βροντού	ΥΠΓΕ	ΠΙΕΡΙΑΣ - Πιερίας	182	38
10	915	Βυσινιά	ΔΕΗ	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ - Καστοριάς	950	31
11	911	Δαμασκησιά	ΔΕΗ	ΚΟΖΑΝΗΣ - Βοΐου	990	31
12	911	Δενδροχώρι	ΔΕΗ	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ - Καστοριάς	980	31
13	922	Ερμακιά	ΔΕΗ	ΚΟΖΑΝΗΣ - Εορδαίας	1000	31
14	912	Εξαπλάτανος	ΥΠΓΕ	ΠΕΛΛΑΣ - Αλμωπίας	133	31
15	911	Έξαρχος	ΔΕΗ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ - Γρεβενών	720	31
16	911	Γαλατινή	ΔΕΗ	ΚΟΖΑΝΗΣ - Βοΐου	990	31
17	911	Καρπερό	ΔΕΗ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ - Γρεβενών	510	31
18	915	Καστοριά	ΥΠΔΕ	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ - Καστοριάς	651	56
19	940	Κατερίνη	ΥΠΔΕ	ΠΙΕΡΙΑΣ - Πιερίας	32	54
20	913	Κηπουρείο	ΔΕΗ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ - Γρεβενών	868	31
21	915	Κλεισούρα	ΔΕΗ	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ - Καστοριάς	1250	31
22	999	Κολινδρός	ΥΠΓΕ	ΠΙΕΡΙΑΣ - Πιερίας	330	44
23	911	Κοζάνη	ΕΜΥ	ΚΟΖΑΝΗΣ - Κοζάνης	625	57
24	914	Κυδωνιές	ΔΕΗ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ - Γρεβενών	910	31
25	924	Λιμνοχώρι	ΥΠΓΕ	ΦΛΩΡΙΝΑΣ - Φλώρινας	600	51
26	940	Λόφος	ΥΠΓΕ	ΠΙΕΡΙΑΣ - Πιερίας	250	38
27	921	Μεσόβουνο	ΔΕΗ	ΚΟΖΑΝΗΣ - Εορδαίας	880	31
28	911	Μεσοποταμία	Ε.Η.	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ - Καστοριάς	695	31
29	999	Μονόσπιτα	ΥΠΓΕ	ΗΜΑΘΕΙΑΣ - Νάουσας	47	31
30	940	Μοσχοπόταμος	ΥΠΓΕ	ΠΙΕΡΙΑΣ - Πιερίας	516	43
31	911	Νεστόριο (ΙΔΕ)	ΥΠΓΕ	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ - Καστοριάς	850	31
32	912	Όρμα	ΔΕΗ	ΠΕΛΛΑΣ - Αριδαίας	310	31
33	921	Ποντοκώμη	ΥΠΔΕ	ΚΟΖΑΝΗΣ - Εορδαίας	723	61
34	911	Σιάτιστα	ΥΠΔΕ	ΚΟΖΑΝΗΣ - Βοΐου	931	62
35	911	Σισάνι	ΔΕΗ	ΚΟΖΑΝΗΣ - Βοΐου	860	31
36	912	Θεοδωράκι	ΥΠΓΕ	ΠΕΛΛΑΣ - Αλμωπίας	424	48
37	911	Τσοτύλι	ΥΠΔΕ	ΚΟΖΑΝΗΣ - Βοΐου	862	61
38	911	Χαλάρα	ΔΕΗ	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ - Καστοριάς	880	31

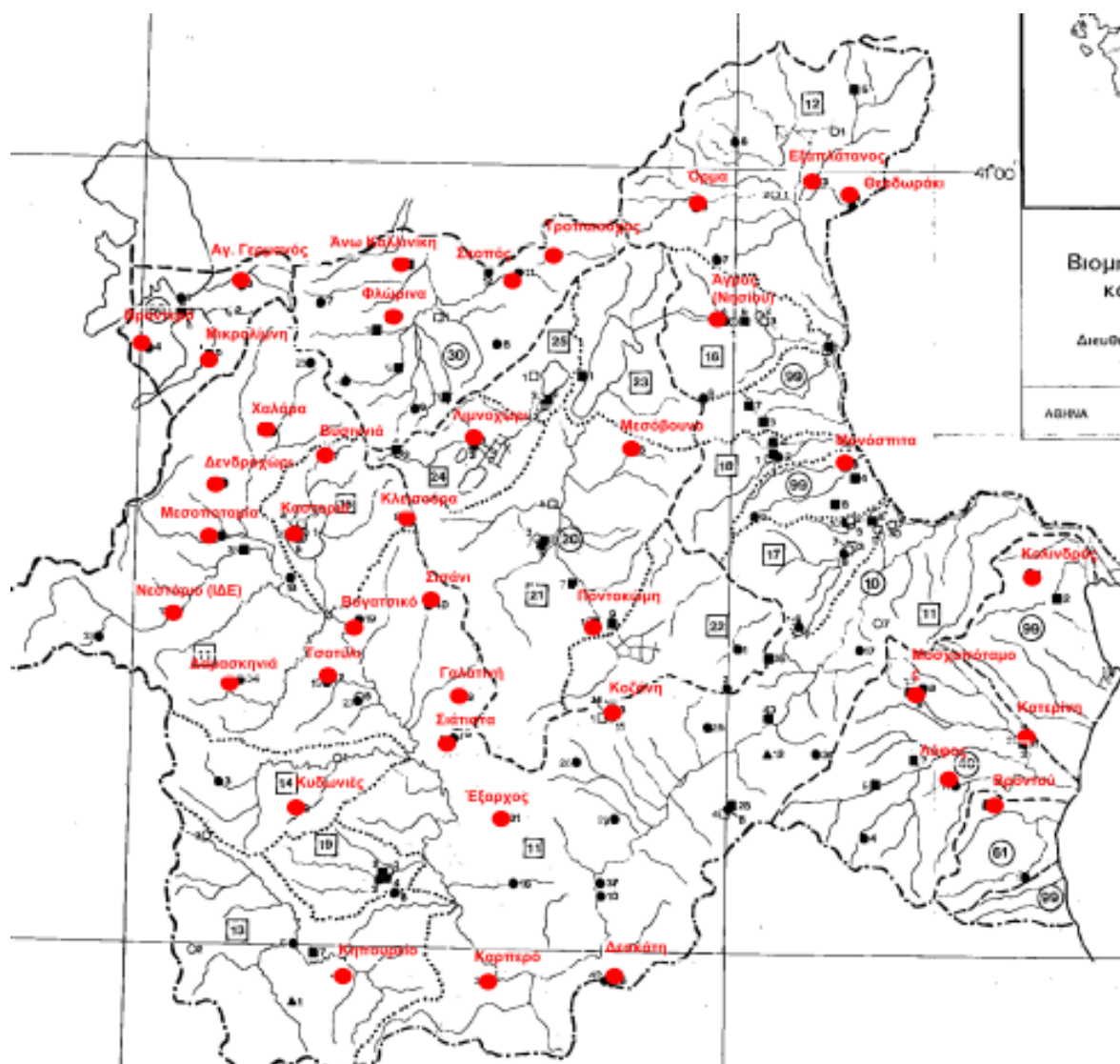
39	916	Άγρας (Νησίου)	ΔΕΗ	ΠΕΛΛΑΣ - Έδεσσας	480	32
40	911	Δεσκάτη	ΔΕΗ	ΓΡΕΒΕΝΩΝ - Γρεβενών	830	33

Πίνακας 7-1 : Σταθμοί Καταγραφής Βροχοπτώσης Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας

Οι σταθμοί κρίνεται ότι αντιπροσωπεύουν επαρκώς το Διαμέρισμα, όσον αφορά τη χωρική και τη χρονική διαθεσιμότητα των δεδομένων. Κατά μέσο όρο ένας σταθμός εμφανίζεται ανά 340km².

Όσον αφορά την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, ως προς το υψόμετρο καταγραφής, οι σταθμοί κατανέμονται σε υψόμετρα περίπου έως τα 1.250m ύψος.

Στον κατωτέρω χάρτη απεικονίζονται το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Μακεδονίας, καθώς και η θέση των σταθμών που επιλέχθηκαν προς αντιπροσώπευση αυτού.



Εικόνα 7-1 : Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας

7.4. Υπολογισμός - Εκτίμηση Μηνιαίων Βροχοβαθμίδων

7.4.1. Υπολογισμός Μέσων Βροχοπτώσεων

Για κάθε Σταθμό υπολογίζεται η Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση ανά μήνα, καθώς και η Μέση Ετήσια Βροχόπτωση που κατέγραψε ο Σταθμός. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

Δυτική Μακεδονία													
Όνομα Σταθμού	Μέσες Τιμές Μηνιαίας Βροχόπτωσης [mm]												Μέση Ετήσια
	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	
Φλώρινα	68,3	77,7	88,3	66,4	60,0	61,3	60,7	62,2	39,6	33,9	33,4	49,4	700,2
Αγ. Γερμανός	57,9	76,0	72,3	46,0	49,7	45,1	57,1	58,0	36,8	35,3	31,1	46,6	619,9
Άνω Καλλινίκη	54,9	56,0	52,0	38,8	28,6	38,9	48,1	54,2	34,2	26,0	27,6	41,5	507,8
Βροντερό	66,2	77,9	85,0	62,5	60,8	56,8	56,2	64,0	35,9	32,2	28,0	41,2	666,6
Μικρολίμνη	69,6	85,5	90,6	63,1	67,0	54,6	58,3	54,1	34,4	34,9	27,3	44,5	684,0
Σκοπός	42,0	42,3	46,2	32,5	29,5	27,6	46,8	43,2	31,6	35,6	28,9	28,6	439,3
Τροπαιούχος	69,6	70,0	68,1	52,4	49,4	55,3	62,1	59,9	35,8	32,0	30,7	45,3	630,7
Βογατσικό	67,5	84,1	90,8	50,2	54,8	56,8	49,1	59,1	35,2	30,4	31,1	42,0	651,3
Βροντού	104,8	117,5	130,2	82,0	82,8	71,6	63,1	55,9	42,3	30,1	30,5	38,9	859,2
Βυσινιά	80,6	98,2	99,9	64,4	69,9	67,1	65,1	71,9	46,0	33,6	34,7	54,3	785,7
Δαμασκησιά	101,0	114,9	150,1	92,2	97,1	86,9	76,5	67,9	36,5	37,7	29,8	52,8	943,5
Δενδροχώρι	87,2	87,1	95,3	63,2	66,2	71,6	58,1	70,9	40,4	37,6	30,2	43,8	751,7
Ερμακιά	65,5	67,6	59,2	35,1	45,6	37,3	59,7	65,0	51,3	42,4	42,7	48,0	619,1
Εξαπλάτανος	75,0	83,8	88,7	44,4	53,7	52,7	47,8	51,3	52,2	33,0	29,8	36,3	655,4
Έξαρχος	59,5	75,6	78,6	44,3	46,9	49,3	49,7	54,6	42,3	36,0	31,8	39,4	608,0
Γαλατινή	71,8	85,7	88,3	60,2	61,0	60,5	58,3	59,4	43,4	33,6	30,4	45,7	698,2
Καρπερό	70,8	89,2	88,8	59,8	69,8	55,3	54,4	52,5	27,2	36,3	25,4	36,6	665,8
Καστοριά	66,7	78,7	76,3	48,4	52,7	51,2	51,0	52,4	31,3	26,3	27,8	39,5	600,1
Κατερίνη	70,6	78,9	79,4	44,3	48,1	58,3	40,0	40,4	33,1	22,9	24,7	41,1	581,1
Κηπουρείο	93,9	127,3	137,2	92,2	88,0	81,2	74,5	64,5	31,2	36,1	26,1	44,9	897,1
Κλεισούρα	93,5	110,0	129,5	95,2	90,0	97,4	72,4	79,5	45,3	36,5	31,7	52,8	933,9
Κολινδρός	82,5	79,8	83,5	62,1	63,4	67,2	50,7	50,1	39,2	27,7	24,0	36,7	675,1
Κοζάνη	61,1	68,2	70,5	50,0	44,7	52,3	57,5	69,4	49,9	41,7	32,8	36,5	637,5
Κυδωνιές	84,3	100,8	109,1	68,7	74,1	63,3	65,2	56,8	30,4	36,0	27,9	42,8	759,5
Λιμνοχώρι	57,2	69,9	63,7	39,7	41,7	49,6	46,8	52,3	31,9	25,3	25,4	34,9	543,1
Λόφος	92,2	107,3	116,7	76,0	77,7	77,2	64,3	62,9	48,8	29,8	30,8	38,0	829,3
Μεσόβουνο	60,5	62,2	70,7	43,8	47,4	49,1	51,1	55,5	40,9	30,2	34,6	38,7	584,6
Μεσοποταμία	69,4	84,4	85,6	54,0	60,3	53,4	47,5	52,5	29,7	27,5	27,4	41,1	632,8
Μονόσπιτα	68,6	69,6	79,4	50,4	48,8	53,0	54,8	51,7	35,5	25,2	25,4	26,3	593,2
Μοσχοπόταμος	82,7	88,3	98,2	68,6	64,0	84,2	69,0	63,4	40,5	34,5	32,6	45,4	774,1
Νεστόριο (ΙΔΕ)	83,1	106,3	114,7	77,4	80,0	70,7	62,8	63,6	32,7	37,4	33,3	51,6	813,5

Όρμα	109,0	111,3	113,0	74,2	77,6	78,4	86,8	67,7	44,6	32,5	36,4	56,3	887,7
Ποντοκώμη	59,2	74,5	62,7	49,0	45,1	49,7	46,5	61,9	39,6	33,4	30,7	38,9	590,1
Σιάτιστα	73,9	89,2	83,4	64,9	63,0	61,4	63,2	67,9	46,1	39,7	36,2	44,5	731,1
Σισάνι	73,7	82,6	86,9	60,5	47,0	52,4	51,8	59,9	36,2	31,1	31,1	47,8	661,1
Θεοδωράκι	43,2	44,9	52,0	34,9	45,4	36,1	38,8	52,3	49,1	30,0	36,0	38,0	501,8
Τσοτύλι	94,1	110,7	80,0	62,4	49,7	47,9	57,7	62,9	35,6	34,4	30,5	50,1	714,3
Χαλάρα	71,3	77,7	87,3	56,5	60,5	50,6	48,8	60,8	32,3	28,5	26,7	41,2	642,5
Άγρας (Νησί- ο)	91,1	90,5	101,3	63,2	63,1	69,3	68,5	61,5	43,3	28,6	31,2	44,0	754,4
Δεσκάτη	62,6	82,2	84,1	73,9	64,5	77,8	52,7	61,6	39,8	34,2	31,1	28,3	692,6

Πίνακας 7-2 : Μηνιαίες Βροχοπτώσεις Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας

7.4.2. Υπολογισμός Βροχοβαθμίδων

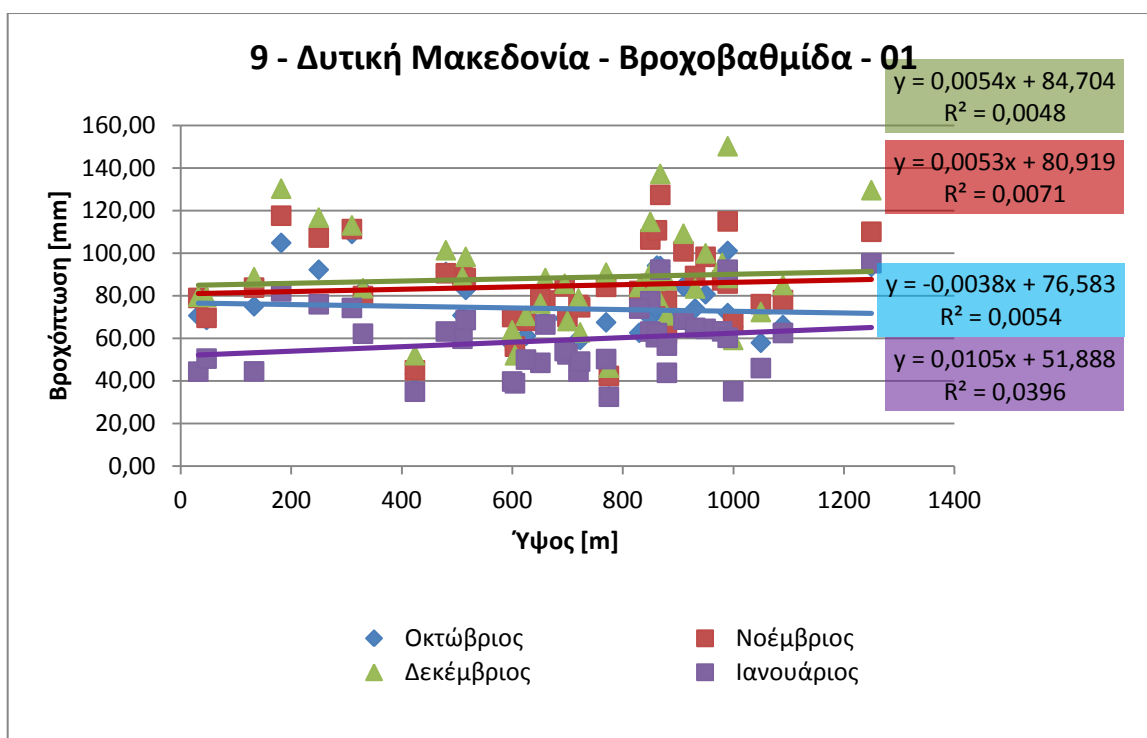
Συσχετίζοντας γραμμικά τις τιμές των βροχοπτώσεων με τα υψόμετρα των σταθμών προκύπτουν τιμές της βροχοβαθμίδας. Τα αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένου και του βαθμού συσχέτισης, παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

09 - Δυτική Μακεδονία - Πίνακας Α			
	Βροχοβαθμίδα [mm/100m]	Συντελεστής Συσχέτισης	Στατιστική Ση- μαντικότητα Γρ. Συσχέτισης - Όριο 32%
Οκτώβριος	-0,4	0,4%	Ψευδής
Νοέμβριος	0,5	0,7%	Ψευδής
Δεκέμβριος	0,5	0,5%	Ψευδής
Ιανουάριος	1,1	4,0%	Ψευδής
Φεβρουάριος	0,7	2,1%	Ψευδής
Μάρτιος	0,3	0,3%	Ψευδής
Απρίλιος	0,7	4,2%	Ψευδής
Μάιος	1,4	30,1%	Ψευδής
Ιούνιος	-0,2	1,2%	Ψευδής
Ιούλιος	0,9	31,3%	Ψευδής
Αύγουστος	0,3	7,0%	Ψευδής

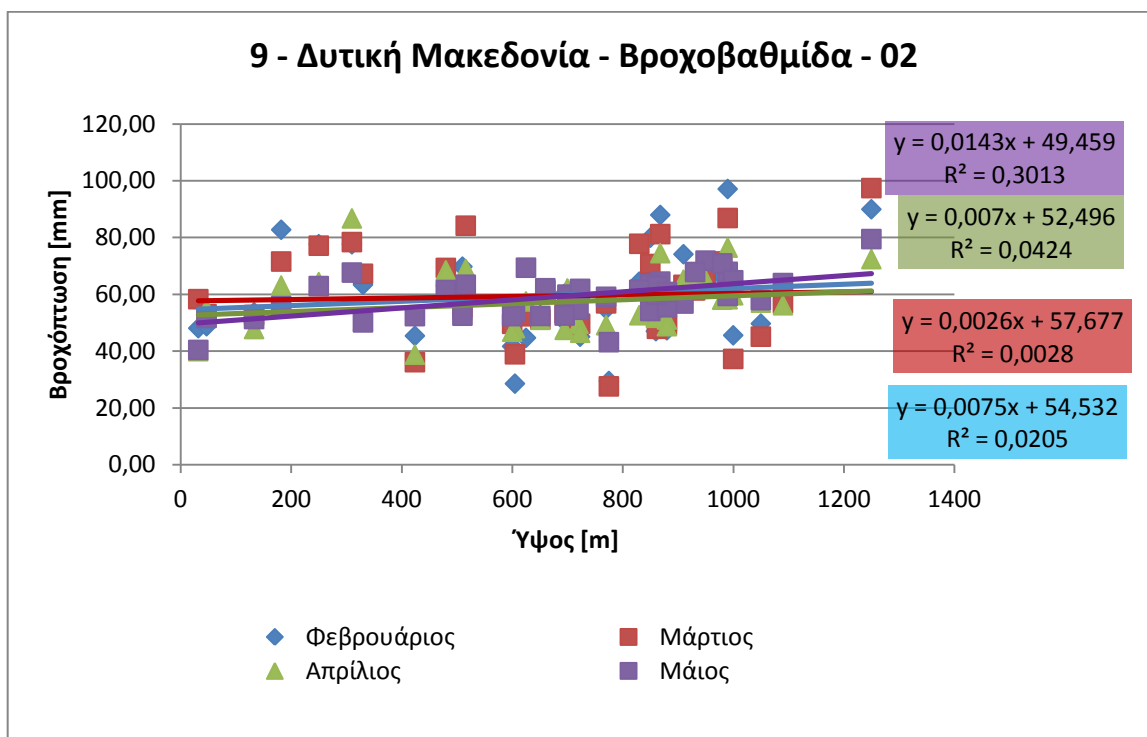
Σεπτέμβριος	1,0	19,0%	Ψευδής
Μέσο Ετήσιο [mm]	6,3	2,6%	Ψευδής

