



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*Στατιστική μελέτη δεδομένων βροχόπτωσης από την
ευρύτερη περιοχή της Αττικής*

Σεβαστός Γεώργιος

Επιβλέπων: Μαμάσης Νίκος, Επίκουρος καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ 2013

Πρόλογος

Το νερό είναι ένα από τα πιο καθοριστικά κομμάτια του κόσμου που μας περιβάλλει. Χωρίς αυτό δεν θα υπήρχε η ζωή με τη μορφή που τη γνωρίζουμε και το σύμπαν μας θα ήταν εντελώς διαφορετικό. Οι ξηρασίες και οι πλημμύρες αποτελούν συχνούς πονοκεφάλους για τον άνθρωπο, προκαλώντας προβλήματα στις δραστηριότητές του, ζημιές σε κατασκευές και σε κάποιες περιπτώσεις ακόμα και θανάτους. Δεν αποτελεί καμία έκπληξη λοιπόν το γεγονός ότι η διαχείριση και η μελέτη της συμπεριφοράς του νερού απασχολούν το ανθρώπινο γένος από αρχαιοτάτων χρόνων. Η ατμόσφαιρα είναι ένα από τα μέρη που προσφέρονται περισσότερο για τέτοιου είδους μελέτες και ειδικότερα φαινόμενα που συσχετίζονται με αυτή και το νερό, όπως τα σύννεφα και οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις, με πιο χαρακτηριστική τη βροχόπτωση. Στη διπλωματική αυτή θα μελετήσουμε από στατιστικής απόψεως δεδομένα βροχόπτωσης, με απώτερο σκοπό την εξεύρεση των παραγόντων από τους οποίους επηρεάζονται, τόσο ποσοτικά, όσο και από άποψη έντασης. Η περιοχή μελέτης είναι η Αττική, τμήμα της ανατολικής ηπειρωτικής Ελλάδας, στην οποία βρίσκεται η πρωτεύουσα και μεγαλύτερη πληθυσμιακά πόλη της χώρας, η Αθήνα. Η Ελλάδα βρίσκεται στην νοτιοανατολική Ευρώπη, στο νότιο τμήμα της Βαλκανικής χερσονήσου, η οποία βρέχεται από την ανατολική Μεσόγειο και έχει πλούσιο γεωγραφικό ανάγλυφο, κάτι που καθιστά πολύπλοκη την κατανομή των μετεωρολογικών φαινομένων άρα και της βροχόπτωσης, συνεπώς η μελέτη της παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον. Οι παράγοντες των οποίων μελετάμε την επίδραση είναι η εποχή του έτους (άνοιξη-καλοκαίρι-φθινόπωρο-χειμώνας), το υψόμετρο, το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος ενώ τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι από τα έτη 2006 έως 2012. Ελπίζω η εργασία αυτή να βοηθήσει ώστε να κατανοηθεί λίγο καλύτερα το απρόβλεπτο Αττικό κλίμα.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κο Νίκο Μαμάση, επίκουρο καθηγητή του Ε.Μ.Π., για την επίβλεψη της διπλωματικής μου, την συνεργασία και την βοήθειά του καθώς και την Χρυσούλα Παπαθανασίου, διδακτορική ερευνήτρια στο Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων για την συνεργασία, την βοήθεια και την παροχή πολύτιμων πληροφοριών και δεδομένων για την διπλωματική μου εργασία. Ευχαριστώ για την βοήθειά της και την κα Μαρία Μιμίκου, καθηγήτρια του Ε.Μ.Π.

Για την συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα Χρυσήδα Καρώνη-Ριτσάρντσον, αναπληρώτρια καθηγήτρια του Ε.Μ.Π. και τον κο Χρήστο Κουκουβίνο, καθηγητή του Ε.Μ.Π.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών[1] και το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης[2] για την παροχή των δεδομένων βροχόπτωσης από τον σταθμό του Θησείου.

Πάνω από όλα ευχαριστώ την οικογένειά μου, την μητέρα μου Αγγελική και την αδερφή μου Ιωάννα, για την στήριξη, την συμπαράσταση, την βοήθεια και την παροχή πολύτιμων συμβουλών και υποδείξεων κατά την συγγραφή της εργασίας αυτής.

Περίληψη

Το νερό είναι ένα από τα κύρια συστατικά του κόσμου μας και της ζωής. Η διαχείρισή του είναι ένα από τα σημαντικότερα θέματα που απασχολούν τον άνθρωπο. Για το λόγο αυτό, ο άνθρωπος από αρχαιοτάτων χρόνων παρατηρεί τα ατμοσφαιρικά φαινόμενα που σχετίζονται με το νερό, ένα από τα κυριότερα και πιο γνωστά από αυτά είναι η βροχόπτωση. Η υδρομετεωρολογία, συνδυασμός της μετεωρολογίας και της υδρολογίας, είναι ο επιστημονικός κλάδος που μελετά τα φαινόμενα αυτά. Οι μετρήσεις του ύψους και της έντασης της βροχόπτωσης γίνονται από τα βροχόμετρα. Ένα δίκτυο σταθμών που μετρούν τη βροχόπτωση ή άλλες παραμέτρους που σχετίζονται με το νερό λέγεται υδρολογικό δίκτυο. Στην εργασία αυτή μελετώνται δεδομένα βροχόπτωσης από σταθμούς υδρολογικών δικτύων που βρίσκονται στην Αττική, όπου βρίσκεται η Αθήνα, η πρωτεύουσα και μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας. Πιο συγκεκριμένα, οι δώδεκα σταθμοί που μελετήθηκαν βρίσκονται στις περιοχές Π. Φάληρο, Αγ. Κοσμάς, Άνω Λιόσια, Γαλάτσι, Ηλιούπολη, Μάνδρα, Μενίδι, Πεντέλη, Πικέρμι, Ψυτάλλεια, Ζωγράφου και Θησείο. Η μελέτη και η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη μέθοδο της ανάλυσης παλινδρόμησης και χρησιμοποιήθηκαν γραμμικά στατιστικά μοντέλα. Με τα μοντέλα αυτά ερευνήθηκε η σχέση των δεδομένων βροχόπτωσης με το υψόμετρο και τη θέση (πιο συγκεκριμένα το γεωγραφικό πλάτος -πόσο βόρεια είναι- και το γεωγραφικό μήκος -πόσο ανατολικά είναι- του σταθμού). Τα δεδομένα βροχόπτωσης αφορούν τα έτη από το 2006 έως το 2012 και χωρίστηκαν σε έξι μεταβλητές, τη συνολική βροχόπτωση, τις μέρες βροχής, τις μέρες ≥ 2 mm, τις μέρες ≥ 20 mm, τις μέρες ≥ 50 mm και τον υετό ανά μέρα βροχόπτωσης με σκοπό τα συμπεράσματα που θα προκύψουν να αφορούν τόσο την ποσότητα όσο και την ένταση της βροχόπτωσης. Η μελέτη έγινε σε τρία μέρη, στο πρώτο μέρος εξετάστηκαν τα συνολικά δεδομένα όλης της χρονοσειράς, στο δεύτερο εξετάστηκαν τα αθροιστικά δεδομένα από την Άνοιξη και το Καλοκαίρι (Μάρτιος έως Αύγουστος), που προσεγγίζουν την ξηρή περίοδο για την περιοχή μελέτης, και στο τρίτο τα αθροιστικά δεδομένα από το Φθινόπωρο και το Χειμώνα (Σεπτέμβριος έως Φεβρουάριος), που προσεγγίζουν την υγρή περίοδο. Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν είναι ότι, το υψόμετρο είναι καθοριστικός παράγοντας τόσο για την ένταση όσο και για την ποσότητα της βροχόπτωσης στην Αττική ανεξαρτήτως εποχής του έτους, ενώ το γεωγραφικό πλάτος (πόσο βόρεια είναι ο σταθμός) παίζει επίσης κάποιο ρόλο, ιδίως την Άνοιξη και το Καλοκαίρι. Αντιθέτως, το γεωγραφικό μήκος (πόσο ανατολικά είναι ο σταθμός) δεν φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο σε καμία εποχή του έτους. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι, ενώ τα προηγούμενα συμπεράσματα είναι τα ίδια πάνω κάτω για τις πέντε από τις έξι μεταβλητές που εξετάστηκαν, για την μεταβλητή υετός ανά μέρα βροχής παρατηρήθηκε διαφορετική συμπεριφορά και συγκεκριμένα προέκυψε ότι δεν εξαρτάται ούτε από το υψόμετρο ούτε από τη θέση (γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος) του σταθμού, ανεξαρτήτως εποχής, κάτι που μας επιτρέπει να υποθέσουμε ότι η αύξηση της βροχόπτωσης εξισορροπείται από ταυτόχρονη αύξηση των ημερών βροχής, συνεπώς η βροχόπτωση και οι μέρες βροχής είναι μεγέθη ανάλογα. Τέλος, ο σταθμός στην Πεντέλη εξαιρέθηκε μακράν τις περισσότερες φορές συνολικά και τις περισσότερες φορές και στα τρία μέρη της μελέτης, επειδή οι αποκλίσεις των δεδομένων του θεωρήθηκαν δυσανάλογα μεγάλες, κάτι που εγείρει υποψίες για την ύπαρξη ιδιαίτερων τοπικών παραγόντων ή αστοχίας στα δεδομένα ή τα όργανα του συγκεκριμένου σταθμού.

Extended summary

Water is one of the most crucial parts of our world and life. Managing water resources is an issue that people are constantly concerned with and for this reason humans from ancient times observe atmospheric phenomena that are related with water, one of the most common and known of these is rainfall. Hydrometeorology, a combination of meteorology and hydrology, is the science field that studies these phenomena. Rain gauges are the instruments that measure the amounts and intensity of rainfall. A network of stations that measure rainfall or other water related parameters is called a hydrological network. The data that were studied in this paper are rainfall measurements from stations that belong in hydrological networks of Attica region, where Athens, the capital and largest city of Greece, is situated. The twelve stations that were used are in Paleo Faliro, Agios Kosmas, Ano Liosia, Galatsi, Ilioupoli, Mandra, Menidi, Penteli, Pikermi, Psitallia, Zografou and Thisio. The analysis of the data was done with regression analysis and linear statistical models. These models pointed out the relations between rainfall measurements data, the height and the position (latitude and longitude) of the stations. The data period is from 2006 to 2012 and are presented in six variables, total rainfall, days of rainfall, days ≥ 2 mm, days ≥ 20 mm, days ≥ 50 mm and rainfall per rain day, so that both the amount and intensity of rainfall are considered in our study and conclusions. The study is divided in three parts, in the first part the full data series is analyzed, in the second part data from spring and summer (March to August), which resemble the dry period of the year in the studied region, are analyzed and in the third part data from autumn and winter (September to February), which resemble the wet period, are analyzed. In the following table the conclusions of the analysis are summarized, where white color means no relation, grey means relation, black strong relation, and the number in each cell corresponds to the coefficient of determination (R^2).

Total	Height	Latitude	Longitude
Total rainfall	0.7715	0.5511	0.066
Days of rainfall	0.7223	0.5313	0.1257
Days ≥ 2 mm	0.8482	0.5465	0.0238
Days ≥ 20 mm	0.8312	0.2487	0.1206
Days ≥ 50 mm	0.907	0.5662	0.1472
Rainfall per rain day	0.2435	0.6774	0.0003
Spring-Summer	Height	Latitude	Longitude
Total rainfall	0.6821	0.6399	0.0879
Days of rainfall	0.6396	0.5669	0.1009
Days ≥ 2 mm	0.9117	0.7391	0.0209
Days ≥ 20 mm	0.6495	0.6885	0.0994
Days ≥ 50 mm	0.6893	0.1824	0.5025
Rainfall per rain day	0.212	0.5826	0.0223
Autumn-Winter	Height	Latitude	Longitude
Total rainfall	0.7861	0.6764	0.0550
Days of rainfall	0.8102	0.2134	0.1287
Days ≥ 2 mm	0.7914	0.42	0.0238
Days ≥ 20 mm	0.7909	0.2585	0.1132
Days ≥ 50 mm	0.6274	0.496	0.058
Rainfall per rain day	0.2344	0.1989	0.0053

The conclusions of the analysis are that height is a very significant factor both for the amount and the intensity of rainfall all the seasons of the year, while there is also some relation with latitude, especially in spring and summer. On the other hand, longitude doesn't seem to be a significant factor in any season of the year. It should be mentioned that while the above conclusions are generally the same for the five of the six tested variables, the variable rain per rainfall day had a totally different reaction, it turned out that, in all the seasons of the year, it is not related neither to the height nor to the position (latitude, longitude) of the station, indicating that the increment of total rainfall is balanced with the increment of days of rainfall, or, that total rainfall and days of rainfall are directly proportional. Last but not least, the station in Penteli was excluded totally far more times than any other station and the most times in all three parts, indicating either special isolated meteorological conditions or a problem in the equipment or the data of this station.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	2
Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
1.1: Η Αττική και το κλίμα της.....	14
1.2: Η Βροχόπτωση και η μέτρησή της	15
1.3: Υδρομετεωρολογία και Υδρολογικά δίκτυα	17
1.4: Σκοπός της εργασίας.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	18
2.1: Τα δεδομένα.....	18
2.2: Μεθοδολογία	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	29
3.1: Συνολική βροχόπτωση.....	29
3.1.1: Υψόμετρο.....	30
3.1.2: Γεωγραφικό πλάτος	31
3.1.3: Γεωγραφικό μήκος.....	32
3.2: Μέρες βροχής	34
3.2.1: Υψόμετρο.....	35
3.2.2: Γεωγραφικό πλάτος	36
3.2.3: Γεωγραφικό μήκος.....	38
3.3: Μέρες $\geq 2\text{mm}$	40
3.3.1: Υψόμετρο.....	41
3.3.2: Γεωγραφικό πλάτος	42
3.3.3: Γεωγραφικό μήκος.....	44
3.4: Μέρες $\geq 20\text{mm}$	45
3.4.1: Υψόμετρο.....	46
3.4.2: Γεωγραφικό πλάτος	48
3.4.3: Γεωγραφικό μήκος.....	50
3.5: Μέρες $\geq 50\text{mm}$	51
3.5.1: Υψόμετρο.....	52
3.5.2: Γεωγραφικό πλάτος	54
3.5.3: Γεωγραφικό μήκος.....	56
3.6: Υετός ανά μέρα βροχής	57