Πίνακας 7-3 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας

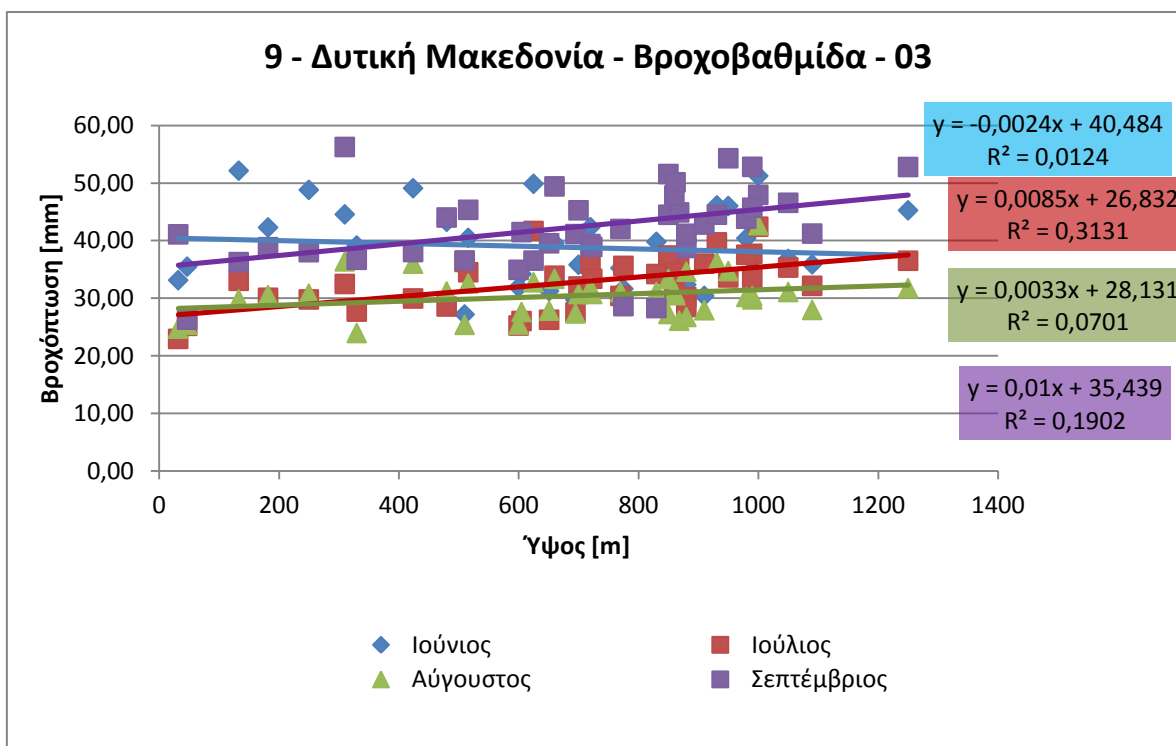
Επιπλέον, στα ακόλουθα διαγράμματα παρουσιάζεται η συσχέτιση βροχόπτωσης - υψομέτρου σταθμού ανά μήνα και ανά έτος.



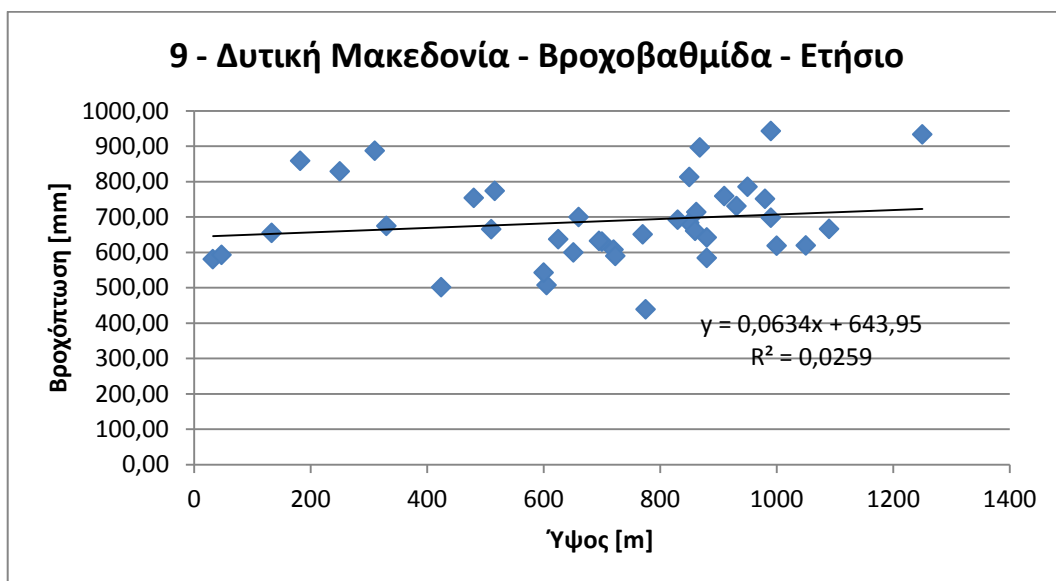
Πίνακας 7-4 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Δυτικής Μακεδονίας



Πίνακας 7-5 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Δυτικής Μακεδονίας

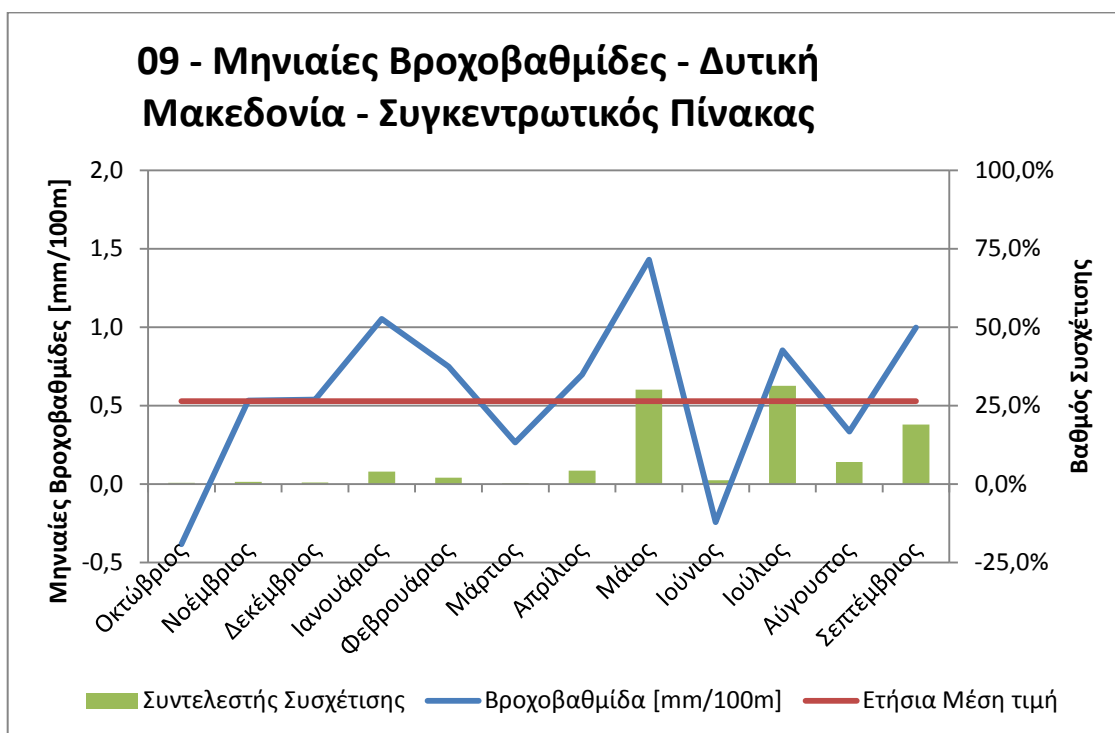


Πίνακας 7-6 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Δυτικής Μακεδονίας



Πίνακας 7-7 : Διάγραμμα Υπολογισμού Ετήσιας Βροχοβαθμίδας Δυτικής Μακεδονίας

Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων:



Πίνακας 7-8 : Συγκεντρωτική Παρουσίαση αποτελεσμάτων του Διαμερίσματος της Δυτικής Μακεδονίας

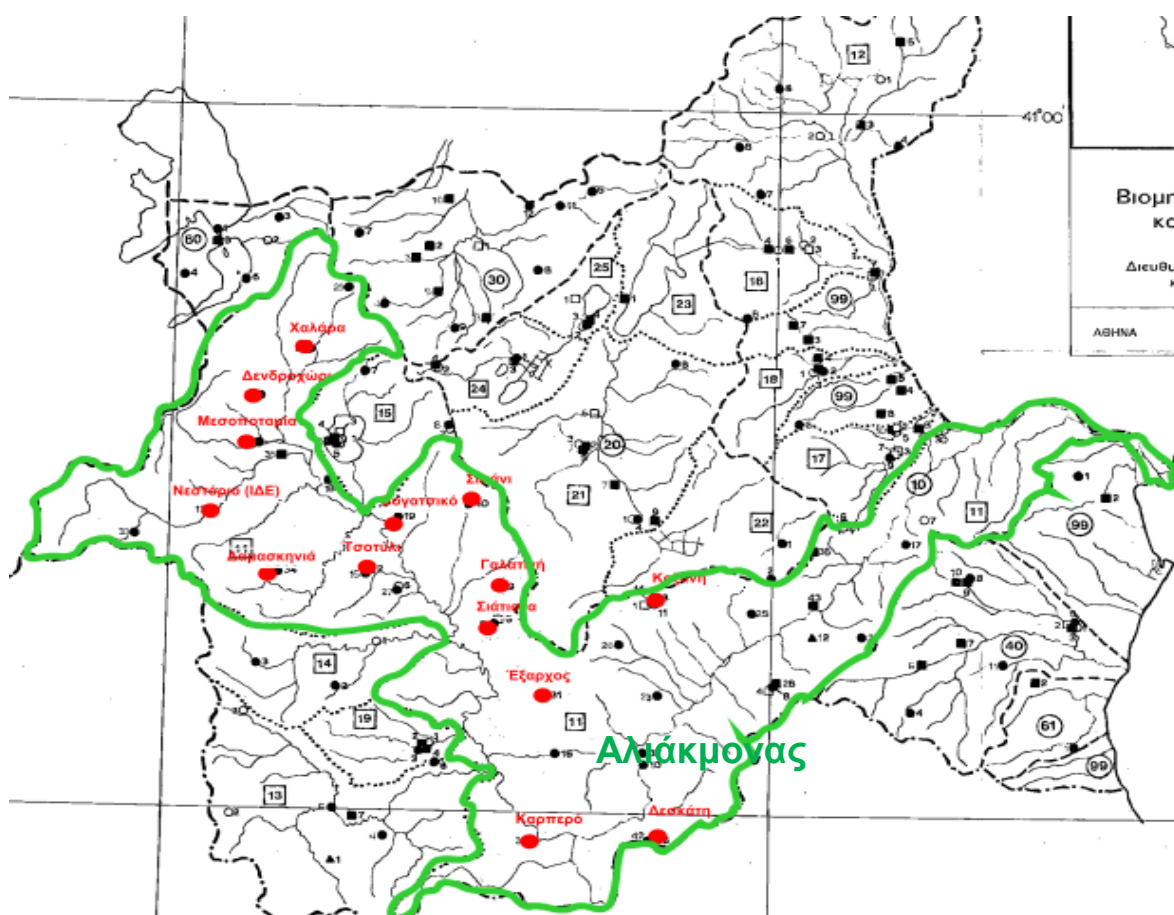
7.5. Ιδιαιτερότητες Δείγματος - Περαιτέρω Διερεύνηση

Όπως διακρίνεται στα ανωτέρω διαγράμματα, το δείγμα των σταθμών παρουσιάζει μη στατιστικά σημαντική συσχέτιση με αρκετά χαμηλό συντελεστή συσχέτισης (μικρότερο του 20% για την πλειοψηφία του δείγματος) στον υπολογισμό της βροχοβαθμίδας.

Για την πληρέστερη διερεύνηση των αποτελεσμάτων επιλέγεται να γίνει ανάλυση σε μικρότερη χωρική κλίμακα.

7.5.1. Διερεύνηση με αλλαγή στη χωρική κλίμακα των σταθμών

Προκειμένου να διερευνηθεί καλύτερα η σημασία της χωρικής κλίμακας στη γραμμική συσχέτιση των σταθμών του δείγματος, γίνεται επανεπεξεργασία για τη μικρότερη μεν αρκετά εκτεταμένη κύρια Λεκάνη του ποταμού Αλιάκμονα. Ο κατωτέρω χάρτης δείχνει την περιοχή των λεκανών που μελετάται:



Εικόνα 7-2 : Υδρολογική Λεκάνη Ποταμού Αλιάκμονα

Η διάταξη των σταθμών είναι αντιπροσωπευτική της Δυτικής περιοχής της Λεκάνης του Αλιάκμονα.

Ο κατωτέρω πίνακας παρουσιάζει στοιχεία των προς μελέτη λεκανών:

09 – Δυτική Μακεδονία	
	Λεκάνη Αλιάκμονα
Εμβαδό Λεκάνης [km²]	5200
A/A	Σταθμοί
1	Βογατσικό
2	Δαμασκησιά
3	Δενδροχώρι
4	Έξαρχος
5	Γαλατινή
6	Καρπερό
7	Κοζάνη
8	Μεσοποταμία
9	Νεστόριο (ΙΔΕ)
10	Σιάτιστα
11	Σισάνι
12	Τσοτύλι
13	Χαλάρα
14	Δεσκάτη

Πίνακας 7-9 : Υδρολογικοί Σταθμοί Λεκάνης Ποταμού Αλιάκμονα

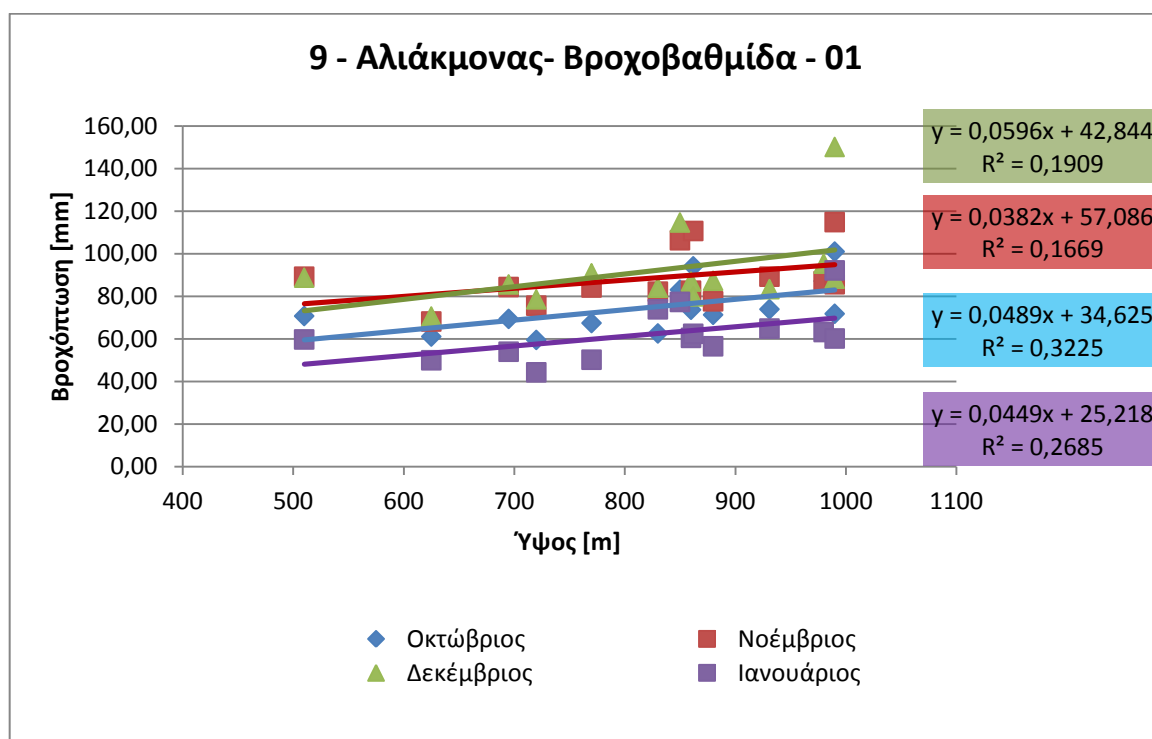
Στους κατωτέρω πίνακες παρουσιάζονται οι πίνακες των μηνιαίων βροχοβαθμίδων για τη συγκεκριμένη λεκάνη:

09 - Δυτική Μακεδονία - Αλιάκμονας - Πίνακας Β			
	Βροχοβαθμίδα [mm/100m]	Συντελεστής Συσχέτισης	Στατιστική Ση- μαντικότητα Γρ. Συσχέτισης - Όριο 53%
Οκτώβριος	4,9	32,2%	Ψευδής
Νοέμβριος	3,8	16,7%	Ψευδής
Δεκέμβριος	6,0	19,1%	Ψευδής
Ιανουάριος	4,5	26,8%	Ψευδής
Φεβρουάριος	3,4	11,7%	Ψευδής
Μάρτιος	4,1	24,0%	Ψευδής
Απρίλιος	2,6	23,1%	Ψευδής

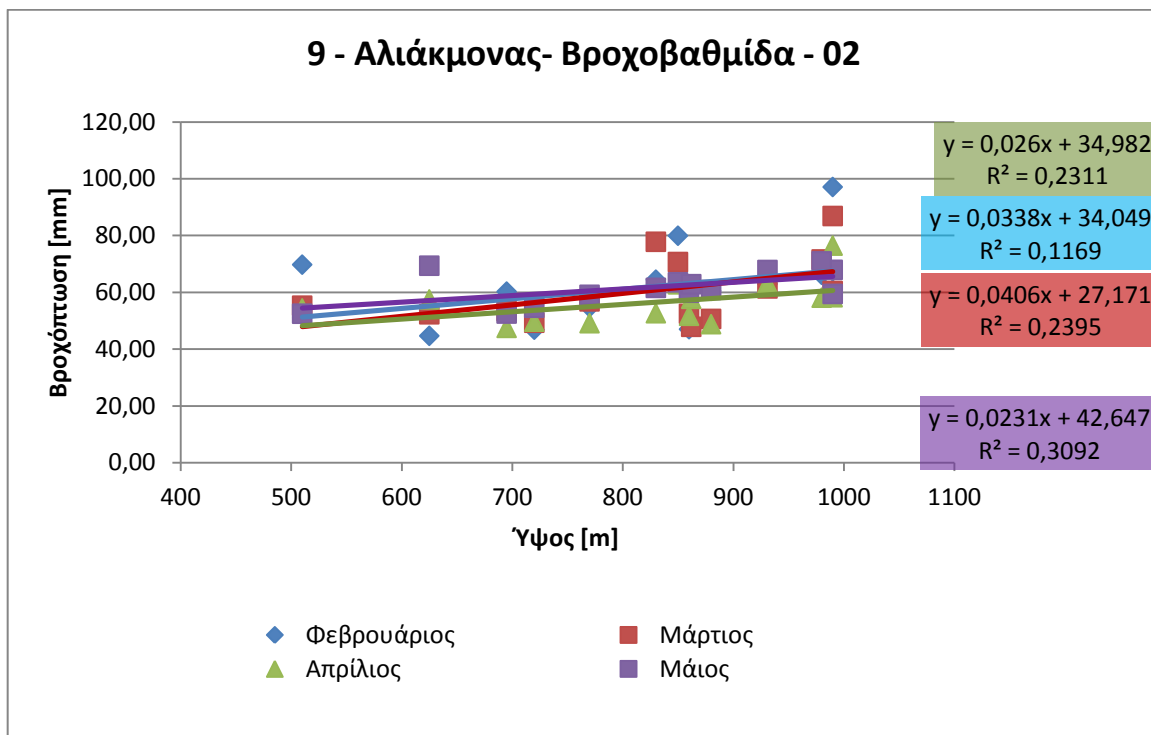
Μάιος	2,3	30,9%	Ψευδής
Ιούνιος	1,2	6,8%	Ψευδής
Ιούλιος	0,0	0,0%	Ψευδής
Αύγουστος	0,6	11,2%	Ψευδής
Σεπτέμβριος	2,6	30,5%	Ψευδής
Μέσο Ετήσιο [mm]	35,5	33,2%	Ψευδής