3.6.1: Υψόμετρο.....	58
3.6.2: Γεωγραφικό πλάτος	59
3.6.3: Γεωγραφικό μήκος.....	62
3.7: Συμπεράσματα	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΛΕΤΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΝΟΙΞΗΣ-ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΟΥ	64
4.1: Συνολική Βροχόπτωση	64
4.1.1: Υψόμετρο.....	65
4.1.2: Γεωγραφικό πλάτος	66
4.1.3: Γεωγραφικό μήκος.....	68
4.2: Μέρες βροχής	69
4.2.1: Υψόμετρο.....	70
4.2.2: Γεωγραφικό πλάτος	71
4.2.3: Γεωγραφικό μήκος.....	74
4.3: Μέρες $\geq 2\text{mm}$	75
4.3.1: Υψόμετρο.....	76
4.3.2: Γεωγραφικό πλάτος	78
4.3.3: Γεωγραφικό μήκος.....	80
4.4: Μέρες $\geq 20\text{mm}$	81
4.4.1: Υψόμετρο.....	82
4.4.2: Γεωγραφικό πλάτος	83
4.4.3: Γεωγραφικό μήκος.....	85
4.5: Μέρες $\geq 50\text{mm}$	86
4.5.1: Υψόμετρο.....	87
4.5.2: Γεωγραφικό πλάτος	88
4.5.3: Γεωγραφικό μήκος.....	90
4.6: Υετός ανά μέρα βροχής	92
4.6.1: Υψόμετρο.....	93
4.6.2: Γεωγραφικό πλάτος	94
4.6.3: Γεωγραφικό μήκος.....	96
4.7: Συμπεράσματα	97
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΛΕΤΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΦΘΙΝΟΠΩΡΟΥ-ΧΕΙΜΩΝΑ.....	98
5.1: Συνολική Βροχόπτωση	98
5.1.1: Υψόμετρο.....	99
5.1.2: Γεωγραφικό πλάτος	101

5.1.3: Γεωγραφικό μήκος.....	103
5.2: Μέρρες βροχής	104
5.2.1: Υψόμετρο.....	105
5.2.2: Γεωγραφικό πλάτος	107
5.2.3: Γεωγραφικό μήκος.....	108
5.3: Μέρρες $\geq 2\text{mm}$	109
5.3.1: Υψόμετρο.....	110
5.3.2: Γεωγραφικό πλάτος	112
5.3.3: Γεωγραφικό μήκος.....	113
5.4: Μέρρες $\geq 20\text{mm}$	114
5.4.1: Υψόμετρο.....	115
5.4.2: Γεωγραφικό πλάτος	117
5.4.3: Γεωγραφικό μήκος.....	118
5.5: Μέρρες $\geq 50\text{mm}$	119
5.5.1: Υψόμετρο.....	120
5.5.2: Γεωγραφικό πλάτος	121
5.5.3: Γεωγραφικό μήκος.....	122
5.6: Υετός ανά μέρα βροχής	123
5.6.1: Υψόμετρο.....	124
5.6.2: Γεωγραφικό πλάτος	125
5.6.3: Γεωγραφικό μήκος.....	126
5.7: Συμπεράσματα	127
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	128
6.1: Συμπεράσματα	128
Βιβλιογραφία	131

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Ο βροχοσυλλέκτης του μετεωρολογικού σταθμού στο Παλαιό Φάληρο τα δεδομένα του οποίου χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αυτή.....	15
Εικόνα 2: Χάρτης της Αττικής και των μετεωρολογικών σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν	26
Εικόνα 3: Συνολική βροχόπτωση σε mm ανά σταθμό	29
Εικόνα 4: Μέρες βροχής ανά σταθμό	34
Εικόνα 5: Μέρες $\geq 2\text{mm}$ ανά σταθμό.....	40
Εικόνα 6: Μέρες $\geq 20\text{mm}$ ανά σταθμό.....	45
Εικόνα 7: Μέρες $\geq 50\text{mm}$ ανά σταθμό.....	51
Εικόνα 8: Υετός σε mm ανά μέρα βροχής ανά σταθμό.....	57
Εικόνα 9: Συνολική βροχόπτωση σε mm ανά σταθμό	64
Εικόνα 10: Μέρες βροχής ανά σταθμό	69
Εικόνα 11: Μέρες $\geq 2\text{mm}$ ανά σταθμό.....	75
Εικόνα 12: Μέρες $\geq 20\text{mm}$ ανά σταθμό.....	81
Εικόνα 13: Μέρες $\geq 50\text{mm}$ ανά σταθμό.....	86
Εικόνα 14: Υετός σε mm ανά μέρα βροχής ανά σταθμό.....	92
Εικόνα 15: Συνολική βροχόπτωση σε mm ανά σταθμό	98
Εικόνα 16: Μέρες βροχής ανά σταθμό	104
Εικόνα 17: Μέρες $\geq 2\text{mm}$ ανά σταθμό.....	109
Εικόνα 18: Μέρες $\geq 20\text{mm}$ ανά σταθμό.....	114
Εικόνα 19: Μέρες $\geq 50\text{mm}$ ανά σταθμό.....	119
Εικόνα 20: Υετός σε mm ανά μέρα βροχής ανά σταθμό.....	123

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Συνολικά δεδομένα	19
Πίνακας 2: Δεδομένα Άνοιξης (Μάρτιος-Μάιος).....	20
Πίνακας 3: Δεδομένα Καλοκαιριού (Ιούνιος-Αύγουστος)	21
Πίνακας 4: Δεδομένα Φθινοπώρου (Σεπτέμβριος-Νοέμβριος).....	22
Πίνακας 5: Δεδομένα Χειμώνα (Δεκέμβριος-Φεβρουάριος)	23
Πίνακας 6: Αθροιστικά δεδομένα Άνοιξη-Καλοκαίρι (Μάρτιος-Αύγουστος).....	24
Πίνακας 7: Αθροιστικά δεδομένα Φθινόπωρο-Χειμώνας (Σεπτέμβριος-Φεβρουάριος)	25
Πίνακας 8: Σύνοψη συμπερασμάτων μελέτης συνολικών δεδομένων	63
Πίνακας 9: Σύνοψη συμπερασμάτων μελέτης δεδομένων άνοιξης-καλοκαιριού	97
Πίνακας 10: Σύνοψη συμπερασμάτων μελέτης δεδομένων φθινόπωρου-χειμώνα ...	127
Πίνακας 11: Γενική σύνοψη συμπερασμάτων των τριών μελετών	128