Πίνακας 7-10 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Λεκάνης Απορροής Ποταμού Αλιάκμονα

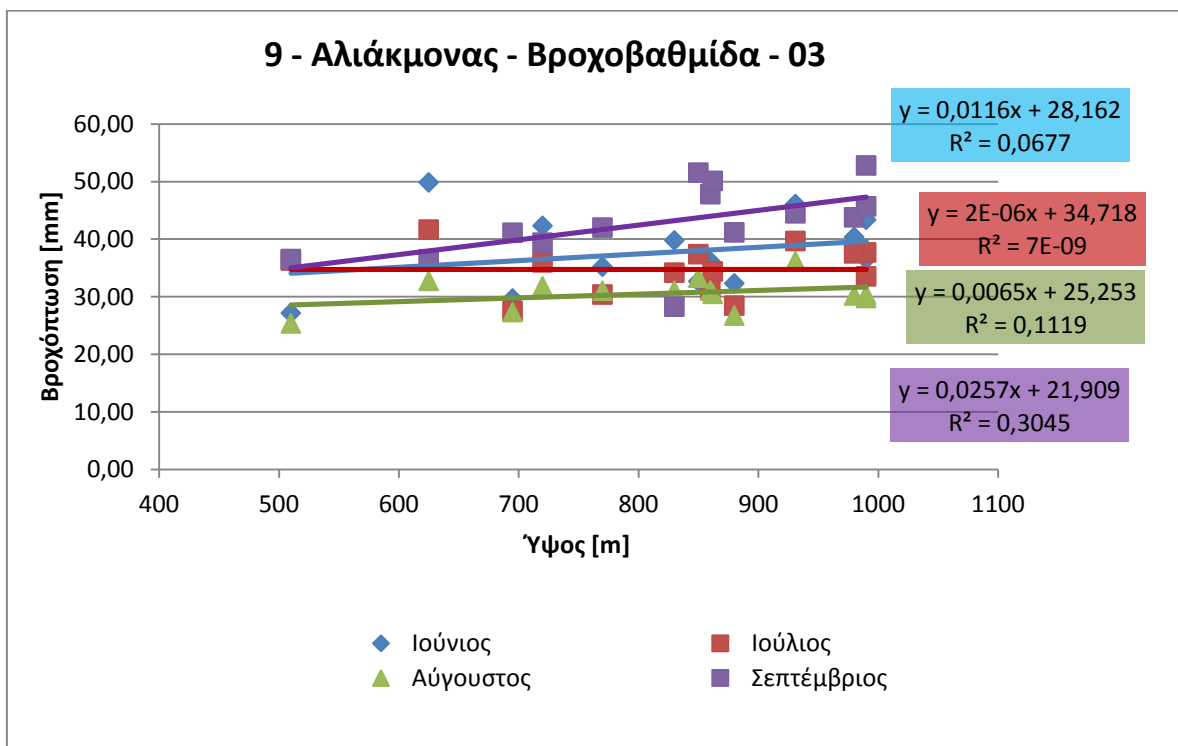
Επιπλέον, επισυνάπτονται διαγράμματα με τη γραμμική συσχέτιση του δείγματος για τους διάφορους μήνες:



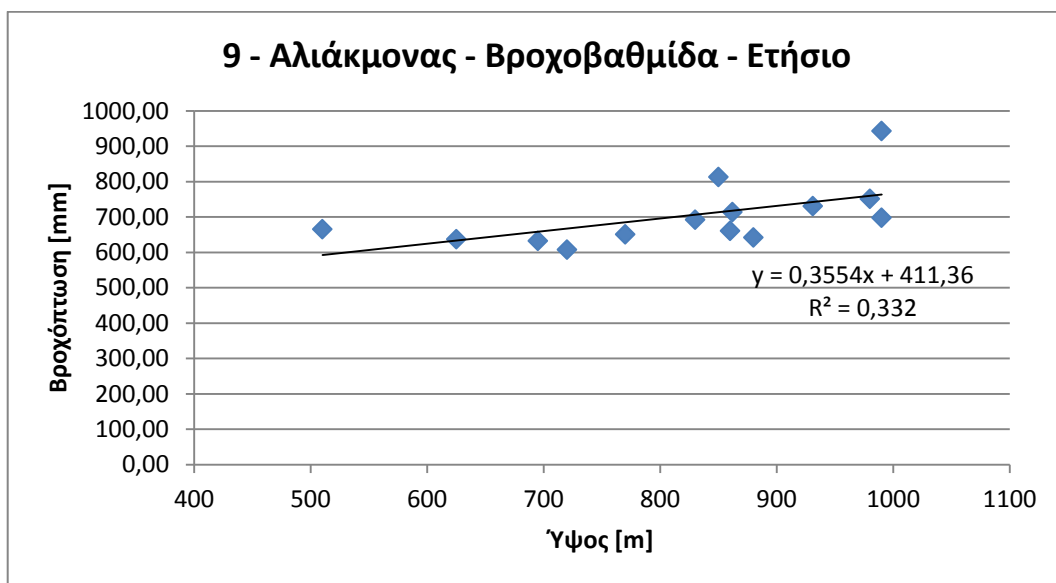
Πίνακας 7-11 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Λεκάνης Ποταμού Αλιάκμονα



Πίνακας 7-12 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Λεκάνης Ποταμού Αλιάκμονα

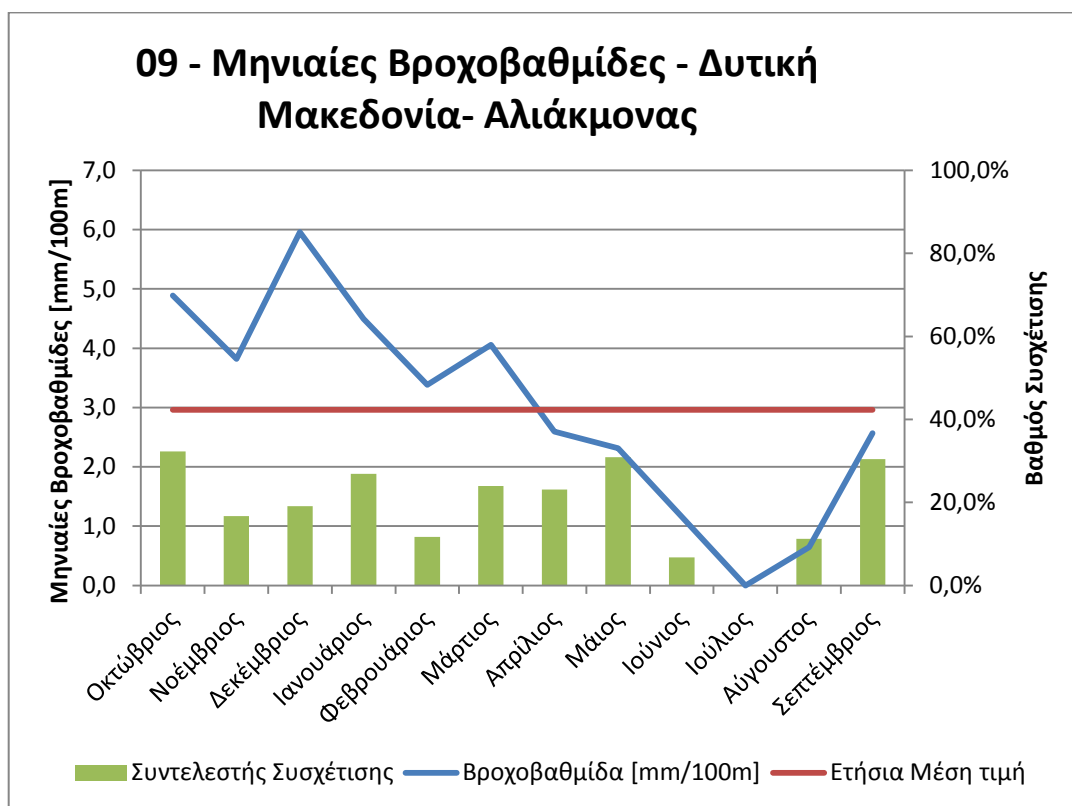


Πίνακας 7-13 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Λεκάνης Ποταμού Αλιάκμονα



Πίνακας 7-14 : Διάγραμμα Ετήσιου Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Λεκάνης Ποταμού Αλιάκμονα

Συνοπτικά παρουσιάζονται τα αποτελέσματα:



Πίνακας 7-15 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων Λεκάνης Ποταμού Αλιάκμονα

7.6. Αποτίμηση Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα

Παρατηρείται ότι στο **Υδατικό Διαμέρισμα της Δυτικής Μακεδονίας** η τιμή της βροχοβαθμίδας κυμαίνεται από -0,4 μέχρι 1,4mm/100m, με μέση τιμή τα 0,5mm/100m.

Η μέγιστη τιμή παρατηρείται το μήνα Μάιο (1,4mm/100m), ενώ η ελάχιστη το μήνα Οκτώβριο (-0,4mm/100m).

Η συσχέτιση που παρουσιάζει η γραμμική παλινδρόμηση, για το δείγμα της δυτικής Μακεδονίας, προκύπτει μη στατιστικά σημαντική με το Μάιο και τον Ιούλιο να παρουσιάζουν συσχέτιση της τάξης του 30%, το Σεπτέμβριο της τάξης του 20% και όλοι οι υπόλοιποι μήνες και το μέσο ετήσιο κάτω του 10%.

Όσον αφορά τη **Λεκάνη του Αλιάκμονα**, παρατηρείται ότι η τιμή της βροχοβαθμίδας κυμαίνεται από 0,0 έως 6,0mm/100m, με μέση τιμή τα 3,0mm/100m.

Η μέγιστη τιμή παρατηρείται το Δεκέμβριο (6,0mm/100m) και η ελάχιστη τον Ιούλιο (0,0mm/100m).

Με κριτήριο τη μηνιαία βροχοβαθμίδα οι μήνες μπορούν να καταταχθούν ως εξής:

- Οκτώβριο έως Μάρτιο με βροχοβαθμίδα μεγαλύτερη των 3,5mm/100m
- Απρίλιος, Μάιος και Σεπτέμβριος με βροχοβαθμίδα περί τα 2,5mm/100m.
- Ιούνιος έως Αύγουστος με βροχοβαθμίδα μικρότερη του 1,0mm/100m.

Η συσχέτιση που παρουσιάζει η γραμμική παλινδρόμηση, για το δείγμα της Λεκάνης του Αλιάκμονα, προκύπτει μη στατιστικά σημαντική. Ο συντελεστής συσχέτισης των μηνών κυμαίνεται από 15%-35%, με εξαίρεση τους Ιούνιο και Ιούλιο που παρουσιάζουν σχεδόν μηδενική συσχέτιση. Η συσχέτιση για τη μέση ετήσια τιμή της βροχοβαθμίδας αγγίζει το 33%.

Οι σταθμοί Δαμασκηιάς και Κοζάνης, προτείνεται να εξεταστεί περαιτέρω η αξιοπιστία τους, καθότι παρατηρείται μεγάλη συστηματική απόκλιση από την αναμενόμενη βροχόπτωση.

Κεφάλαιο 8

10ο Υδατικό Διαμέρισμα – Κεντρική Μακεδονία

8.1. Εισαγωγικά

Το Υδατικό Διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας αποτελεί τμήμα της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας και η συνολική του έκταση είναι 10.390 km². Περιλαμβάνει ολόκληρο το Νομό Χαλκιδικής, μεγάλα τμήματα των Νομών Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Ημαθίας και Πέλλας, και μικρό τμήμα του Νομού Σερρών. Ο πληθυσμός του, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 2001 ήταν 1 362 190 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση.

Μεγάλος αριθμός φορέων εμπλέκεται στην έρευνα, αξιοποίηση, χρήση και προστασία των νερών του Διαμερίσματος. Η περιφερειακή Διεύθυνση Υδάτων λειτουργεί στη Θεσσαλονίκη, που είναι και έδρα της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, με χωρική αρμοδιότητα τα Υδατικά Διαμερίσματα Κεντρικής και Ανατολικής Μακεδονίας.

8.2. Γενικά Χαρακτηριστικά Υδατικού Διαμερίσματος

8.2.1. Γεωμορφολογικά Χαρακτηριστικά

Το Υδατικό Διαμέρισμα περιλαμβάνει εκτεταμένες πεδιάδες κυρίως στο δυτικό τμήμα, οι σημαντικότερες από τις οποίες είναι αυτή της Θεσσαλονίκης, των Γιαννιτών, του Λαγκαδά και της Χαλκιδικής. Δεν είναι ιδιαίτερα ορεινό, αφού περιλαμβάνει χαμηλά βουνά στην περιφερειακή ζώνη, ενώ υψόμετρο πάνω από 2.000 μέτρα έχουν το όρος Άθως (2.033 m) και το όρος Κερκίνη (2.031 m).

8.2.2. Κλιματολογικά Χαρακτηριστικά

Το Διαμέρισμα χαρακτηρίζεται από ποικιλία κλιμάτων, όπως το μεσογειακό στη περιοχή της Χαλκιδικής, το θαλάσσιο στις παράκτιες περιοχές, το ηπειρωτικό στο εσωτερικό και το ορεινό στις περιοχές με μεγάλο υψόμετρο.

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται από 400 μέχρι 800 mm, ενώ στα ορεινά τμήματα ξεπερνάει τα 1.000 mm. Οι χιονοπτώσεις είναι αρκετά συνηθισμένες κατά το διάστημα Σεπτεμβρίου-Απριλίου.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 14.5°C και 17°C, με ψυχρότερο μήνα τον Ιανουάριο και θερμότερο τον Ιούλιο.

8.2.3. Κύριες Υδρολογικές Λεκάνες Απορροής

Οι κύριες λεκάνες του Διαμερίσματος είναι αυτές των λιμνών Θεσσαλονίκης (2.161 km²), του Αξιού (1.636 km²), του Λουδία (1.251 km²) και του Γαλλικού (1.055 km²). Άλλες αξιόλογες λεκάνες, με έκταση μικρότερη των 600 km², είναι αυτές των ποταμών Χαβριά, Ανθεμόντος, Ολύνθιου και της λίμνης Δοϊράνης.

Τα χαρακτηριστικά των κύριων υδρολογικών λεκανών συνοπτικά είναι τα εξής:

Λεκάνη λιμνών Θεσσαλονίκης

Το σύστημα των λιμνών Θεσσαλονίκης περιλαμβάνει τις φυσικές λίμνες Βόλβη, Λαγκαδά (Κορώνεια) και Μαυρόβου με συνολική έκταση λεκανών απορροής 2.161 km². Οι λίμνες Βόλβη και Λαγκαδά συνδέονται μεταξύ τους.

Τα αποθέματα της λίμνης Λαγκαδά μειώνονται συνεχώς τις τελευταίες δύο δεκαετίες και τα τελευταία χρόνια είναι σχεδόν μηδενικά, αποτελώντας έτσι ένα από τα βασικά περιβαλλοντικά προβλήματα του Διαμερίσματος.

Λεκάνη Αξιού

Ο ποταμός Αξιός πηγάζει από την ορεινή ζώνη μεταξύ Αλβανίας και Σκοπίων (ΠΓΔΜ) και η συνολική λεκάνη απορροής του είναι 22.250 km². Από την έκταση αυτή, σε ελληνικό έδαφος βρίσκονται 2.513 km², από τα οποία 1.636 km² αντιστοιχούν στο τελευταίο τμήμα πριν την εκβολή του στη θάλασσα και 901 km² αντιστοιχούν σε παραπόταμο ο οποίος βρίσκεται στην πεδιάδα της Φλώρινας (Σακουλέβας) και συμβάλλει με τον Αξιό στο έδαφος της ΠΓΔΜ. Οι κυριότερες υπολεκάνες του Αξιού στο ελληνικό έδαφος είναι του Αγιάκ (360 km²), του Γυναικοκάστρου (150 km²) και του Κοτζά Ντερέ (140 km²).

Λεκάνη Λουδία

Ο ποταμός Λουδίας βρίσκεται μεταξύ των ποταμών Αλιάκμονα και Αξιού και παροχετεύει λεκάνη απορροής έκτασης 1251 km².

Λεκάνη Γαλλικού

Ο ποταμός Γαλλικός, με λεκάνη απορροής 1.055 km², πηγάζει από τα όρη Μαυροβούνιο και Κρούσια και αφού διασχίσει το ανατολικό τμήμα της πεδιάδας Θεσσαλονίκης εκβάλλει δυτικά της πόλης.

8.3. Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης

Για την Κεντρική Μακεδονία, επιλέγονται 20 Σταθμοί καταγραφής βροχομετρήσεων σε όλο το Διαμέρισμα. Πληροφορίες που αφορούν τους Σταθμούς παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

Κεντρική Μακεδονία						
A/A	Αριθμός Λεκάνης	Όνομα Σταθμού	Φορέας	Νομός - Επαρχία	Ύψος	Διαθέσιμα Έτη Δεδομένων
1	1020	Εύζωνοι	ΥΠΔΕ	ΚΙΛΚΙΣ - Κιλκίς	90	46
2	1020	Γουμένισσα	ΥΠΔΕ	ΚΙΛΚΙΣ - Παιονίας	255	57
3	1030	Καρυώτισσα	ΥΠΓΕ	ΠΕΛΛΑΣ - Γιαννιτσών	9	42
4	1030	Κρύα Βρύση	ΥΠΓΕ	ΠΕΛΛΑΣ - Γιαννιτσών	8	58
5	1020	Μεγάλη Στέρνα	ΥΠΔΕ	ΚΙΛΚΙΣ - Κιλκίς	125	44
6	1030	Ν. Χαλκηδόνα	ΥΠΓΕ	ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ - Θεσ/νίκης	60	58
7	1030	Παραλίμνη Γιαννιτσών	ΥΠΔΕ	ΠΕΛΛΑΣ - Γιαννιτσών	10	30
8	1020	Πολύκαστρο	ΥΠΔΕ	ΚΙΛΚΙΣ - Κιλκίς	50	30
9	1020	Ανθόφυτο	ΥΠΔΕ	ΚΙΛΚΙΣ - Κιλκίς	150	45
10	1020	Εύρωπος	ΥΠΔΕ	ΚΙΛΚΙΣ - Παιονίας	70	45
11	1040	Κιλκίς	ΥΠΔΕ	ΚΙΛΚΙΣ - Κιλκίς	275	45
12	1040	Μελάνθιο	ΥΠΓΕ	ΚΙΛΚΙΣ - Κιλκίς	490	46
13	1040	Μεταξοχώρι	ΥΠΓΕ	ΚΙΛΚΙΣ - Κιλκίς	277	48
14	1061	Μίκρα	ΕΜΥ	ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ - Θεσ/νίκης	3	47
15	1062	Αγ. Πρόδρο-	ΥΠΔΕ	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ - Χαλκιδικής	420	45