Σχήμα 39: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική βροχόπτωση και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος.....	103
Σχήμα 40: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες βροχής και ανεξάρτητη το υψόμετρο	106
Σχήμα 41: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος	107
Σχήμα 42: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος	108
Σχήμα 43: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες $\geq 2\text{mm}$ και ανεξάρτητη το υψόμετρο	111
Σχήμα 44: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες $\geq 2\text{mm}$ και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος	112
Σχήμα 45: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες $\geq 2\text{mm}$ και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος	113
Σχήμα 46: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες $\geq 20\text{mm}$ και ανεξάρτητη το υψόμετρο.....	116
Σχήμα 47: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες $\geq 20\text{mm}$ και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος	117
Σχήμα 48: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες $\geq 20\text{mm}$ και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος	118
Σχήμα 49: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες $\geq 50\text{mm}$ και ανεξάρτητη το υψόμετρο.....	120
Σχήμα 50: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες $\geq 50\text{mm}$ και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος	121
Σχήμα 51: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες $\geq 50\text{mm}$ και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος	122
Σχήμα 52: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τον υετό ανά μέρα βροχής και ανεξάρτητη το υψόμετρο	124
Σχήμα 53: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τον υετό ανά μέρα βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος	125
Σχήμα 54: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τον υετό ανά μέρα βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος.....	126

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1: Η Αττική και το κλίμα της

Η Αττική είναι μία χερσόνησος στην ανατολική ηπειρωτική Ελλάδα η οποία βρέχεται στα ανατολικά από το Αιγαίο Πέλαγος και στα δυτικά από το Σαρωνικό κόλπο. Στη δυτική πλευρά της Αττικής ξεχωρίζει το λεκανοπέδιο της Αθήνας, της πρωτεύουσας και πολυπληθέστερης πόλης της Ελλάδας, το οποίο περικλείεται από τα βουνά Πάρνηθα, Πεντέλη, Υμηττό και Αιγάλεω. Αποτελεί μία από τις πιο ιστορικές περιοχές της Ελλάδας και όχι μόνο, όντας ένα από τα κέντρα του λαμπρού αρχαίου Ελληνικού πολιτισμού. Το κλίμα της Αττικής είναι μεσογειακό, με τις νοτιότερες περιοχές στα όρια του υποερημικού[3]. Τα καλοκαίρια είναι θερμά και ξηρά, ενώ οι χειμώνες σχετικά ήπιοι και υγροί. Γενικά, η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι χαμηλή, ειδικά στις δυτικές και νότιες παραθαλάσσιες στο Σαρωνικό περιοχές, οι οποίες είναι και από τις ξηρότερες στην Ελλάδα, με το μεγαλύτερο μέρος της βροχής να πέφτει τους χειμερινούς μήνες. Η θέση της Αττικής είναι τέτοια που δεν ευνοείται συχνά από τα καιρικά συστήματα που πλήττουν την Ελλάδα. Η οροσειρά της Πίνδου και τα βουνά της Πελοποννήσου, που είναι δυτικά της Αττικής, εμποδίζουν μεγάλο μέρος των συστημάτων που έρχονται από τα δυτικά ενώ η Εύβοια, που είναι βορειοανατολικά της Αττικής, μετριάξει την επιρροή από το βροχοφόρο βορειοανατολικό άνεμο του Αιγαίου, συνεπώς τα πιο βροχοφόρα είναι τα συστήματα που προξενούν ανέμους από νότιες, νοτιοανατολικές και ανατολικές διευθύνσεις. Παρά ταύτα, το ποικίλο ανάγλυφο με πολλούς λόφους και πολλά ρέματα σε συνδυασμό με το γεγονός ότι φιλοξενεί σχεδόν τον μισό πληθυσμό της Ελλάδας και την οικιστική ανάπτυξη και ανθρώπινη δραστηριότητα που αυτό συνεπάγεται, έχουν σαν αποτέλεσμα η μελέτη του κλίματος και των βροχοπτώσεων στο νομό Αττικής να έχει αυξημένο ενδιαφέρον.

1.2: Η Βροχόπτωση και η μέτρησή της



Εικόνα 1: Ο βροχοσυλλέκτης του μετεωρολογικού σταθμού στο Παλιό Φάληρο τα δεδομένα του οποίου χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αυτή

Η βροχόπτωση [3] είναι μία υγρή ατμοσφαιρική κατακρήμνιση, και συγκεκριμένα αποτελείται από τις σταγόνες νερού που ξεκινούν από συμπυκνωμένους υδρατμούς της ατμόσφαιρας (τα σύννεφα) και καταλήγουν στο έδαφος. Η βροχόπτωση, ανάλογα με την έντασή της, χαρακτηρίζεται ως ασθενής, μέτρια, ισχυρή και βίαιη. Στην καθομιλουμένη βέβαια υπάρχουν πολλές χαρακτηριστικές εκφράσεις για την πολύ δυνατή βροχή όπως: <<ρίχνει καρεκλοπόδαρα>>, <<βρέχει καταρρακτωδώς>> και άλλες. Αν η βροχή εναλλάσσεται με διαστήματα παύσης τότε λέμε ότι έχουμε παροδική βροχή. Από την άλλη, ανάλογα με τα αίτια και τον τρόπο εκδήλωσής της, χωρίζεται σε τρία βασικά είδη, την ορογραφική (orographic), την στρωματόμορφη (stratiform), και την κάθετη μεταφοράς (convective):

- Ορογραφική (Orographic): Η ορογραφική βροχόπτωση προκαλείται όταν υγρό ρεύμα αέρα, συνήθως θαλάσσιας προέλευσης, συναντάει ορεινούς όγκους. Οι ορεινοί όγκοι εξαναγκάζουν τον αέρα να ανυψωθεί κατά μήκος της πλαγιάς που είναι άμεσα εκτεθειμένη στο ρεύμα αέρα (προσήνεμη πλαγιά), η ανύψωση προκαλεί αδιαβατική ψύξη του αέρα, με αποτέλεσμα την συμπύκνωση των υδρατμών που περιέχει και την δημιουργία σύννεφων τα οποία προκαλούν βροχόπτωση. Συνεχίζοντας την πορεία του το ρεύμα αέρος στην άλλη πλαγιά (υπήνεμη πλαγιά), εξαναγκάζεται σε κάθοδο, αδιαβατική θέρμανση, οπότε έχουμε νεφοδιάλυση. Λόγω του τελευταίου, η ορογραφική βροχόπτωση περιορίζεται στην προσήνεμη πλαγιά, και η υπήνεμη πλαγιά είναι ξηρή. Η ένταση, η έκταση και η διάρκεια της

ορειογραφικής βροχόπτωσης ποικίλουν και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, μεταξύ των οποίων το ανάγλυφο (ύψος-προσανατολισμός του βουνού κ.λ.π.), η ένταση και η περιεκτικότητα σε υδρατμούς του ρεύματος αέρα και η συνύπαρξη κάθετης μεταφοράς.