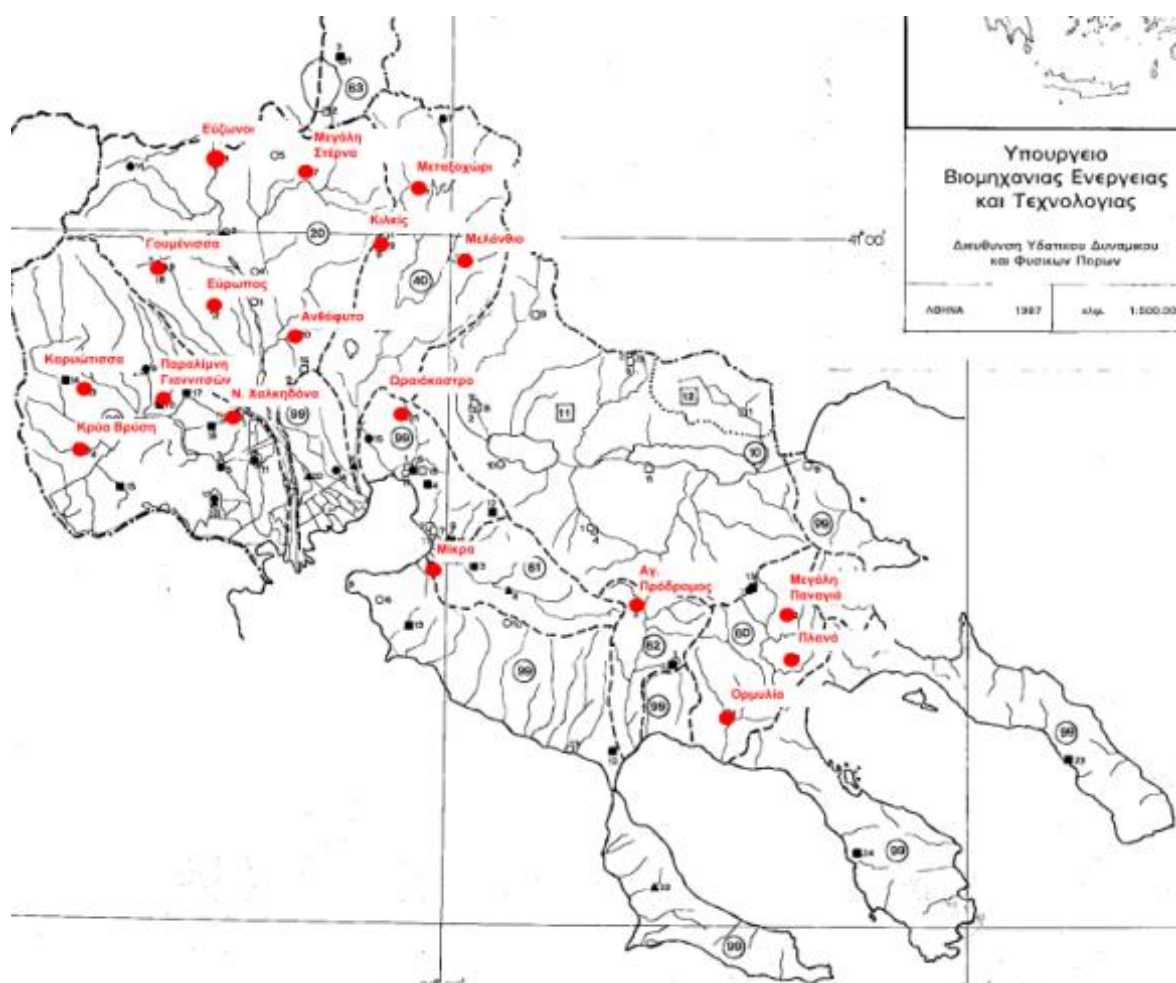
		μος				
16	1011	Αρναία (ΙΔΕ)	ΥΠΓΕ	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ - Αρναίας	760	57
17	1060	Μεγάλη Πα- ναγιά	ΥΠΓΕ	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ - Αρναίας	440	35
18	1060	Ορμυλία	ΥΠΓΕ	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ - Χαλκιδικής	40	35
19	1060	Πλανά	ΥΠΓΕ	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ - Αρναίας	12	35
20	1099	Ωραιόκαστρο	ΥΠΔΕ	ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ - Θεσ/νίκης	250	37

Πίνακας 8-1 : Σταθμοί Καταγραφής Βροχόπτωσης Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας

Οι σταθμοί κρίνεται ότι αντιπροσωπεύουν κυρίως το Βορειοανατολικό τμήμα του Διαμερίσματος, όσων αφορά τη χωρική διαθεσιμότητα των δεδομένων. Κατά μέσο όρο ένας σταθμός εμφανίζεται ανά 500km².

Όσων αφορά την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, ως προς το υψόμετρο καταγραφής, οι σταθμοί κατανέμονται σε υψόμετρα περίπου έως τα 700m ύψος. Οι σταθμοί δε μπορούν να κριθούν ως αντιπροσωπευτικοί ως προς το υψόμετρο του Διαμερίσματος.

Στον κατωτέρω χάρτη απεικονίζονται το υδατικό διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας καθώς και η θέση των σταθμών που επιλέχθηκαν προς αντιπροσώπευση αυτού.



Εικόνα 8-1 : Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας

8.4. Υπολογισμός - Εκτίμηση Μηνιαίων Βροχοβαθμίδων

8.4.1. Υπολογισμός Μέσων Βροχοπτώσεων

Για κάθε Σταθμό υπολογίζεται η Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση ανά μήνα καθώς και η Μέση Ετήσια Βροχόπτωση που κατέγραψε ο Σταθμός. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

Κεντρική Μακεδονία													
Όνομα Σταθμού	Μέσες Τιμές Μηνιαίας Βροχόπτωσης [mm]												Μέση Ετή- σια [mm]
	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	
Εύζωνοι	62,5	63,5	64,9	37,0	46,9	46,0	46,0	54,6	38,9	33,9	27,4	38,8	560,7
Γουμένισσα	91,8	102, 2	86,9	70,3	63,0	78,9	63,6	64,4	48,3	30,9	30,7	36,4	764,1
Καρυώτισσα	62,6	59,2	70,0	50,2	50,0	49,0	40,6	49,6	29,6	19,6	21,6	26,8	531,5

Κρύα Βρύση	52,6	59,1	69,9	48,8	46,1	50,4	41,9	46,5	30,7	20,7	21,3	32,3	521,7
Μεγάλη Στέρνα	60,1	59,9	63,3	39,4	67,0	52,7	45,3	55,8	45,0	33,8	31,6	30,7	586,9
Ν. Χαλκηδόνα	59,9	60,6	64,6	46,6	42,3	53,8	41,0	46,5	32,2	23,4	20,6	30,9	524,6
Παραλίμνη Γιαννιτών	63,8	63,2	66,0	41,3	43,8	50,1	42,8	43,7	28,0	22,7	16,2	29,3	511,1
Πολύκαστρο	56,2	76,0	84,5	48,3	49,7	47,5	44,1	41,1	54,6	40,6	32,8	36,9	611,6
Ανθόφυτο	47,2	61,5	58,7	44,6	43,7	46,8	43,5	52,2	38,0	28,0	22,4	28,2	526,2
Εύρωπος	62,7	58,0	56,3	32,6	38,1	41,7	37,4	51,9	39,0	33,0	28,5	26,2	505,1
Κιλκίς	51,1	48,0	45,3	28,2	34,9	41,4	39,1	45,9	55,7	33,4	26,2	29,1	479,1
Μελάνθιο	47,2	56,6	59,6	43,1	41,8	41,1	44,2	65,3	58,5	50,8	48,4	45,9	609,0
Μεταξοχώρι	55,7	52,7	47,2	36,4	41,0	43,6	49,9	52,8	54,4	42,2	40,9	39,5	559,1
Μίκρα	43,2	53,1	54,1	40,0	37,9	41,4	38,3	44,4	29,9	24,7	22,9	27,9	456,5
Αγ. Πρόδρομος	60,6	51,7	59,9	35,8	41,8	42,6	38,6	51,9	44,0	40,0	31,3	34,5	532,0
Αρναία (ΙΔΕ)	71,0	77,6	91,3	62,6	58,9	55,4	46,8	60,1	53,3	44,8	30,8	40,8	696,0
Μεγάλη Παναγιά	62,2	80,6	111,1	71,0	60,7	56,1	45,2	55,2	39,5	36,1	27,2	32,1	681,3
Ορμυλία	43,3	63,1	70,8	37,7	45,5	36,5	30,2	35,5	23,1	19,5	25,5	32,9	463,3
Πλανά	55,2	67,1	85,3	54,9	50,7	40,9	35,9	37,2	38,5	26,9	26,2	33,6	548,5
Ωραιόκαστρο	44,3	48,7	42,8	23,2	28,3	31,6	35,2	47,1	26,8	22,1	25,8	24,8	401,0

Πίνακας 8-2 : Μηνιαίες Βροχοπτώσεις Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας

8.4.2. Υπολογισμός Βροχοβαθμίδων

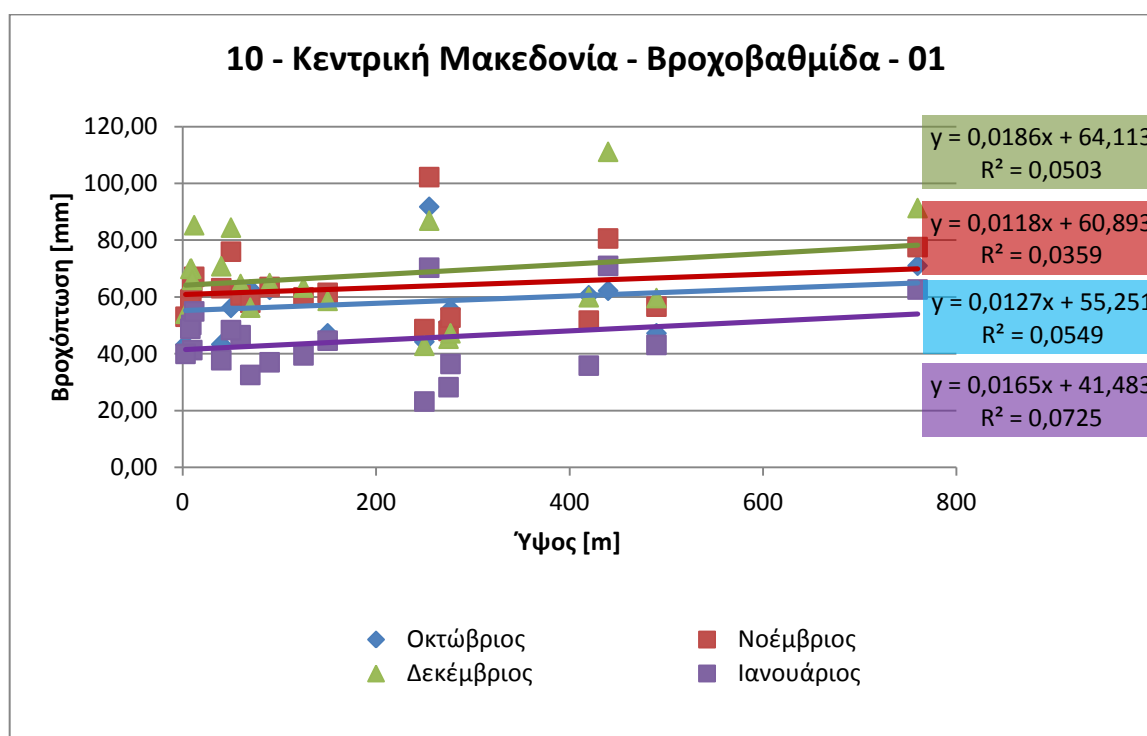
Συσχετίζοντας γραμμικά τις τιμές των βροχοπτώσεων με τα υψόμετρα των σταθμών προκύπτουν τιμές της βροχοβαθμίδας. Τα αποτελέσματα συμπεριλαμβανομένου και του βαθμού συσχέτισης παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα.

10 - Κεντρική Μακεδονία			
	Βροχοβαθμίδα [mm/100m]	Συντελεστής Συσχέτισης	Στατιστική Σημαντικότητα Γρ. Συσχέτισης - Όριο 45%
Οκτώβριος	1,3	5,5%	Ψευδής
Νοέμβριος	1,2	3,6%	Ψευδής

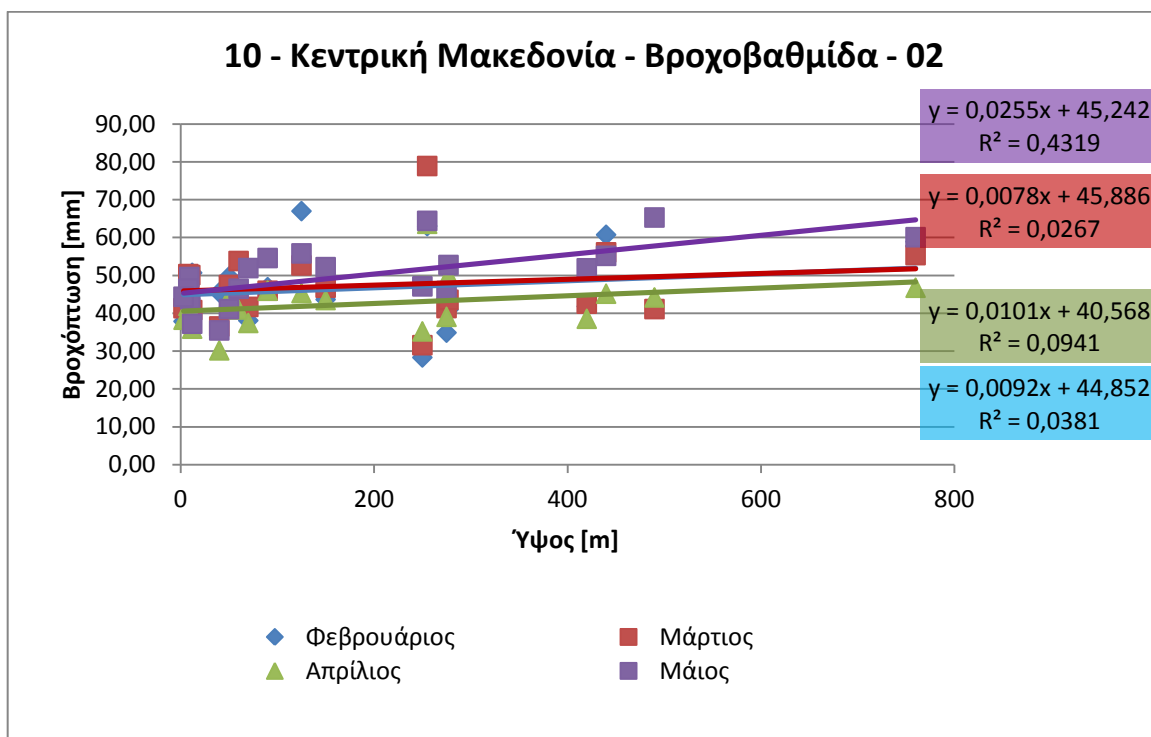
Δεκέμβριος	1,9	5,0%	Ψευδής
Ιανουάριος	1,7	7,2%	Ψευδής
Φεβρουάριος	0,9	3,8%	Ψευδής
Μάρτιος	0,8	2,7%	Ψευδής
Απρίλιος	1,0	9,4%	Ψευδής
Μάιος	2,6	43,2%	Ψευδής
Ιούνιος	3,2	36,1%	Ψευδής
Ιούλιος	3,2	52,9%	Αληθής
Αύγουστος	1,9	30,7%	Ψευδής
Σεπτέμβριος	1,4	28,4%	Ψευδής
Μέσο Ετήσιο [mm]	21,5	26,0%	Ψευδής

Πίνακας 8-3 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας

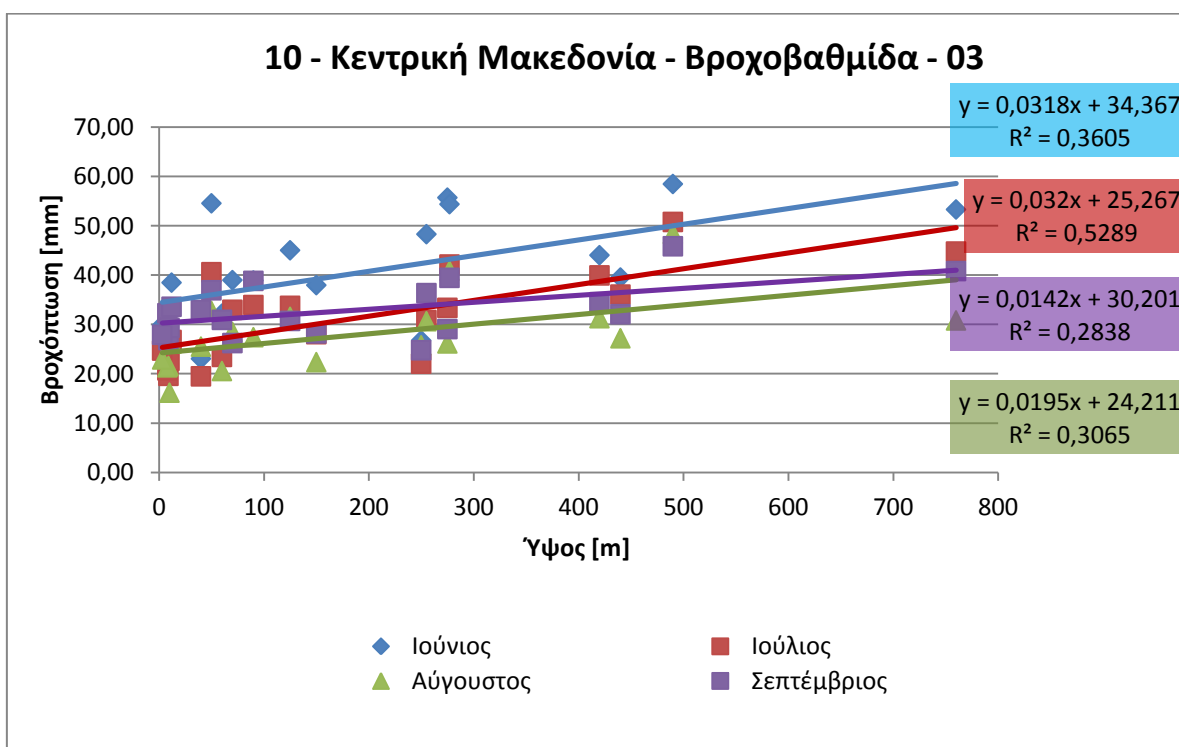
Επιπλέον, στα ακόλουθα διαγράμματα παρουσιάζεται η συσχέτιση βροχόπτωσης - υψομέτρου σταθμού ανά μήνα και ανά έτος.