- Στρωματόμορφη (Stratiform): Η στρωματόμορφη βροχόπτωση παρατηρείται σε μετωπικές διαταραχές οργανωμένων (χαμηλών) βαρομετρικών συστημάτων. Συνήθως έχει μεγάλη διάρκεια και έκταση, αλλά μικρές ή μέτριες εντάσεις και τα στρωματόμορφα νέφη από τα οποία προέρχεται (Στρώματα – Stratus, Μελανοστρώματα - Nimbostratus, Υψοστρώματα – Altostratus) καλύπτουν όλον ή σχεδόν όλο τον ουρανό. Σε αντίθεση με τους άλλους δύο τύπους, δεν εξαρτάται ιδιαίτερα από το ανάγλυφο, και τα ύψη βροχόπτωσης που δίνει είναι σχετικά ισοκατανεμημένα στις περιοχές που επηρεάζονται.

- Κάθετης μεταφοράς (Convective): Κάθετη μεταφορά θερμότητας έχουμε όταν υπάρχει μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας στα διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας, στην οποία τα υψηλότερα στρώματα να είναι σημαντικά ψυχρότερα. Τότε, λόγω διαφοράς πυκνότητας, έχουμε ανοδικές κινήσεις του αέρα, που ψύχεται αδιαβατικά, και οι υδρατμοί που περιέχει συμπυκνώνονται σε νέφη, τα λεγόμενα και νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης. Τα νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης που δίνουν βροχόπτωση είναι οι πυργοσωρείτες και τα καταιγιδοφόρα νέφη ή σωρειτομελανίες και σπανιότερα οι απλοί σωρείτες. Αυτός ο τύπος βροχόπτωσης είναι συνήθως μεγάλης ή μέτριας έντασης, αλλά μικρής έκτασης και διάρκειας. Η κάθετη μεταφορά μπορεί να προκύψει είτε από θερμικά αίτια, δηλαδή την θέρμανση των χαμηλότερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας από την ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στο έδαφος την ημέρα ή από την θερμή θάλασσα τη νύχτα, είτε από δυναμικά αίτια, λόγω οργανωμένων μετωπικών διαταραχών.

Όπως αναφέρθηκε ήδη, τα παραπάνω είδη μπορεί να συνδυαστούν, για παράδειγμα μπορεί να έχουμε εμφωλευμένα καταιγιδοφόρα νέφη σε στρωματόμορφα νέφη ή συνδυασμό ορειογραφικού αιτίου και κάθετης μεταφοράς.

Οι πρώτες καταγραφές βροχόπτωσης χρονολογούνται πάνω από 2000 χρόνια πριν. Μία από τις πρώτες περιοχές στην οποία έλαβαν χώρα είναι η Ινδία [4]. Ο πιο διαδεδομένος και εύκολος τρόπος μέτρησης της βροχόπτωσης είναι τα βροχόμετρα. Το πρώτο βροχόμετρο θεωρείται ότι κατασκευάστηκε στην Κορέα από τον γιο του βασιλιά Sejong the Great, που κυβέρνησε μεταξύ 1418 και 1450, στα πλαίσια διάφορων προσπαθειών του βασιλιά να αντιμετωπίσει τις ξηρασίες και να βοηθήσει στην ανάπτυξη της γεωργίας, με τη βοήθεια της μετεωρολογίας και της αστρονομίας[5]. Το πιο συνηθισμένο βροχόμετρο είναι αυτό που αποτελείται από έναν κύλινδρο που είναι προσαρμοσμένος σε έναν σωλήνα μετρήσεων και φαρδαίνει στο πάνω μέρος του, που λέγεται βροχοσυλλέκτης (Εικ. 1), έτσι ώστε να μετράει με μεγαλύτερη ακρίβεια. Ένα άλλο είδος βροχόμετρου είναι το βροχόμετρο τύπου μεζούρας, στο οποίο κάτω από τον συλλέκτη υπάρχουν μικρά δοχεία τύπου μεζούρας τα οποία μετακινούνται από το βάρος της βροχόπτωσης και ενεργοποιούν, μέσω ηλεκτρικών επαφών, ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, το οποίο στέλνει σήματα για την καταγραφή της βροχόπτωσης. Η πιο συνηθισμένη μονάδα μέτρησης της βροχόπτωσης είναι τα χιλιοστά (mm), η μονάδα αυτή χρησιμοποιείται και στα δεδομένα αυτής της μελέτης. Λέμε ότι το ύψος βροχόπτωσης είναι ένα χιλιοστό όταν η ποσότητα του νερού που αντιστοιχεί σε επιφάνεια ενός τετραγωνικού μέτρου (m^2) είναι ένα λίτρο (l). Ένας άλλος τρόπος μέτρησης της βροχόπτωσης είναι τα μετεωρολογικά ραντάρ Doppler, που συλλέγουν πληροφορίες για την κίνηση, τις περιοχές, και την ένταση των βροχοπτώσεων [3].

1.3: Υδρομετεωρολογία και Υδρολογικά δίκτυα

Η μετεωρολογία είναι η επιστήμη που μελετάει την ατμόσφαιρα, τα φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα σε αυτή, καθώς και την επίδρασή τους στη γη και τους ζωντανούς οργανισμούς [6]. Υδρολογία είναι η επιστήμη που ασχολείται με το νερό που υπάρχει στον πλανήτη μας, και πιο συγκεκριμένα τα σημεία παρουσίας, την κυκλοφορία, την κατανομή, τις φυσικές-χημικές ιδιότητες, και τις αλληλεπιδράσεις του με το υπόλοιπο περιβάλλον και τα έμβια όντα [6]. Η υδρομετεωρολογία είναι ένας συνδυασμός της μετεωρολογίας και της υδρολογίας, μελετάει δηλαδή τα ατμοσφαιρικά φαινόμενα που επιδρούν στις παραμέτρους που μελετά η υδρολογία.

Ένα υδρολογικό δίκτυο είναι ένα σύνολο από σταθμούς που μετράνε την χωρική και χρονική κατανομή διαφόρων υδρολογικών παραμέτρων, όπως η βροχόπτωση και η ροή των υδάτων [7]. Η μορφή και το μέγεθος ενός υδρολογικού δικτύου καθώς και η συχνότητα των παρατηρήσεων, εξαρτάται τόσο από οικονομικούς παράγοντες, όσο και από τις ανάγκες της υπό μελέτης περιοχής με βάση το κλίμα της και τα υδρολογικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα σε αυτή. Δεδομένου ότι τόσο η οικονομία όσο και το κλίμα απασχολούν όλες τις χώρες του πλανήτη, τα υδρολογικά δίκτυα και η καταγραφή των υδρολογικών φαινομένων παίρνουν όλο και περισσότερο διεθνείς διαστάσεις [8]. Η χώρα μας βέβαια δεν θα μπορούσε να αποτελεί εξαίρεση. Μερικά από τα υδρολογικά δίκτυα που λειτουργούν στην Ελλάδα είναι αυτό τα υδρολογικά δίκτυα του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ) και της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) [9] και το υδρολογικό δίκτυο του εργαστηρίου υδρολογίας και αξιοποίησης υδατικών πόρων του Εθνικού Μετσόβιου Πανεπιστημίου (Ε.Μ.Π.) στην Αττική [10]. Επίσης, το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών [1] διατηρεί ένα πανελλήνιο δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών που καταγράφει τιμές βροχόπτωσης, ενώ ανάλογες καταγραφές γίνονται και από πολλούς ερασιτεχνικούς μετεωρολογικούς σταθμούς[11].

1.4: Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι, μελετώντας δεδομένα από υδρολογικά δίκτυα στην Αττική, να δούμε αν και με ποιο τρόπο διαφέρει η βροχόπτωση ανάλογα με τη θέση και το υψόμετρο του εκάστοτε σταθμού. Η μελέτη αρχικά έγινε γενικά για όλο το χρόνο και στη συνέχεια για κάθε εποχή του χρόνου ξεχωριστά. Πιο συγκεκριμένα, από τις δοκιμές με τη συνολική βροχόπτωση, μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για την κατανομή της ποσότητας της βροχόπτωσης ενώ οι άλλες παράμετροι μας δίνουν συμπεράσματα και για την κατανομή της έντασης, η οποία είναι εξίσου χρήσιμη, αφού μία πολύ ισχυρή βροχόπτωση μικρής διάρκειας μπορεί κάλλιστα να προκαλέσει περισσότερες ζημιές από μία μέτρια μεγάλης διάρκειας και ας δώσει η τελευταία μεγαλύτερη ποσότητα βροχόπτωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

2.1: Τα δεδομένα

Η εργασία αυτή επικεντρώθηκε σε μετρήσεις βροχόπτωσης από δώδεκα μετεωρολογικούς σταθμούς στην περιοχή της Αττικής. Οι περιοχές στις οποίες βρίσκονται οι σταθμοί αυτοί είναι με αλφαβητική σειρά οι εξής: Άγιος Κοσμάς, Άνω Λιόσια, Γαλάτσι, Ζωγράφου (Πολυτεχνειούπολη), Ηλιούπολη, Θησείο, Μάνδρα, Μενίδι, Παλαιό Φάληρο, Πεντέλη, Πικέρμι και Ψυτάλλεια. Οι περισσότεροι από αυτούς τους σταθμούς ανήκουν στο υδρολογικό δίκτυο του εργαστηρίου υδρολογίας και αξιοποίησης υδατικών πόρων του Ε.Μ.Π. [10]. Ο σταθμός του Θησειού ανήκει στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών [1] και το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης [2]. Ο σταθμός του Παλαιού Φαλήρου ανήκει στον γράφοντα [12]. Τα δεδομένα αναφέρονται στα έτη 2006 έως και 2012 (7 έτη), προέρχονται από ημερήσιες χρονοσειρές και είναι χωρισμένα σε πέντε κύριες κατηγορίες. Στη μία περιέχονται συνολικά όλα τα δεδομένα ενώ στις άλλες τέσσερις περιέχονται δεδομένα από τις τέσσερις εποχές του έτους, χειμώνα, άνοιξη, φθινόπωρο, καλοκαίρι. Ο διαχωρισμός των εποχών έγινε με βάση των ημερολογιακό ορισμό, δηλαδή Δεκέμβριος έως Φεβρουάριος χειμώνας, Μάρτιος έως Μάιος άνοιξη, Ιούνιος έως Αύγουστος καλοκαίρι και Σεπτέμβριος έως Νοέμβριος φθινόπωρο. Να σημειωθεί ότι, λόγω του τρόπου που υπολογίζουν οι σταθμοί τα ημερήσια δεδομένα, ενδέχεται στον προηγούμενο διαχωρισμό να υπάρχουν αποκλίσεις +/-1 ημέρας οι οποίες θεωρήθηκαν μη σημαντικές από στατιστικής απόψεως. Από εκεί και πέρα, κάθε μία από αυτές τις κατηγορίες περιέχει τα εξής δεδομένα: Συνολική βροχόπτωση (όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, μονάδα μέτρησης είναι το χιλιοστό -mm-), μέρες βροχής (ως μέρα βροχής θεωρείται μία μέρα όταν έχουν καταγραφεί τουλάχιστον 0,2 mm), μέρες με 2+ mm, μέρες με 20+ mm, μέρες με 50+ mm και υετός (ύψος βροχόπτωσης) ανά ημέρα βροχής που προκύπτει από τη διαίρεση της συνολικής βροχόπτωσης με τις μέρες βροχής και μετριέται επίσης σε mm. Επίσης, κάθε σταθμός προσδιορίζεται από το υψόμετρό του σε μέτρα (m) και τις γεωγραφικές του συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος ή αλλιώς πόσο ανατολικά-δυτικά και βόρεια-νότια είναι ο σταθμός) οι οποίες είναι επίσης σε μέτρα και χρησιμοποιούν το ελληνικό πλέγμα γεωγραφικών συντεταγμένων GGRS87. Να σημειωθεί ότι, ίσως τα δεδομένα επτά ετών να φαίνονται λίγα, με δεδομένο ότι καιρός υπάρχει πολύ περισσότερα χρόνια, ωστόσο, στην παρούσα μελέτη, που αφορά δεδομένα βροχόπτωσης, μπορούν να δώσουν μία ικανοποιητική εικόνα αφού η χρονική περίοδος αυτή είναι αρκετή ώστε να έχουν εκδηλωθεί όλοι οι δυνατοί τύποι καιρού και ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας. Επιπροσθέτως, οι σταθμοί στην Αττική που έχουν δεδομένα πριν το 2006 είναι πολύ λιγότεροι. Ακολουθούν πίνακες με τα παραπάνω δεδομένα κάθε μίας από της πέντε κατηγορίες, των αθροιστικών δεδομένων Άνοιξης-Καλοκαιριού και Φθινόπωρου-Χειμώνα καθώς και ένας χάρτης της Αττικής με τους μετεωρολογικούς σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν. Για λόγους αναφοράς, χωρίς να χρησιμοποιούνται στην μελέτη, στους πίνακες προστέθηκαν κάτω από τις μέρες βροχής, μέρες με 2+ mm, μέρες με 20+ mm και μέρες με 50+ mm τα αντίστοιχα ποσοστά επί των συνολικών ημερών, καθώς επίσης κάτω από τη συνολική βροχόπτωση η μέση βροχόπτωση που αντιστοιχεί ανά έτος, δηλαδή η συνολική βροχόπτωση διαιρεμένη με το 7, τον αριθμό των ετών στα οποία αναφέρονται τα δεδομένα.