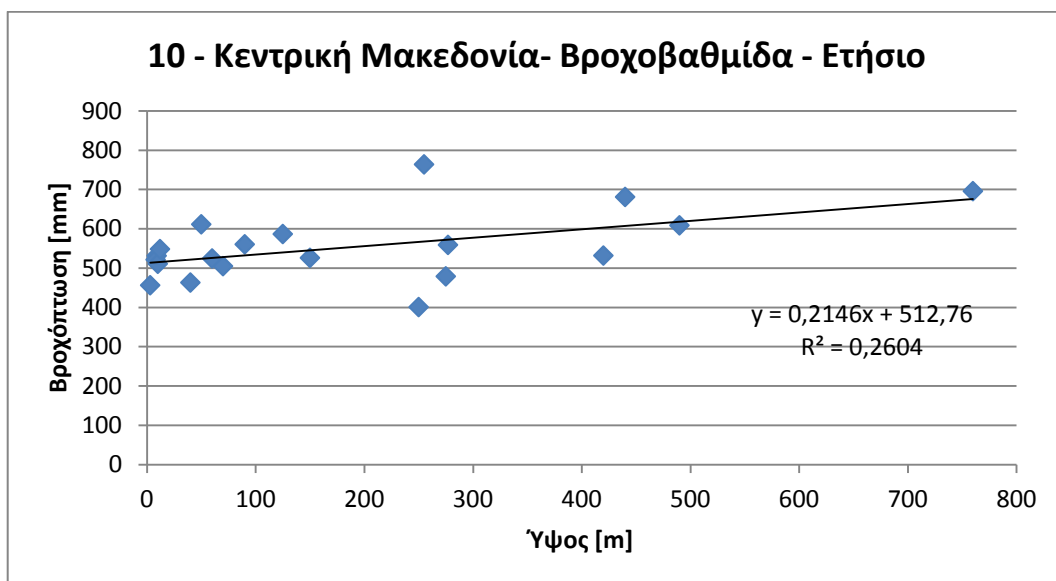
Πίνακας 8-4 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Κεντρικής Μακεδονίας



Πίνακας 8-5 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Κεντρικής Μακεδονίας

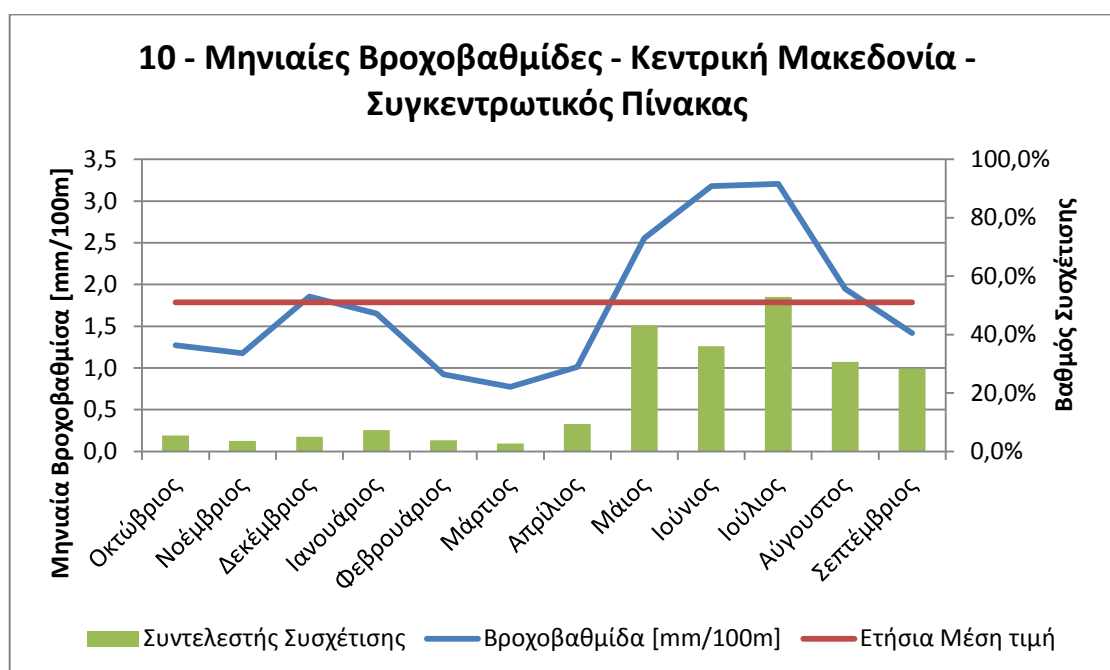


Πίνακας 8-6 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Κεντρικής Μακεδονίας



Πίνακας 8-7 : Διάγραμμα Υπολογισμού Ετήσιας Βροχοβαθμίδας Κεντρικής Μακεδονίας

Συνοπτικά επίσης παρουσίαση των αποτελεσμάτων καθώς και των βαθμών συσχέτισης:



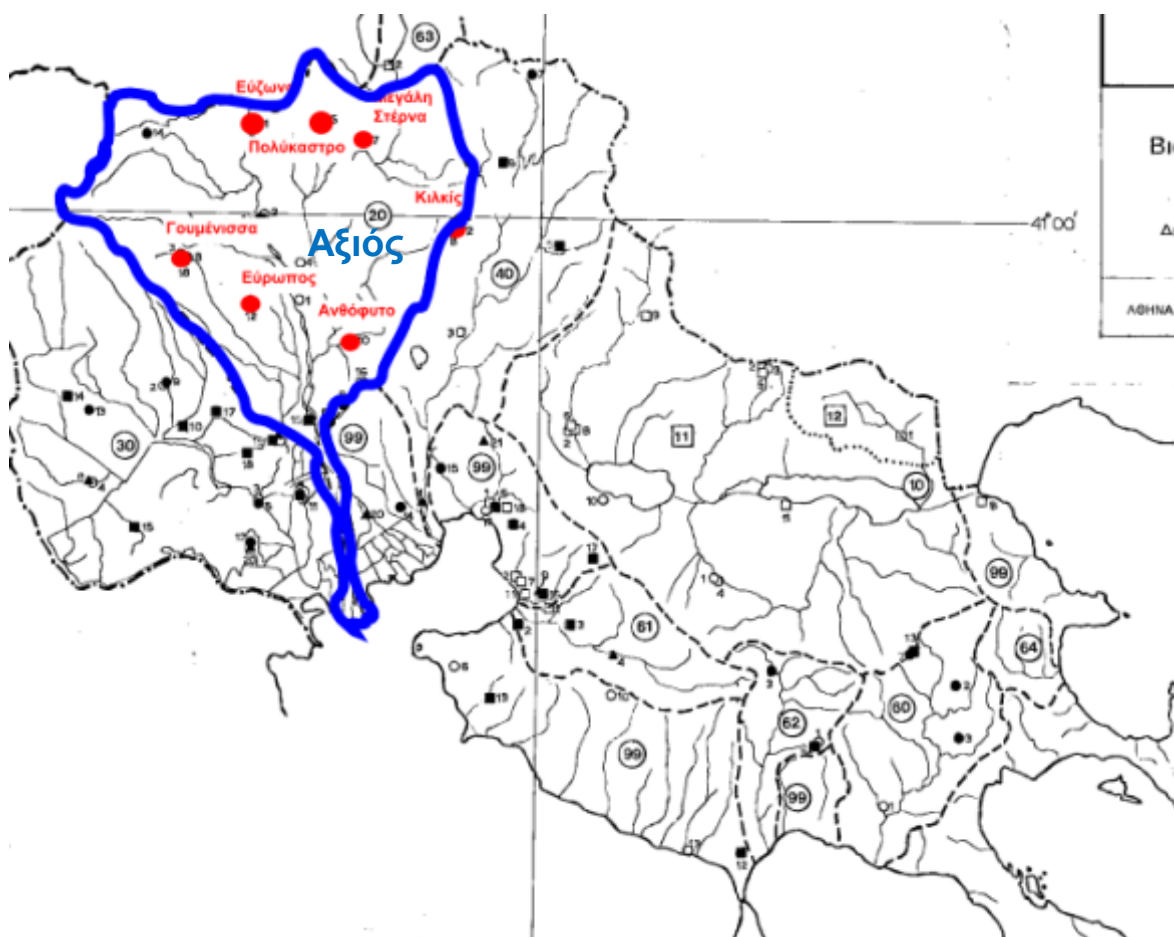
Πίνακας 8-8 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων του διαμερίσματος της Κεντρικής Μακεδονίας

8.5. Ιδιαιτερότητες Δείγματος - Περαιτέρω Διερεύνηση στη λεκάνη του Αξιού

Όπως διακρίνεται στα ανωτέρω διαγράμματα, το δείγμα των σταθμών παρουσιάζει μη στατιστικά σημαντική συσχέτιση για 11 από τους 12 μήνες, καθώς και για το μέσο ετήσιο. Επιπλέον, πάνω από τους μισούς μήνες (7 από τους 12) παρουσιάζει πολύ χαμηλή γραμμική συσχέτιση κάτω του 10%, στον υπολογισμό της βροχοβαθμίδας.

Για την πληρέστερη διερεύνηση των αποτελεσμάτων επιλέγεται να γίνει ανάλυση σε μικρότερη χωρική κλίμακα, σε υπολεκάνη του Υδατικού Διαμερίσματος, και συγκεκριμένα στο τμήμα της Λεκάνης του ποταμού Αξιού στην Ελληνική Επικράτεια.

Ο κατωτέρω χάρτης δείχνει την περιοχή της λεκανών που μελετάται:



Εικόνα 8-2 : Υδρολογική Λεκάνη Ποταμού Αξιού

Η διάταξη των σταθμών είναι αντιπροσωπευτική της υπολεκάνης στην Ελληνική Επικράτεια του ποταμού Αξιού.

Ο κατωτέρω πίνακας παρουσιάζει στοιχεία των προς μελέτη λεκανών:

10 – Κεντρική Μακεδονία	
	Υπολεκάνη Αξιού
Εμβαδό Λεκάνης [km²]	1.636
A/A	Σταθμοί
1	Εύζωνοι
2	Γουμένισσα
3	Μεγάλη Στέρνα
4	Πολύκαστρο
5	Ανθόφυτο
6	Εύρωπος

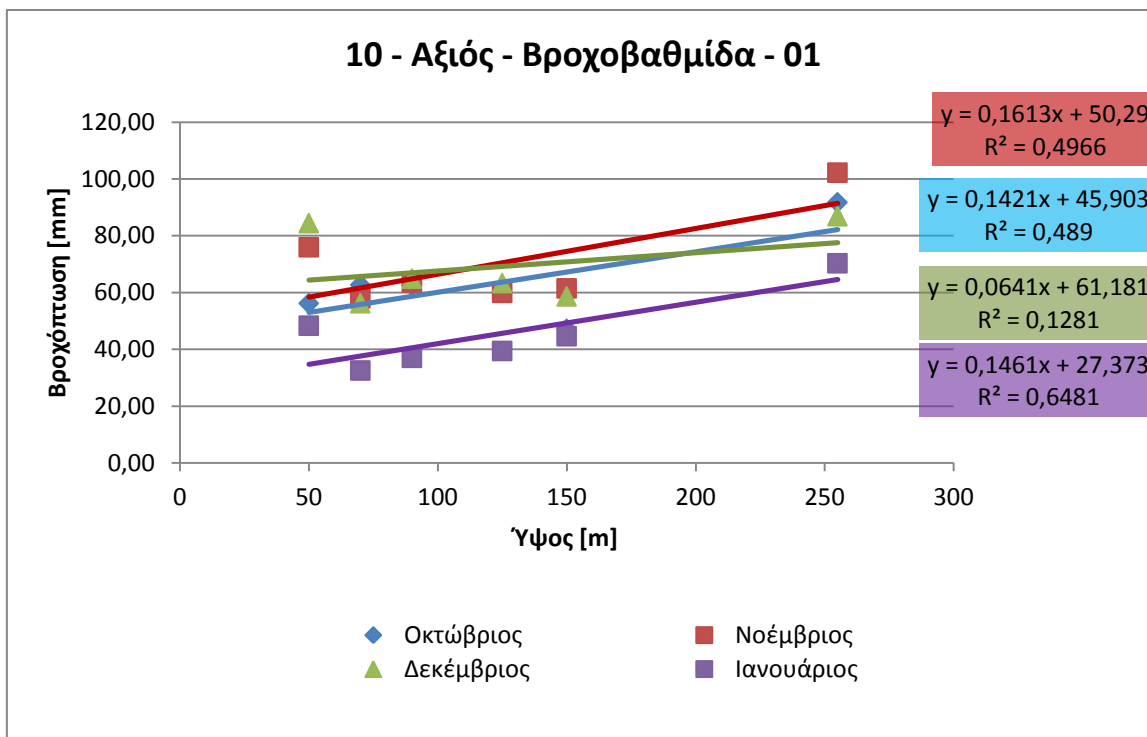
Πίνακας 8-9 : Υδρολογικοί Σταθμοί Λεκάνης Ποταμού Αξιού

Στους κατωτέρω πίνακες παρουσιάζονται οι πίνακες των μηνιαίων βροχοβαθμίδων για τη συγκεκριμένη λεκάνη:

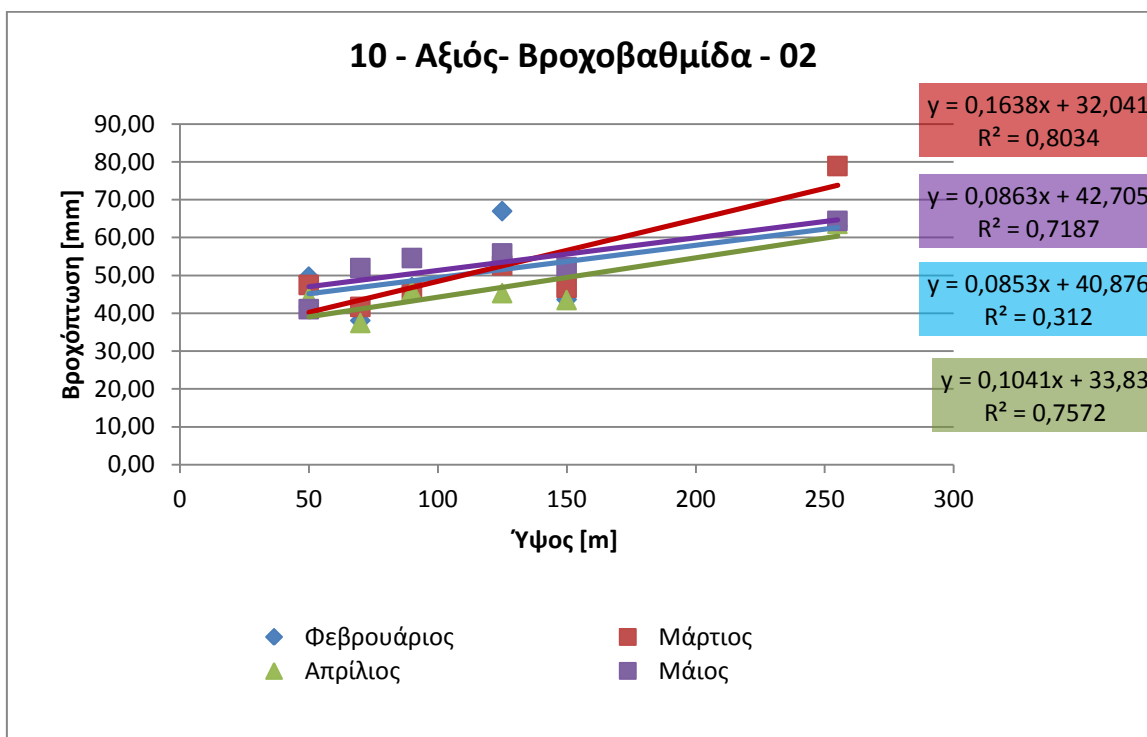
10 - Κεντρική Μακεδονία - Αξιός			
	Βροχοβαθμίδα [mm/100m]	Συντελεστής Συσχέτισης	Στατιστική Σημαντικότητα Γρ. Συσχέτισης - Όριο 82%
Οκτώβριος	14,2	48,9%	Ψευδής
Νοέμβριος	16,1	49,7%	Ψευδής
Δεκέμβριος	6,4	12,8%	Ψευδής
Ιανουάριος	14,6	64,8%	Ψευδής
Φεβρουάριος	8,5	31,2%	Ψευδής
Μάρτιος	16,4	80,3%	Ψευδής
Απρίλιος	10,4	75,7%	Ψευδής
Μάιος	8,6	71,9%	Ψευδής
Ιούνιος	0,3	0,1%	Ψευδής
Ιούλιος	-3,6	41,3%	Ψευδής
Αύγουστος	-0,5	1,2%	Ψευδής
Σεπτέμβριος	0,7	1,0%	Ψευδής
Μέσο Ετήσιο [mm]	91,8	53,8%	Ψευδής

Πίνακας 8-10 : Μηνιαίες Βροχοβαθμίδες Λεκάνης Απορροής Ποταμού Αξιού

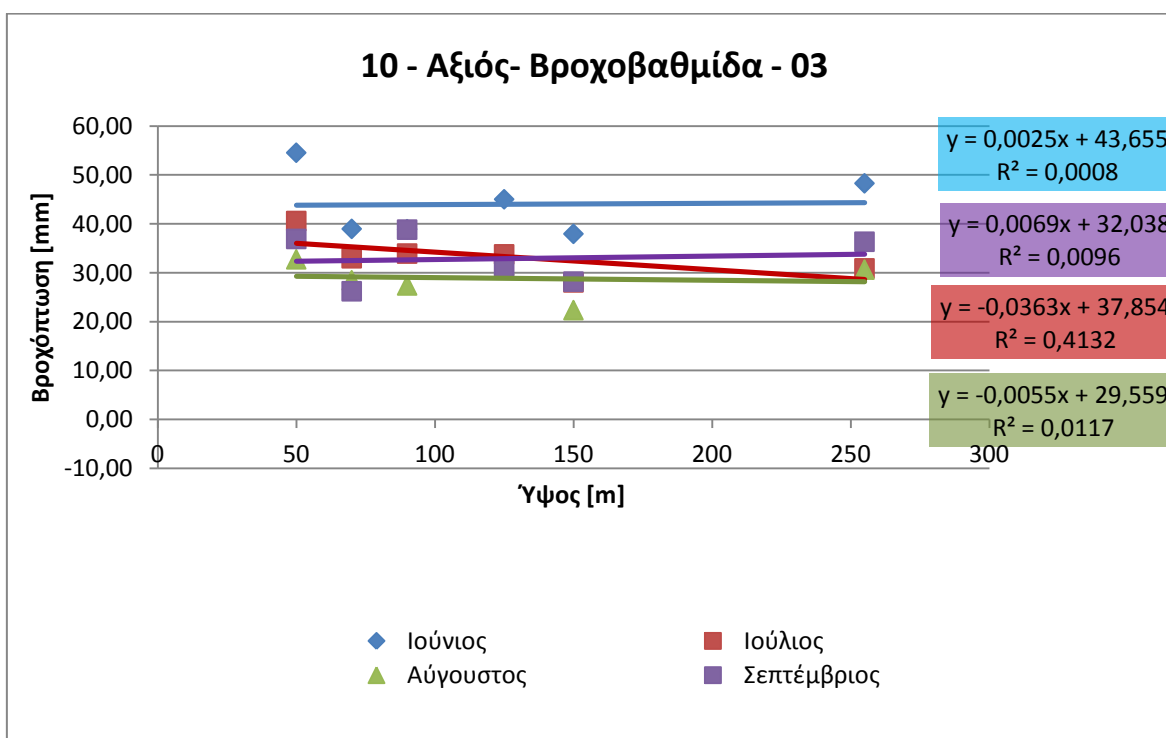
Επιπλέον, επισυνάπτονται διαγράμματα με τη γραμμική συσχέτιση του δείγματος για τους διάφορους μήνες:



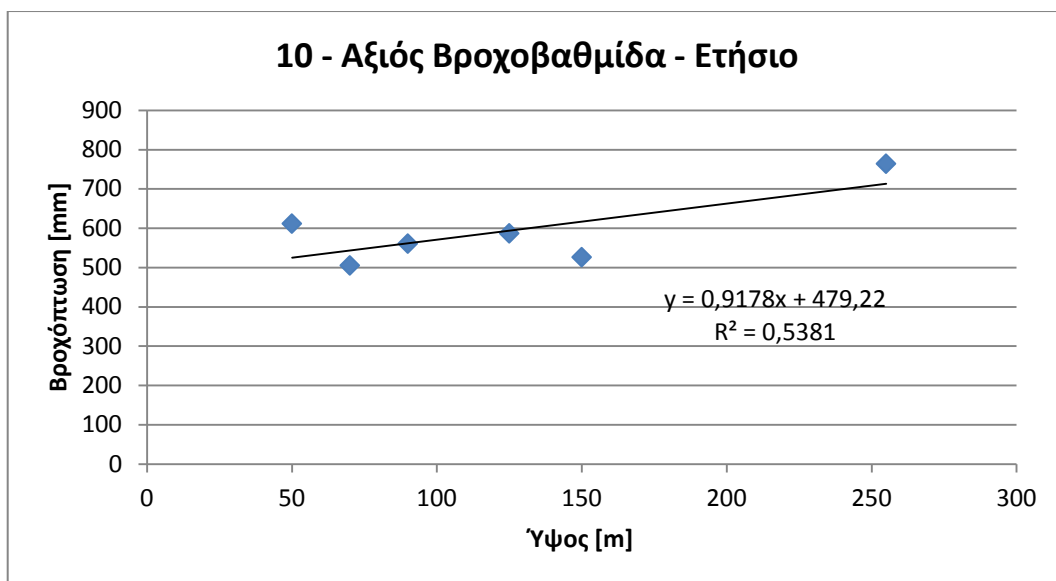
Πίνακας 8-11 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Οκτωβρίου έως Ιανουαρίου Λεκάνης Ποταμού Αξίου



Πίνακας 8-12 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Φεβρουαρίου έως Μαΐου Λεκάνης Ποταμού Αξιού

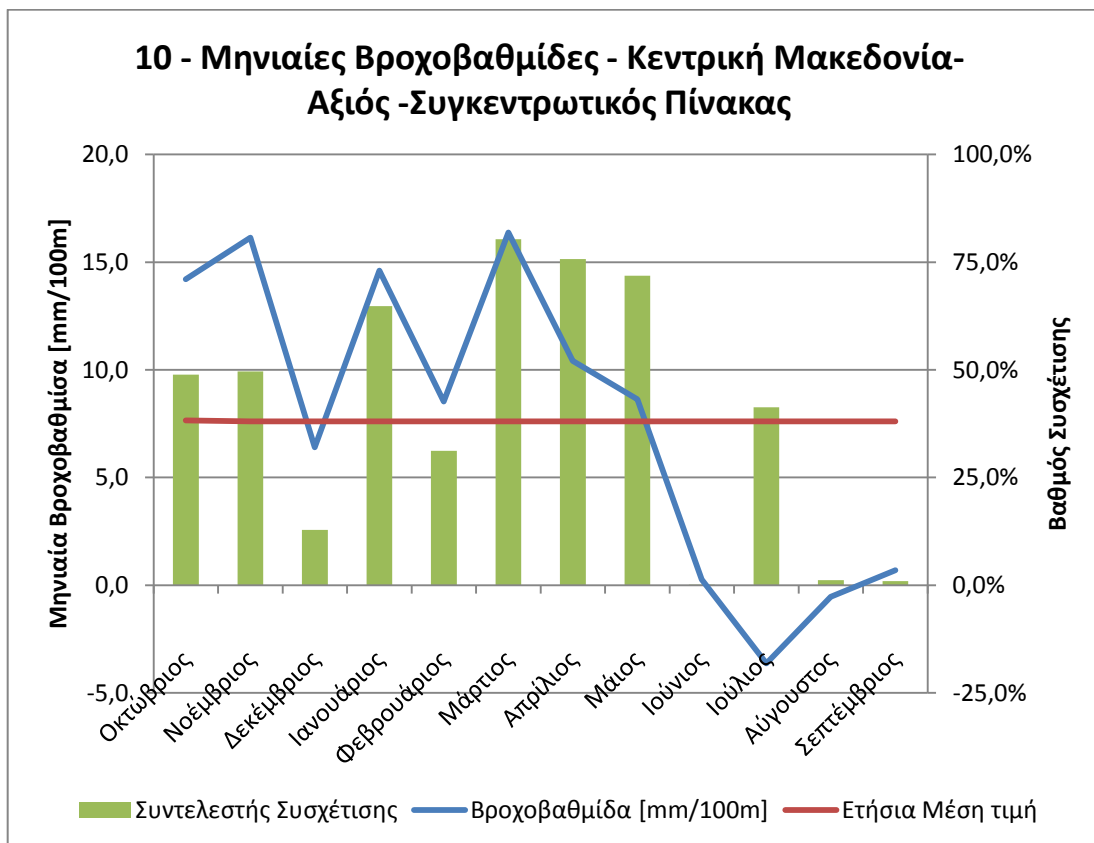


Πίνακας 8-13 : Διάγραμμα Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Ιουνίου έως Σεπτεμβρίου Λεκάνης Ποταμού Αξιού



Πίνακας 8-14 : Διάγραμμα Ετήσιου Υπολογισμού Βροχοβαθμίδας Λεκάνης Ποταμού Αξιού

Συνοπτικά επίσης παρουσίαση των αποτελεσμάτων καθώς και των βαθμών συσχετίσεων:



Πίνακας 8-15 : Συγκεντρωτική παρουσίαση αποτελεσμάτων της Λεκάνης του Αξιού

8.6. Αποτίμηση Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα

Παρατηρείται ότι στο **Υδατικό Διαμέρισμα της Κεντρικής Μακεδονίας** η τιμή της βροχοβαθμίδας κυμαίνεται από 0,8 μέχρι 3,2mm/100m, με μέση τιμή τα 1,8mm/100m.