Συνολικά

	Π. Φάληρο	Αγ. Κοσμάς	Άνω Λιόσια	Γαλάτσι	Ηλιούπολη	Μάνδρα
Υψόμετρο (m)	40	5	184	176	206	258
X (m)	474314,62	475060,31	470967,74	478563,95	478837,9	461615,13
Y (m)	4197337,97	4193690,01	4213918,14	4208803,49	4196512,17	4219262,43
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	452	486	534	612	488	595
% επί συνολικών ημερών	17,7	19,0	20,9	23,9	19,1	23,3
Μέρες >= 2 mm	235	253	280	268	285	332
% επί συνολικών ημερών	9,2	9,9	11,0	10,5	11,1	13,0
Μέρες >= 20 mm	15	34	42	35	43	43
% επί συνολικών ημερών	0,6	1,3	1,6	1,4	1,7	1,7
Μέρες >= 50 mm	1	1	7	2	4	6
% επί συνολικών ημερών	0,0	0,0	0,3	0,1	0,2	0,2
Συνολική βροχόπτωση (mm)	2078,6	2643,2	3354,6	2855	3235	3931,6
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	296,9	377,6	479,2	407,9	462,1	561,7
Υετός ανά μέρα βροχής	4,599	5,439	6,282	4,665	6,629	6,608
	Μενίδι	Πεντέλη	Πικέρμι	Ψυτάλλεια	Ζωγράφου	Θησείο
Υψόμετρο (m)	248	729	133	20	181	110
X (m)	476079,59	487812,68	493583,15	464231	480493,49	475680,45
Y (m)	4217304,74	4215149,93	4205666,35	4199302,32	4203306,04	4205563,22
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	583	715	552	477	720	435
% επί συνολικών ημερών	22,8	28,0	21,6	18,7	28,2	17,0
Μέρες >= 2 mm	320	352	278	250	290	236
% επί συνολικών ημερών	12,5	13,8	10,9	9,8	11,3	9,2
Μέρες >= 20 mm	49	62	40	32	48	39
% επί συνολικών ημερών	1,9	2,4	1,6	1,3	1,9	1,5
Μέρες >= 50 mm	5	10	7	2	4	2
% επί συνολικών ημερών	0,2	0,4	0,3	0,1	0,2	0,1
Συνολική βροχόπτωση (mm)	3820,4	4718	3248,7	2596,9	3540,2	2794,7
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	545,8	674,0	464,1	371,0	505,7	399,2
Υετός ανά μέρα βροχής	6,553	6,599	5,885	5,444	4,917	6,425

Πίνακας 1: Συνολικά δεδομένα

Άνοιξη

	Π. Φάληρο	Αγ. Κοσμάς	Άνω Λιόσια	Γαλάτσι	Ηλιούπολη	Μάνδρα
Υψόμετρο (m)	40	5	184	176	206	258
X (m)	474314,62	475060,31	470967,74	478563,95	478837,9	461615,13
Y (m)	4197337,97	4193690,01	4213918,14	4208803,49	4196512,17	4219262,43
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	110	126	122	144	118	148
% επί συνολικών ημερών	17,1	19,6	18,9	22,4	18,3	23,0
Μέρες >= 2 mm	56	62	63	62	62	84
% επί συνολικών ημερών	8,7	9,6	9,8	9,6	9,6	13,0
Μέρες >= 20 mm	4	6	6	4	5	8
% επί συνολικών ημερών	0,6	0,9	0,9	0,6	0,8	1,2
Μέρες >= 50 mm	0	0	1	0	1	0
% επί συνολικών ημερών	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
Συνολική βροχόπτωση (mm)	460,4	618,6	656,6	571,2	633,8	819,6
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	65,8	88,4	93,8	81,6	90,5	117,1
Υετός ανά μέρα βροχής	4,185	4,910	5,382	3,967	5,371	5,538
	Μενίδι	Πεντέλη	Πικέρμι	Ψυτάλλεια	Ζωγράφου	Θησείο
Υψόμετρο (m)	248	729	133	20	181	110
X (m)	476079,59	487812,68	493583,15	464231	480493,49	475680,45
Y (m)	4217304,74	4215149,93	4205666,35	4199302,32	4203306,04	4205563,22
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	148	171	134	110	159	104
% επί συνολικών ημερών	23,0	26,6	20,8	17,1	24,7	16,1
Μέρες >= 2 mm	82	88	68	54	65	59
% επί συνολικών ημερών	12,7	13,7	10,6	8,4	10,1	9,2
Μέρες >= 20 mm	9	12	7	3	8	8
% επί συνολικών ημερών	1,4	1,9	1,1	0,5	1,2	1,2
Μέρες >= 50 mm	2	2	2	0	0	0
% επί συνολικών ημερών	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0
Συνολική βροχόπτωση (mm)	867,4	935,4	757,4	466,2	729,8	667,4
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	123,9	133,6	108,2	66,6	104,3	95,3
Υετός ανά μέρα βροχής	5,861	5,470	5,652	4,238	4,590	6,417

Πίνακας 2: Δεδομένα Άνοιξης (Μάρτιος-Μάιος)