Η μέγιστη τιμή παρατηρείται το μήνα Ιούνιο και Ιούλιο (3,2mm/100m), ενώ η ελάχιστη το μήνα Μάρτιο (0,8mm/100m).

Με κριτήριο τη μηνιαία βροχοβαθμίδα οι μήνες από Αύγουστο έως Απρίλιο παρουσιάζουν βροχοβαθμίδες από 0,8 έως 1,9mm/100m και οι μήνες Μάιος έως Ιούλιος παρουσιάζουν βροχοβαθμίδες από 2,6 έως 3,2mm/100m.

Η συσχέτιση που παρουσιάζει η γραμμική παλινδρόμηση, για το δείγμα της Κεντρικής Μακεδονίας, προκύπτει μη στατιστικά σημαντική για όλους τους μήνες πλην του Ιουλίου. Οι μήνες Μάιος έως Σεπτέμβριος παρουσιάζουν συσχέτιση μεγαλύτερη του 30%, ενώ όλοι οι υπόλοιποι (Οκτώβριος – Απρίλιος) κάτω του 10%. Η συσχέτιση για τη μέση τιμή της βροχοβαθμίδας αγγίζει το 26%.

Όσον αφορά τη **Λεκάνη του Αξιού**, παρατηρείται ότι η τιμή της βροχοβαθμίδας κυμαίνεται από -3,6 έως 16,4mm/100m, με μέση τιμή τα 7,6mm/100m.

Η μέγιστη τιμή παρατηρείται το Μάρτιο (16,4mm/100m) και η ελάχιστη τον Ιούλιο (-3,6mm/100m).

Με κριτήριο τη μηνιαία βροχοβαθμίδα οι μήνες μπορούν να καταταχθούν ως εξής:

- Οκτώβριο, Νοέμβριο, Ιανουάριο, Μάρτιο και Απρίλιο με βροχοβαθμίδα μεγαλύτερη των 10,0mm/100m

- Δεκέμβριο, Φεβρουάριο και Μάιο με βροχοβαθμίδα περί τα 7,5mm/100m.

- Ιούνιος, Αύγουστος και Σεπτέμβριος με βροχοβαθμίδα μικρότερη του 1,0mm/100m.

Η συσχέτιση που παρουσιάζει η γραμμική παλινδρόμηση, για το δείγμα της Λεκάνης του Αξιού, προκύπτει μη στατιστικά σημαντική. Οι μήνες Ιούνιος, Αύγουστος και Σεπτέμβριος παρουσιάζουν πολύ μικρή, σχεδόν μηδενική, συσχέτιση. Ο συντελεστής συσχέτισης των

υπόλοιπων μηνών κυμαίνεται από 30%-80%, με εξαίρεση το Δεκέμβριο που παρουσιάζει συσχέτιση 13%. Η συσχέτιση για τη μέση ετήσια τιμή της βροχοβαθμίδας αγγίζει το 54%.

Οι σταθμοί Γουμένισσα, Ωραιόκαστρο και Μεγάλη Παναγιά, προτείνεται να εξεταστεί περαιτέρω η αξιοπιστία τους, καθότι παρατηρείται μεγάλη συστηματική απόκλιση από την αναμενόμενη βροχόπτωση.

Κεφάλαιο 9

Σύνοψη - Συμπεράσματα

9.1. Εισαγωγικά

Η παρούσα εργασία, ανέλυσε και κατέγραψε βροχοβαθμίδες αντλώντας στοιχεία από το μεγαλύτερο μέρος του Ελλαδικού Χώρου. Η εκτίμηση είναι ότι δύσκολα μπορεί να εξάγει κανείς ασφαλή συμπεράσματα για τους παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν τις τιμές της βροχοβαθμίδας σε ένα τόπο, καθώς και την αξιοπιστία της μεθόδου εκτίμησης της βροχόπτωσης.

9.2. Περιοχές Μελέτης

Συνολικά υπολογίστηκε η μηνιαία βροχοβαθμίδα για 11 περιπτώσεις, οι οποίες παρουσιάζουν διασπορά ως προς την επιφάνεια μελέτης, την πυκνότητα των σταθμών καταγραφής, αλλά και τον φυσιογραφικών χαρακτηριστικών τους.

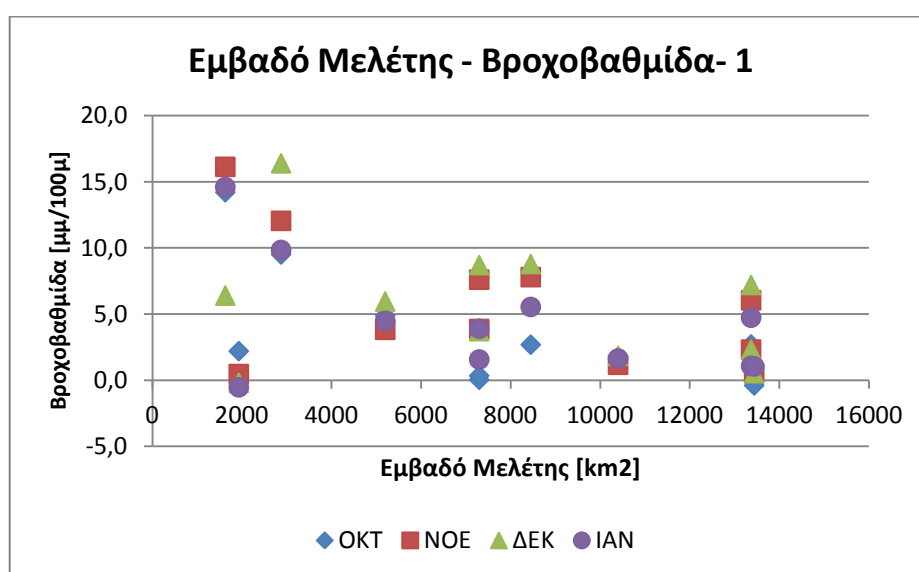
Α/Α	Χωρική Κλίμακα	Εμβαδό Περιοχής Μελέτης	Αριθμός Σταθμών Καταγραφής	Πυκνότητα Δικτύου Καταγραφής
		[km ²]		[km ² /σταθμό]
1	ΥΔ Δυτικής Πελοποννήσου	7300	13	561,5
2	ΥΔ Βόρειας Πελοποννήσου	7300	14	521,4
3	ΥΔ Ανατολικής Πελοποννήσου	8450	22	384,1
4	ΥΔ Θεσσαλίας	13370	40	334,3
5	ΥΔ Θεσσαλίας (χωρίς Στ. Καταφυγίου)	13370	39	342,8
6	Λεκάνη Αλή Εφέντη	2875	12	239,6
7	Λεκάνη Τιταρήσιου	1931	8	241,4
8	ΥΔ Δυτικής Μακεδονίας	13440	40	336,0
9	Λεκάνη Αλιάκμονα	5200	14	371,4
10	ΥΔ Κεντρικής Μακεδονίας	10400	20	520,0
11	Λεκάνη Αξιού	1630	6	271,7

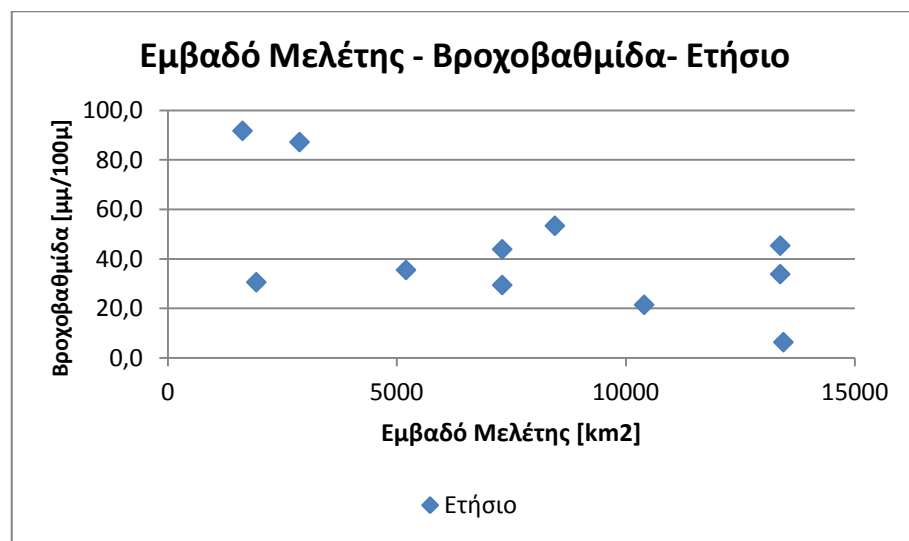
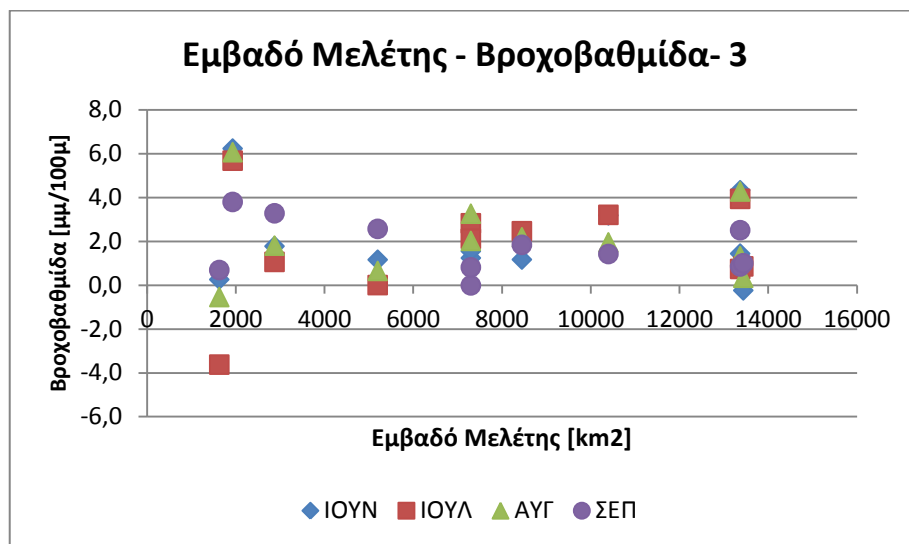
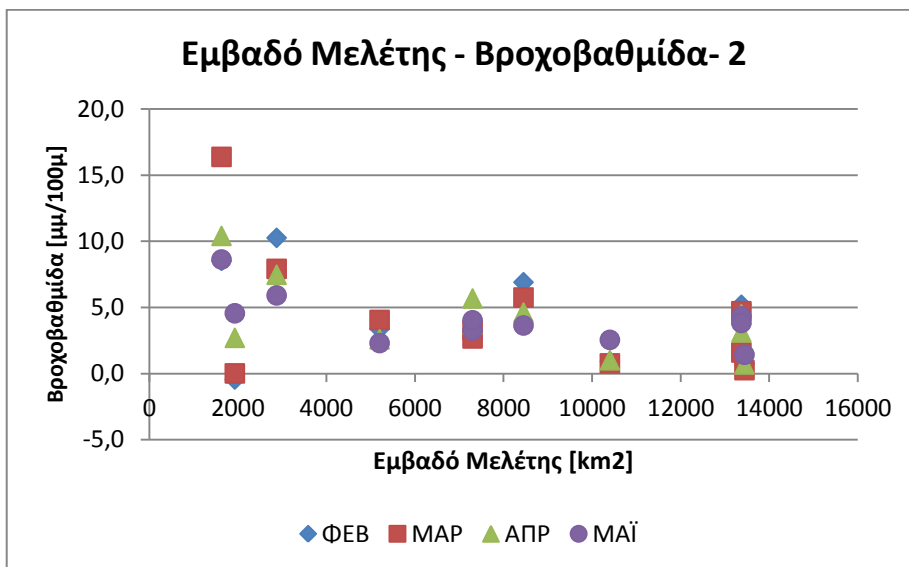
Πίνακας 9-1: Σύνοψη των Περιοχών Υπολογισμού

Στον ανωτέρω πίνακα φαίνονται βασικά χαρακτηριστικά των περιοχών μελέτης. Η μεγαλύτερη περιοχή, η οποία εξετάστηκε, ήταν το Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας και της Δυτικής Μακεδονίας, τα οποία παρουσιάζουν και το μεγαλύτερο αριθμό σταθμών καταγραφής. Αντίθετα, οι μικρότερες περιοχές μελέτης, με το μικρότερο αριθμό σταθμών καταγραφής, είναι οι Λεκάνες του Αξιού και του Τιταρήσιου. Επιπλέον, οι περιοχές με τη μεγαλύτερη πυκνότητα δικτύου εμφανίζονται να είναι οι Λεκάνες Αλή Εφέντη, Τιταρήσιου και Αξιού, ενώ οι περιοχές με τη μικρότερη πυκνότητα είναι τα Υδατικά Διαμερίσματα Δυτικής και Βόρειας Πελοποννήσου, καθώς και της Κεντρικής Μακεδονίας.

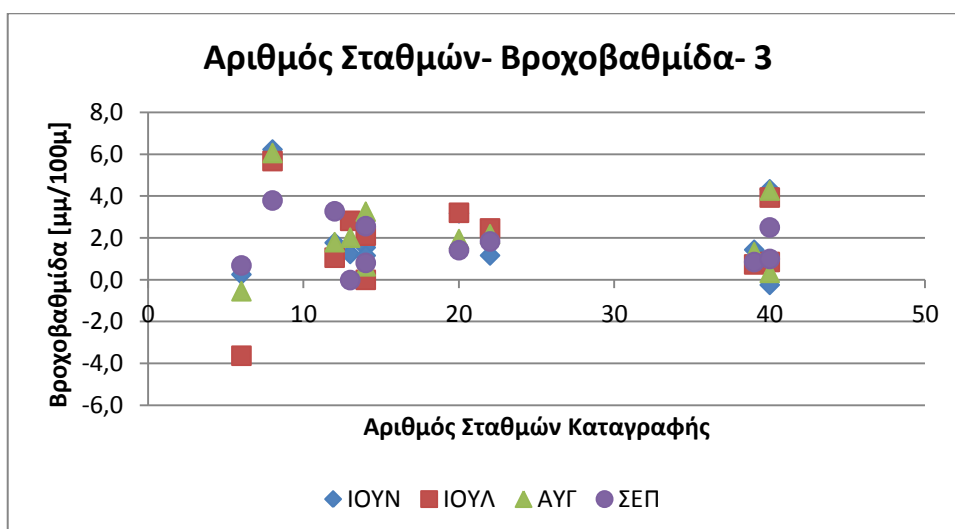
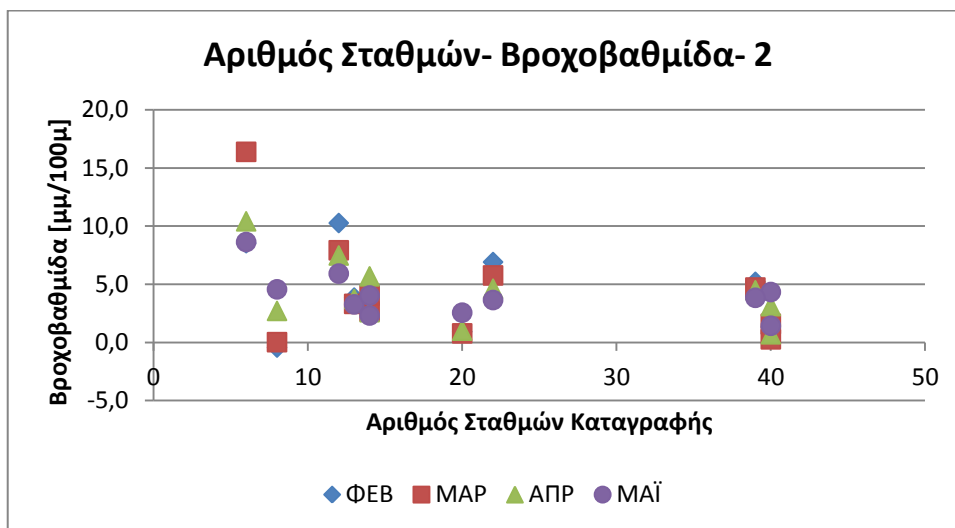
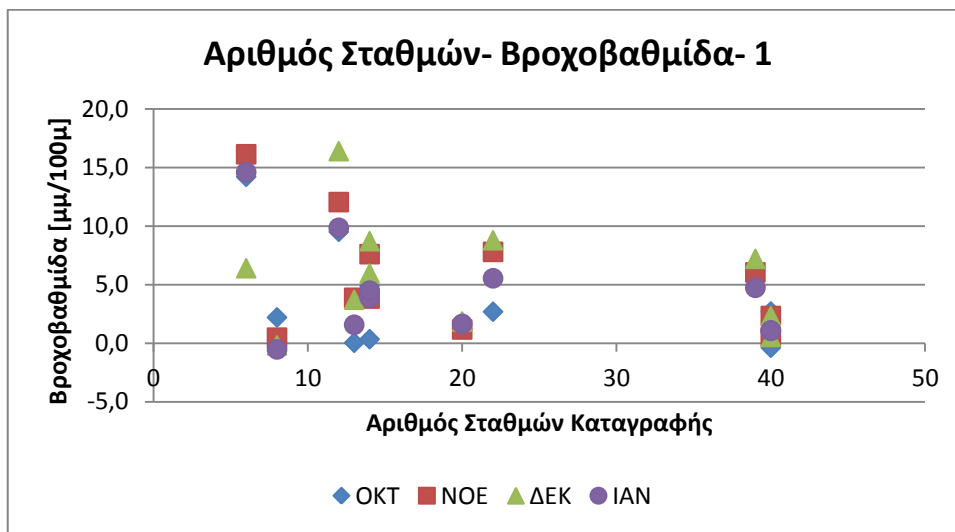
9.3. Σύνοψη αποτελεσμάτων

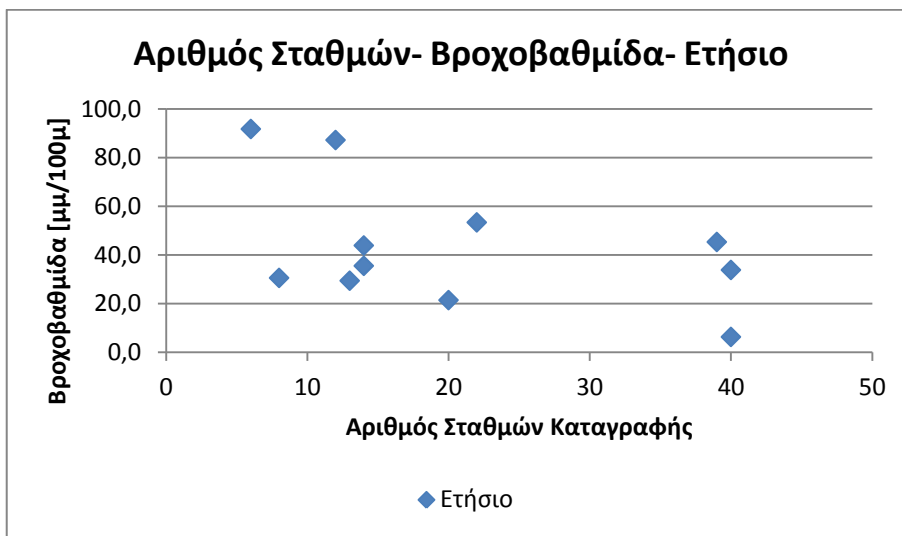
Στα κατωτέρω διαγράμματα παρουσιάζεται η σχέση των τιμών των βροχοβαθμίδων και του βαθμού συσχέτισης, που υπολογίστηκε σε σχέση με το εμβαδό του χώρου μελέτης του αριθμού των σταθμών, καθώς και της πυκνότητας του δικτύου.



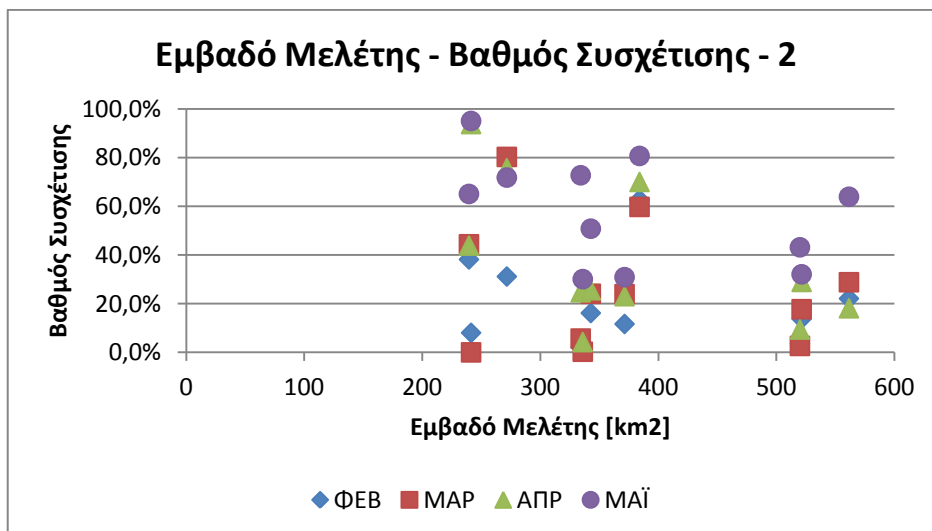
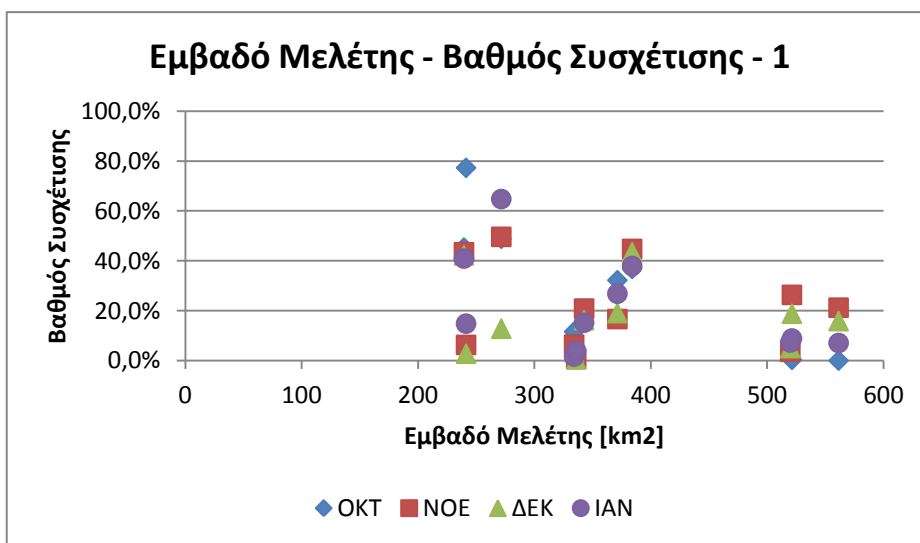


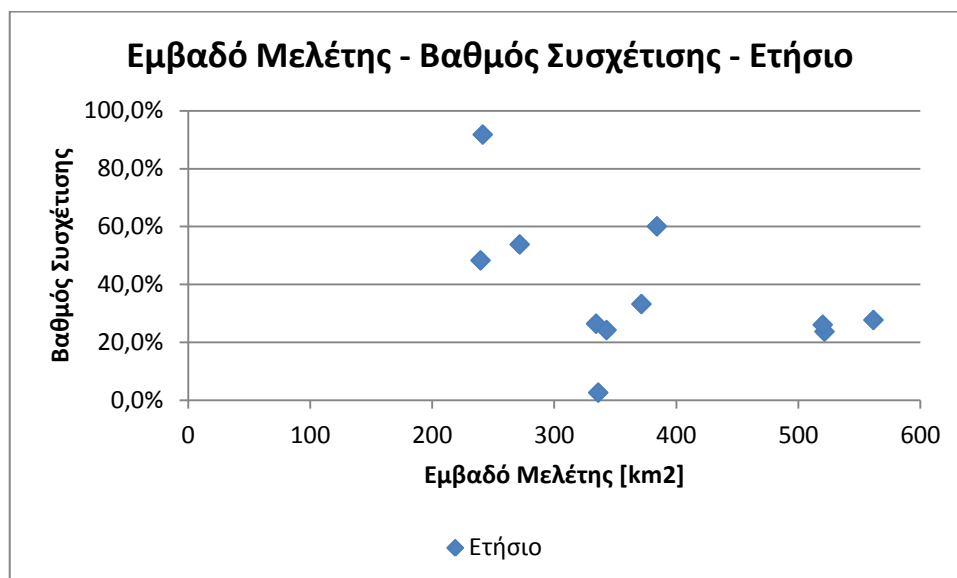
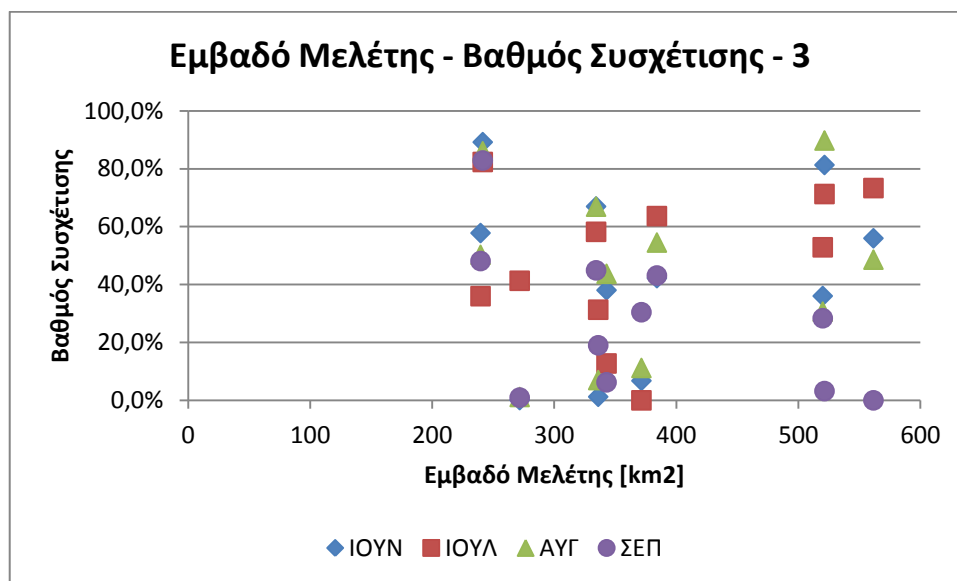
Πίνακας 9-2: Διαγράμματα Επιφάνεια Μελέτης - Τιμή Βροχοβαθμίδας



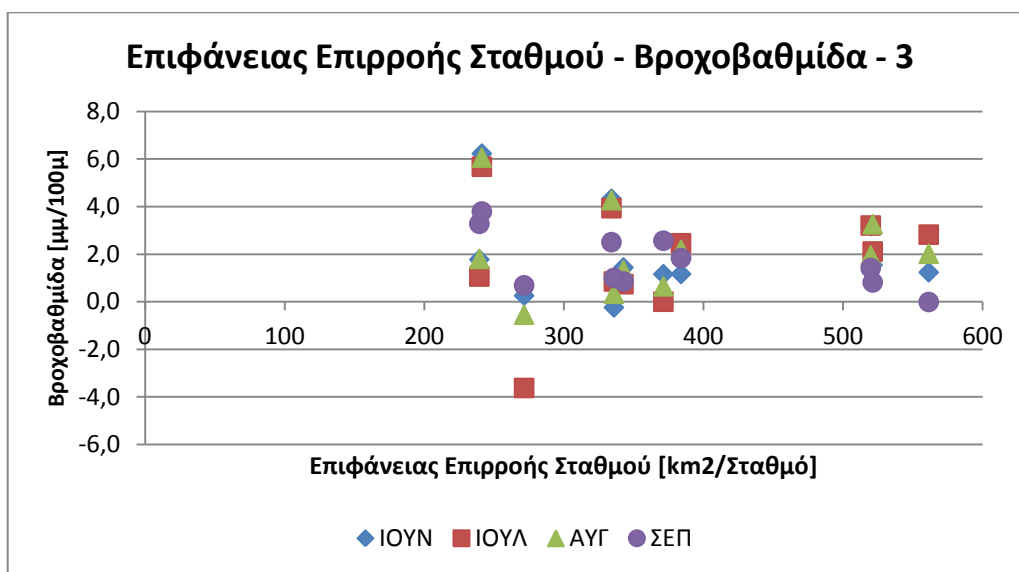
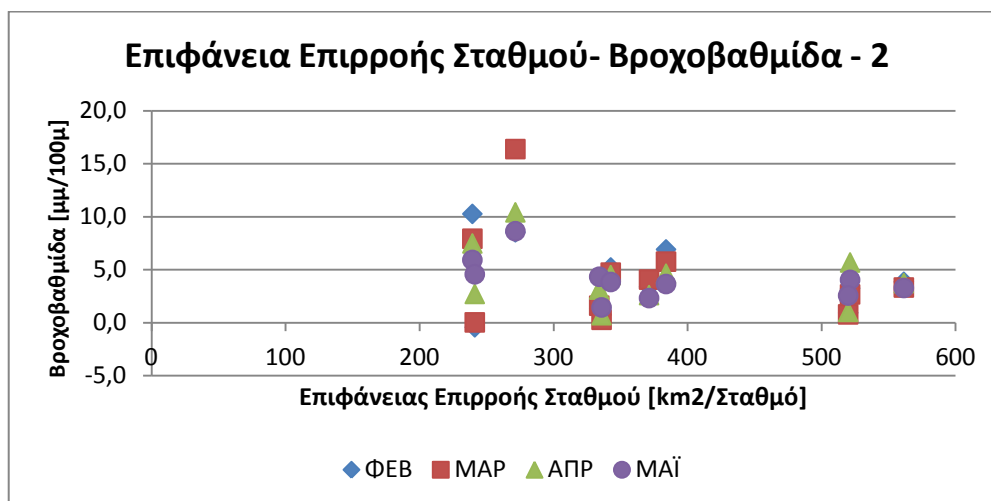
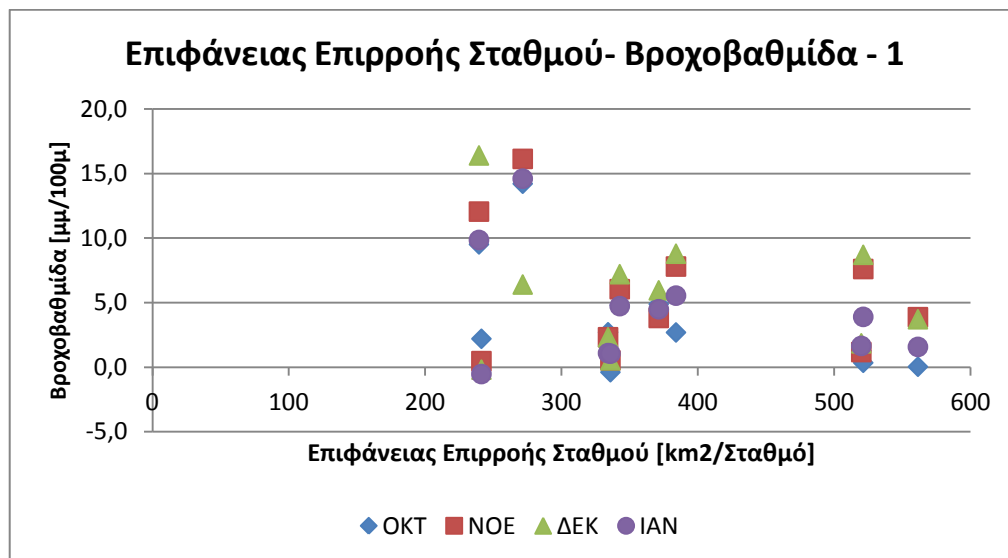


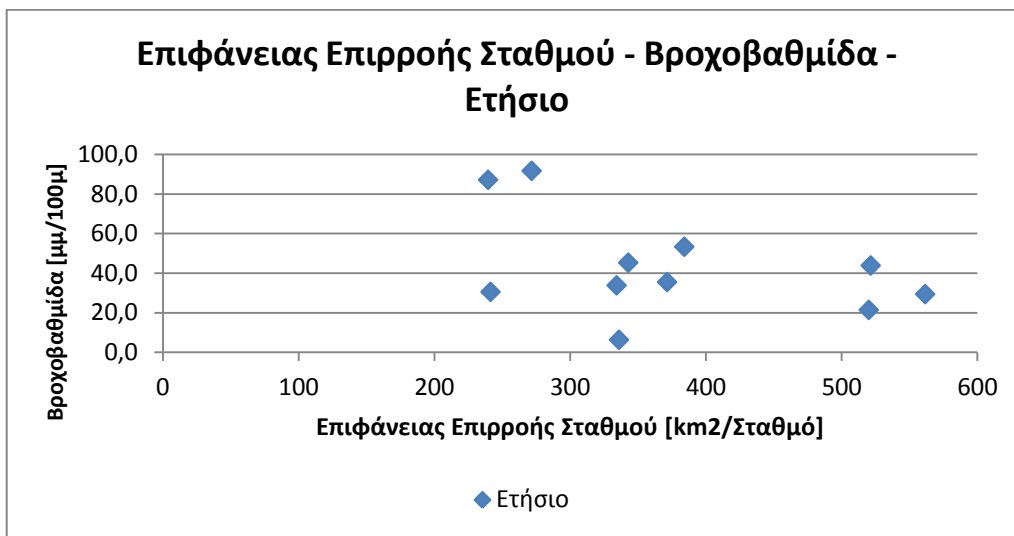
Πίνακας 9-3: Διαγράμματα Αριθμός Σταθμών - Τιμή Βροχοβαθμίδας



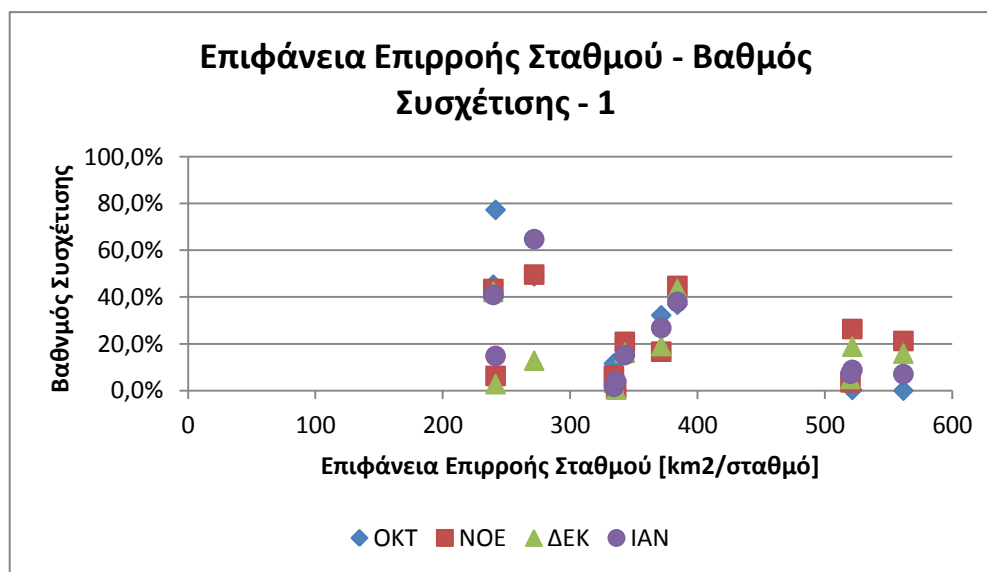


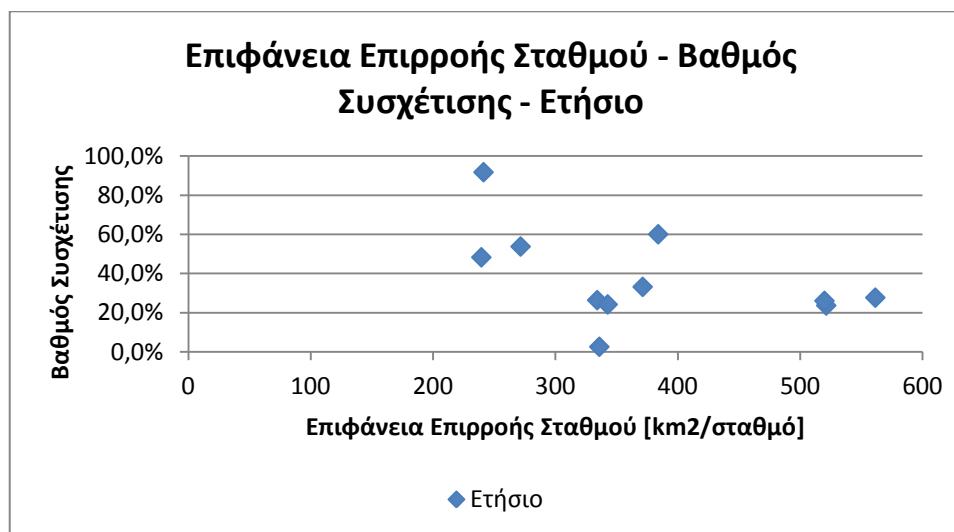
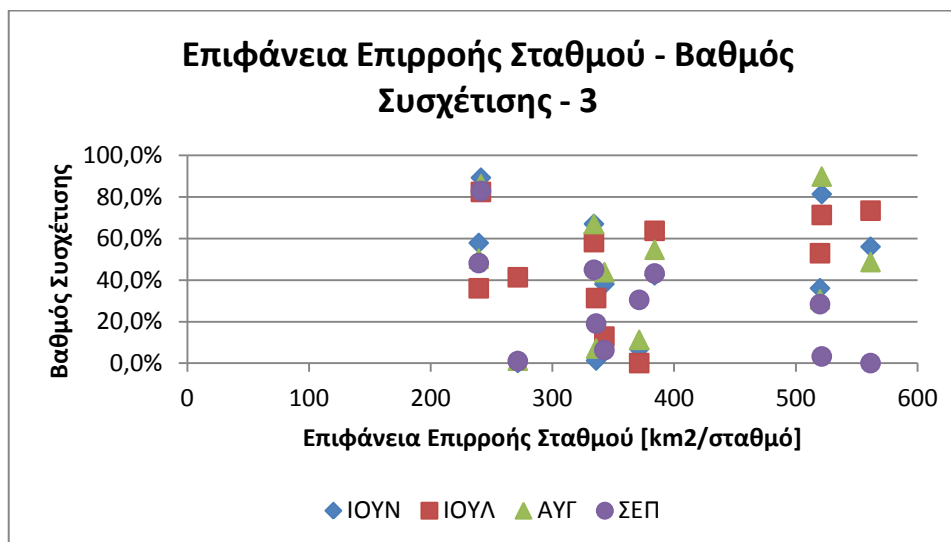
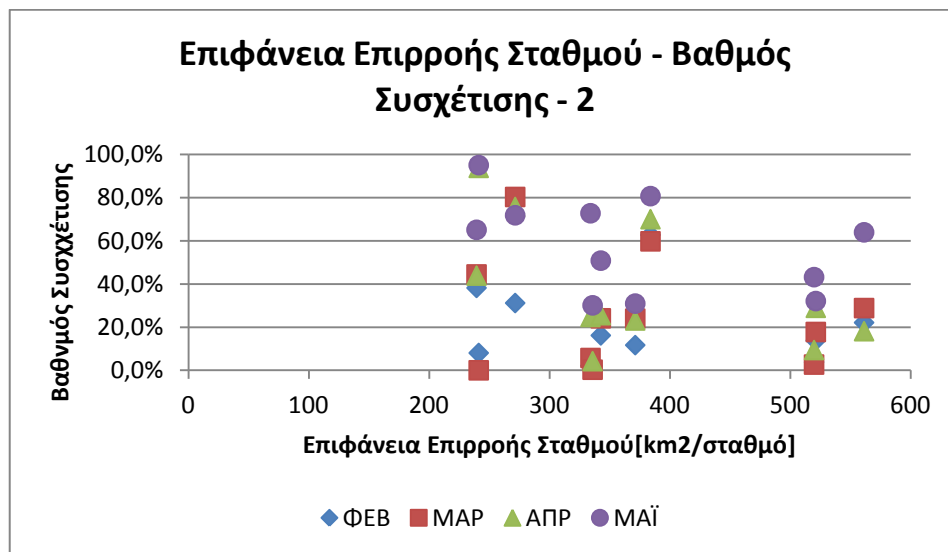
Πίνακας 9-4: Διαγράμματα Επιφάνεια Μελέτης – Βαθμός Συσχέτισης



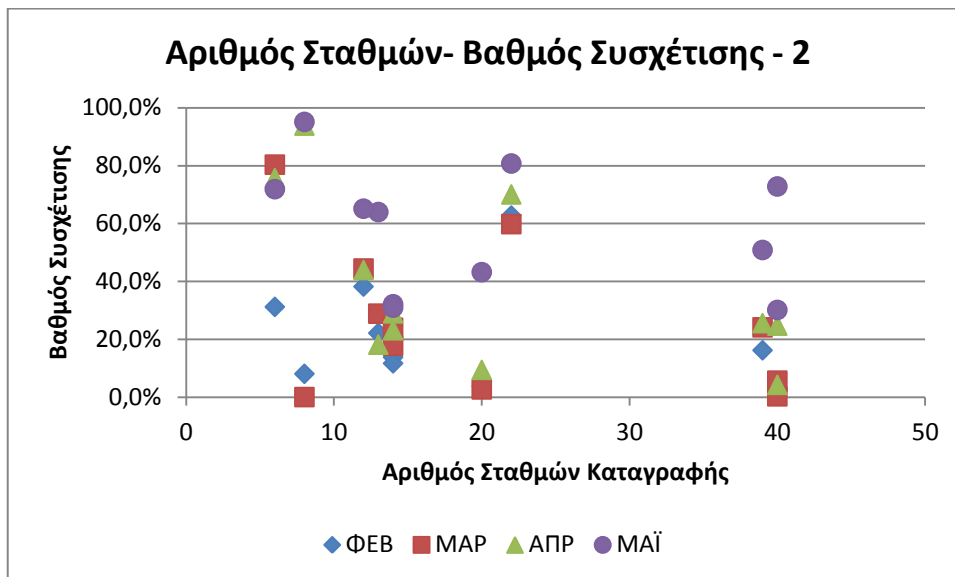
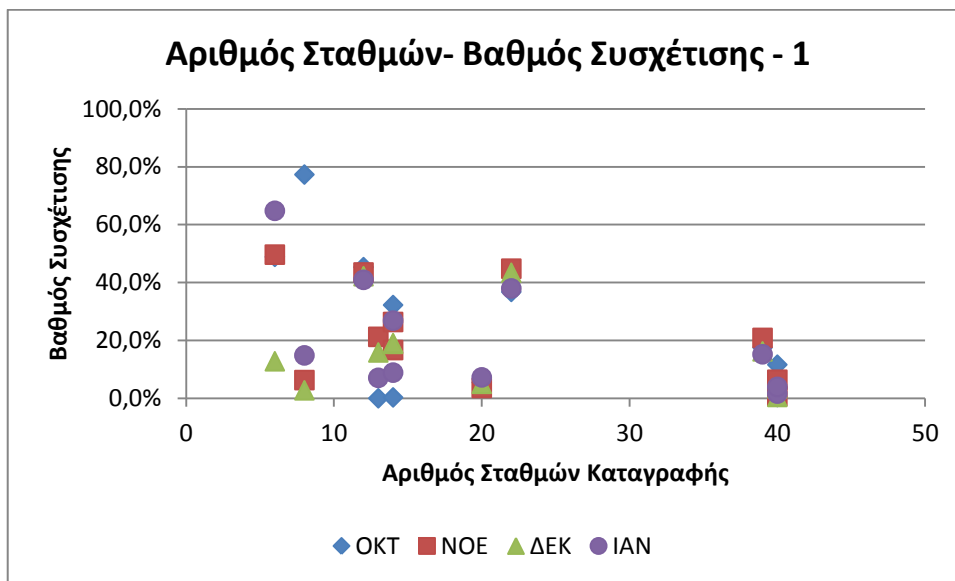


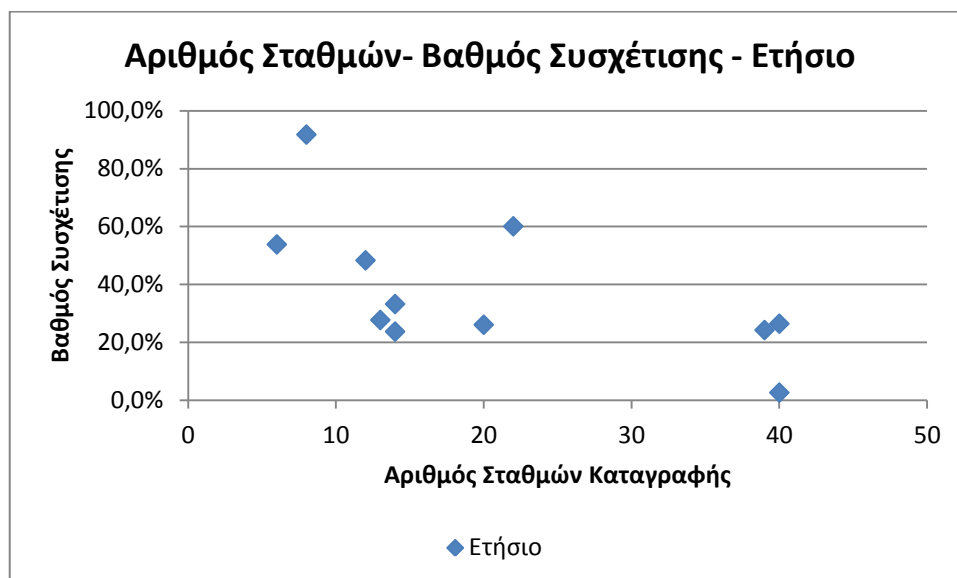
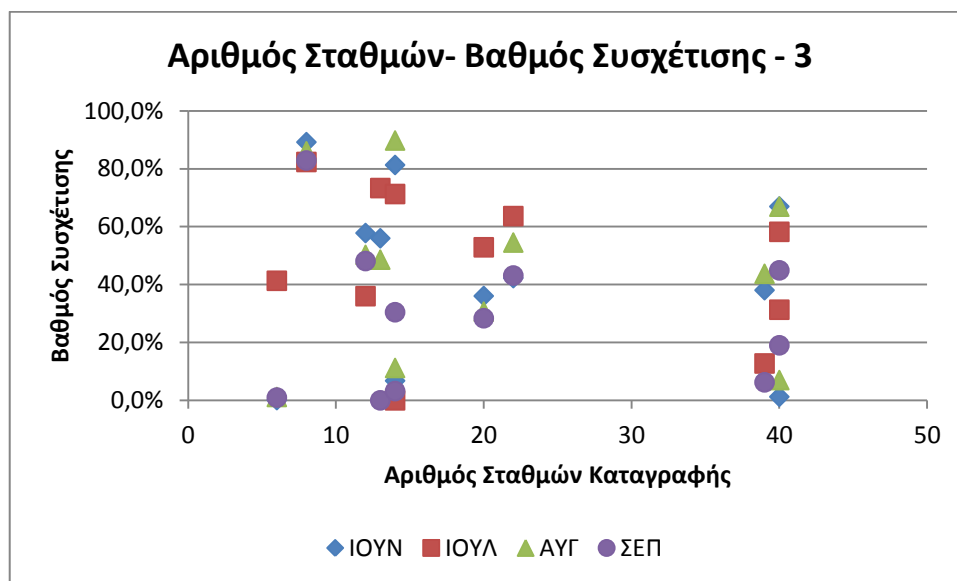
Πίνακας 9-5: Διαγράμματα Επιφάνεια Επιρροής Σταθμού – Τιμή Βροχοβαθμίδας





Πίνακας 9-6: Διαγράμματα Επιφάνεια Επιρροής Σταθμού – Βαθμός Συσχέτισης





Πίνακας 9-7: Διαγράμματα Αριθμός Σταθμών Καταγραφής- Βαθμός Συσχέτισης

9.4. Συμπεράσματα

Κατόπιν της μελέτης της παρούσης, μπορούν να προκύψουν τα εξής συμπεράσματα:

- Οι τιμές των βροχοβαθμίδων, καθώς και ο βαθμος της γραμμικής συσχέτισης, δε φαίνεται να έχουν αρκετά ισχυρή σχέση με τη χωρική κλίμακα υπολογισμού (επιφάνεια μελέτης, αριθμός σταθμών καταγραφής).
- Παρόλαυτά φαίνεται πώς υπάρχει κάποια ασθενής σχέση μεταξύ χωρικής κλίμακας και χαρακτηριστικών βροχοβαθμίδας. Πιο συγκεκριμένα, οι τιμές τις βροχοβαθμίδας, καθώς και οι βαθμοί συσχέτισης φαίνεται να έχουν την τάση να προκύπτ-

τούν μεγαλύτεροι στις μικρότερες χωρικές κλίμακες. Το συγκεκριμένο συμπέρασμα μπορεί να δικαιολογηθεί καθότι όσο μεγαλώνει το δείγμα των σταθμών, καθώς και η επιφάνεια μελέτης, το δείγμα θα τείνει να γίνει πιο ομοιόμορφο με μεγαλύτερη διασπορά.

- Οι τιμές της βροχοβαθμίδας επηρεάζονται από πλήθος άλλων παραγόντων όπως το τοπικό ανάγλυφο, την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος σταθμών καταγραφής όσων αφορά την επιφάνεια μελέτης, καθώς και των υψομέτρων, πιθανά προβλήματα/σφάλματα καταγραφής.
- Ο υπολογισμός της βροχοβαθμίδας και η χρήση της, ως μέθοδος διόρθωσης της βροχόπτωσης με το υψόμετρο, προκύπτει ως μη αξιόπιστος και δε συστήνεται για μεγάλες περιοχές μελέτης.

10.1. Βιβλιογραφία

- Adnan, M., Longley, P. A., Singleton, A. D., & Brunson, C. (2010). Towards Real - Time Geodemographics: Clustering Algorithm Performance for Large Multidimensional Spatial Databases. *Transactions in GIS*, 14(3), σσ. 283-297.
- Bethlahmy, N. (1976). The Two Axis Method To Calculate Average Precipitation Over a Basin. *Hydrol. Sci. Bull.*, σσ. 379-385.
- Brunson, C., McClatchey, J., & Unwin, D. (2001). Spatial Variations in the Average Rainfall-Altitude Relationship in Great Britain: an Approach Using Geographically Weighted Regression. *International Journal of Climatology*(Int. J. Climatol. 21), σσ. 455-466.
- Brunson, C., Fotheringham, A., & Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Summary Statistics - A Framework for Localised Exploratory Data Analysis*. Study, University of Newcastle-upon-Tyne, Department of Geography, Newcastle.
- Demsar, U., Harris, P., Brunson, C., Fotheringham, A., & McLoone, S. (2013). Principal Component Analysis of on Spatial Data: An Overview. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(1), σσ. 106-128.
- Harris, P., Brunson, C., & Charlton, M. (2011, October). Geographically Weighted Principal Components Analysis. *International Journal of Geographical Information Science*, 25(10), σσ. 1717-1736.
- Harris, P., Brunson, C., & Fotheringham, A. (2011). Links, Comparisons and Extensions of the Geographically Weighted Regression Model When Used as a Spatial Predictor. *Stoch Environ Res Risk Assess*, 25, σσ. 123-138.
- Koutsoyiannis, D. (2012). *Idra 2012- XXXIII Conference of Hydraulics and Hydraulic Engineering*. Conference, National Technical University of Athens, Greece, Department of Water Resources and Environmental Engineering, Faculty of Civile Engineering, Brescia - Italy.
- Lawrence Dingman, S. (1994). *Physical Hydrology*. United States of America: PRENTICE HALL, Upper Saddle River, New Jersey.

- McClatchey, J. (1996). *Spatial and Altitudinal Gradients of Precipitation in Scotland*. Nene College, Northampton, United Kingdom, School of Environmental Science. Rennes, France: Ed. INRA, Paris 1996 (Les Colloques, n*79).
- Thiessen, A. (1999, July). Precipitation For Large Areas. *Monthly Weather Rev.*
- Wagner, A. (2009). *Literature Study on the Correction of Precipitation Measurements*. Study, Bayerische Forstverwaltung, Bayerische Landesanstalt fur World und Forstwirtschaft.
- Wilson, E. (1990). *Engineering Hydrology* (Fourth edition εκδ.). London: MACMILLAN PRESS LTD.
- Βακαλάς, Ι. (2008). *Προσομοίωση Υδατικού Συστήματος Βόρειας Ρόδου*. Μεταπτυχιακή Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Αθήνα.
- Βαφειάδης, Π. (1983). *Υδρογεωλογική Μελέτη Της Λεκάνης Της Καστοριάς*. Διδακτορική Διατριβή, Θεσ/νίκη.
- Βαφειάδης, Χ. (1991). *Μελέτη Των Βροχοπτώσεων σε Διαφορετικές Κλίμακες Χώρου Και Χρόνου.Εφαρμογή Στην Πεδιάδα Της Κεντρικής Μακεδονίας*. Διδακτορική Διατριβή, Θεσ/νίκη.
- Βουδούρης, Κ., Παναγόπουλος, Α., & Μαρκαντώνης, Κ. (2002). *Υδρολογικό Ισοζύγιο Και Δυνατότητες Βιώσιμης Διαχείρισης Των Υδατικών Πόρων Της Λεκάνης Στυμφαλίας (Ν. Κορινθίας)*. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου, Θεσσαλονίκη.
- Δευκαλίων-Εκτίμηση Πλημμυρικών Ροών στην Ελλάδα σε Συνθήκες Υδροκλιματικής Μεταβλητότητας : Ανάπτυξη Φυσικά Εδραιωμένου Εννοιολογικού-Πιθανοτικού Πλαισίου και Υπολογιστικών Εργαλείων*. Βιβλιογραφική Επισκόπηση Υδρολογίας Πλημμυρών και Συναφών Εργαλείων, ΕΣΠΑ.
- ΕΜΠ, & ΤΥΠΥΘΕ. (1988). *Υδρολογική Διερεύνηση Του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας*. Τελική Έκθεση, Αθήνα.
- Ευστρατιάδης, Α., Τέγος, Α., Καραβοκυρός, Γ., Κυριαζοπούλου, Ι., & Βαζίμας, Ι. (2006, Δεκέμβριος). *Σχέδιο Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων Περιοχής Καρδίτσας*. Αθήνα: ΝΑΜΑ Σύμβουλοι Μηχανικοί Και Μελετητές Α.Ε.
- ΙΓΜΕ. (1996). *Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας*. Αθήνα: Παράρτημα 3 Εκτίμηση Υπόγειου Υδατικού Δυναμικού.

- Κ/Ξ, Δ. Υ. (2005). *Ανάπτυξη Συστημάτων Και Εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Υδατικών Διαμερισμάτων Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Ανατολικής Στρεάς Ελλάδας, Ηπείρου, Θεσσαλίας Και Αττικής, Φάση Α, Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας (08)*. Έκθεση Επιφανειακής Υδρολογίας, Αθήνα.
- Καραβοκύρης, Ι. (n.d.). *Διαχειριστική Μελέτη Των Υδάτινων Πόρων Της Λεκάνης Απορροής Του Πηνειού Ποταμού*. Μελέτη, Αθήνα.
- Καρπούζος, Δ., Κυριαζοπούλου, Ι., & Βαζίμας, Ι. (2006). *Σχέδιο Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων Περιοχής Δωδεκανήσου (Κάλυμνος)*. Αθήνα: Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης 2000-2006 Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα.
- Κουτσογιάννης, Δ. (1988). *Υδρολογική Διερεύνηση Του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας*. Αθήνα: ΕΜΠ, ΤΥΠΥΘΕ.
- Κουτσογιάννης, Δ. (1997). *Στατιστική Υδρολογία* (4 εκδ.). Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Κουτσογιάννης, Δ. (2000). *Σημειώσεις Υδρομετεωρολογίας* (2 εκδ.). Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Κουτσογιάννης, Δ., & Ανδρεαδάκης, Α. (2008). *Τεχνική Υποστήριξη της Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων για την " Κατάρτιση του Μεσοχρόνιου Προγράμματος Προστασίας και Διαχείρισης του Υδατικού Δυναμικού της Χώρας"* (Τόμ. 1 & 2). Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος.
- Κουτσογιάννης, Δ., & Ξανθόπουλος, Θ. (1999). *Τεχνική Υδρολογία* (3 εκδ.). Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Κωτούλας, Δ. (1969). *Οι Χείμαρροι Της Βορείου Ελλάδος*. Διατριβή Επί Υψηγείας, Θεσ/νίκη.
- Κωτούλας, Δ. (n.d.). *Οι Προσχώσεις Στην Τεχνητή Λίμνη Της Κερκίνης*. Επιστημονική Επετηρίδα Του Τμήματος Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσ/νίκη.
- Μαριολόπουλος, Η., & Καραπιέρης, Λ. (1955). *Αι Βροχοπτώσεις εν Ελλάδι*.
- Μάστορης, Κ. (1968). *Υδρογεωλογική Έρευνα εις Την Ασβεστολιθική Περιοχή Νοτίου Γκιώνας*. Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα.
- Μιμίκου, Μ. (2006). *Τεχνολογία Υδατικών Πόρων* (3η εκδ.). Αθήνα: Παπασωτηρίου.

- Μιμίκου, Μ., & Μπαλάς, Ε. (2006). *Τεχνική Υδρολογία* (4η εκδ.). Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Ναλμπάντης, Ι., & Κουτσογιάννης, Δ. (1997, Μάρτιος). *Ερευνητικό έργο αναβάθμιση και επικαιροποίηση της υδρολογικής πληροφορίας της Θεσσαλίας*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Αθήνα.
- Νιγριτινός, Σ. (2005). *Γεωγραφική Κατανομή της Βροχόπτωσης στο Νομό Σερρών*. Πτυχιακή Εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Γεωγραφίας, Αθήνα.
- Ξανθοπούλου, Ν., Μαμάσης, Ν., Αναστασοπούλου, Π., & Αλεξοπούλου, Κ. (1997). *Επικαιροποίηση Υδρομετεωρολογικών Δεδομένων*. Ερευνητικό Πρόγραμμα, Αθήνα.
- Σακκάς, Ι. (1993). *Μελέτη Για Εξυγίανση Και Αξιοποίηση Της Λίμνης Καστοριάς*. Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης.
- Σκαραντωνάκης, Χ. (2010). *Διερεύνηση Επιφανειακής Ξηρασίας στο Ν. Χανίων*. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων, Αθήνα.
- Στάθης, Δ. (1998). *Τα Μετεωρολογικά Χαρακτηριστικά Της Πίνδου Από Υδρολογική Άποψη*. Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- ΥΒΕΤ. (1987). *Μετεωρολογικοί Βροχομετρικοί Σταθμοί της Χώρας*. Μητρώο, Υπουργείο Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας, Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων, Αθήνα.
- ΥΒΕΤ. (1989). *Συνοπτική Έκθεση για τους Υδατικούς Πόρους*. Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων, Αθήνα.