Καλοκαίρι

	Π. Φάληρο	Αγ. Κοσμάς	Άνω Λιόσια	Γαλάτσι	Ηλιούπολη	Μάνδρα
Υψόμετρο (m)	40	5	184	176	206	258
X (m)	474314,62	475060,31	470967,74	478563,95	478837,9	461615,13
Y (m)	4197337,97	4193690,01	4213918,14	4208803,49	4196512,17	4219262,43
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	23	26	30	35	21	42
% επί συνολικών ημερών	3,6	4,0	4,7	5,4	3,3	6,5
Μέρες >= 2 mm	11	11	20	18	12	18
% επί συνολικών ημερών	1,7	1,7	3,1	2,8	1,9	2,8
Μέρες >= 20 mm	0	1	2	3	0	2
% επί συνολικών ημερών	0,0	0,2	0,3	0,5	0,0	0,3
Μέρες >= 50 mm	0	0	0	0	0	0
% επί συνολικών ημερών	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Συνολική βροχόπτωση (mm)	62,4	78,2	207,8	159,2	59	193
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	8,9	11,2	29,7	22,7	8,4	27,6
Υετός ανά μέρα βροχής	2,713	3,008	6,927	4,549	2,810	4,595
	Μενίδι	Πεντέλη	Πικέριμι	Ψυτάλλεια	Ζωγράφου	Θησείο
Υψόμετρο (m)	248	729	133	20	181	110
X (m)	476079,59	487812,68	493583,15	464231	480493,49	475680,45
Y (m)	4217304,74	4215149,93	4205666,35	4199302,32	4203306,04	4205563,22
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	38	57	32	31	37	28
% επί συνολικών ημερών	5,9	8,9	5,0	4,8	5,7	4,3
Μέρες >= 2 mm	20	25	12	14	17	11
% επί συνολικών ημερών	3,1	3,9	1,9	2,2	2,6	1,7
Μέρες >= 20 mm	3	3	1	2	3	0
% επί συνολικών ημερών	0,5	0,5	0,2	0,3	0,5	0,0
Μέρες >= 50 mm	0	0	0	0	0	0
% επί συνολικών ημερών	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Συνολική βροχόπτωση (mm)	227,6	309	106,6	118,4	214	82,9
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	32,5	44,1	15,2	16,9	30,6	11,8
Υετός ανά μέρα βροχής	5,989	5,421	3,331	3,819	5,784	2,961

Πίνακας 3: Δεδομένα Καλοκαιριού (Ιούνιος-Αύγουστος)

Φθινόπωρο

	Π. Φάληρο	Αγ. Κοσμάς	Άνω Λιόσια	Γαλάτσι	Ηλιούπολη	Μάνδρα
Υψόμετρο (m)	40	5	184	176	206	258
X (m)	474314,62	475060,31	470967,74	478563,95	478837,9	461615,13
Y (m)	4197337,97	4193690,01	4213918,14	4208803,49	4196512,17	4219262,43
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	120	120	147	160	127	155
% επί συνολικών ημερών	18,8	18,8	23,1	25,1	19,9	24,3
Μέρες >= 2 mm	69	68	80	73	72	86
% επί συνολικών ημερών	10,8	10,7	12,6	11,5	11,3	13,5
Μέρες >= 20 mm	5	10	17	14	14	15
% επί συνολικών ημερών	0,8	1,6	2,7	2,2	2,2	2,4
Μέρες >= 50 mm	0	0	2	1	1	2
% επί συνολικών ημερών	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2	0,3
Συνολική βροχόπτωση (mm)	511,2	767,4	1110,2	928	945	1217,6
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	73,0	109,6	158,6	132,6	135,0	173,9
Υετός ανά μέρα βροχής	4,260	6,395	7,552	5,800	7,441	7,855
	Μενίδι	Πεντέλη	Πικέρμι	Ψυτάλλεια	Ζωγράφου	Θησείο
Υψόμετρο (m)	248	729	133	20	181	110
X (m)	476079,59	487812,68	493583,15	464231	480493,49	475680,45
Y (m)	4217304,74	4215149,93	4205666,35	4199302,32	4203306,04	4205563,22
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	143	187	146	116	197	114
% επί συνολικών ημερών	22,4	29,4	22,9	18,2	30,9	17,9
Μέρες >= 2 mm	80	88	66	67	71	66
% επί συνολικών ημερών	12,6	13,8	10,4	10,5	11,1	10,4
Μέρες >= 20 mm	17	19	15	11	17	15
% επί συνολικών ημερών	2,7	3,0	2,4	1,7	2,7	2,4
Μέρες >= 50 mm	1	4	3	1	1	0
% επί συνολικών ημερών	0,2	0,6	0,5	0,2	0,2	0,0
Συνολική βροχόπτωση (mm)	1111,8	1342,6	959,9	855,5	1020	889,1
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	158,8	191,8	137,1	122,2	145,7	127,0
Υετός ανά μέρα βροχής	7,775	7,180	6,575	7,375	5,178	7,799

Πίνακας 4: Δεδομένα Φθινοπώρου (Σεπτέμβριος-Νοέμβριος)

Χειμώνας

	Π. Φάληρο	Αγ. Κοσμάς	Άνω Λιόσια	Γαλάτσι	Ηλιούπολη	Μάνδρα
Υψόμετρο (m)	40	5	184	176	206	258
X (m)	474314,62	475060,31	470967,74	478563,95	478837,9	461615,13
Y (m)	4197337,97	4193690,01	4213918,14	4208803,49	4196512,17	4219262,43
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	199	214	235	273	222	250
% επί συνολικών ημερών	31,5	33,9	37,2	43,2	35,1	39,6
Μέρες >= 2 mm	99	112	117	115	139	144
% επί συνολικών ημερών	15,7	17,7	18,5	18,2	22,0	22,8
Μέρες >= 20 mm	6	17	17	14	24	18
% επί συνολικών ημερών	0,9	2,7	2,7	2,2	3,8	2,8
Μέρες >= 50 mm	1	1	4	1	2	4
% επί συνολικών ημερών	0,2	0,2	0,6	0,2	0,3	0,6
Συνολική βροχόπτωση (mm)	1044,6	1179	1380	1196,6	1597,2	1701,4
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	149,2	168,4	197,1	170,9	228,2	243,1
Υετός ανά μέρα βροχής	5,249	5,509	5,872	4,383	7,195	6,806
	Μενίδι	Πεντέλη	Πικέρμι	Ψυτάλλεια	Ζωγράφου	Θησείο
Υψόμετρο (m)	248	729	133	20	181	110
X (m)	476079,59	487812,68	493583,15	464231	480493,49	475680,45
Y (m)	4217304,74	4215149,93	4205666,35	4199302,32	4203306,04	4205563,22
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	254	300	240	220	327	189
% επί συνολικών ημερών	40,2	47,5	38,0	34,8	51,7	29,9
Μέρες >= 2 mm	138	151	132	115	137	100
% επί συνολικών ημερών	21,8	23,9	20,9	18,2	21,7	15,8
Μέρες >= 20 mm	20	28	17	16	20	16
% επί συνολικών ημερών	3,2	4,4	2,7	2,5	3,2	2,5
Μέρες >= 50 mm	2	4	2	1	3	2
% επί συνολικών ημερών	0,3	0,6	0,3	0,2	0,5	0,3
Συνολική βροχόπτωση (mm)	1613,6	2131	1424,8	1156,8	1576,4	1155,3
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	230,5	304,4	203,5	165,3	225,2	165,0
Υετός ανά μέρα βροχής	6,353	7,103	5,937	5,258	4,821	6,113

Πίνακας 5: Δεδομένα Χειμώνα (Δεκέμβριος-Φεβρουάριος)

Αθροιστικά Άνοιξη-Καλοκαίρι

	Π. Φάληρο	Αγ. Κοσμάς	Άνω Λιόσια	Γαλάτσι	Ηλιούπολη	Μάνδρα
Υψόμετρο (m)	40	5	184	176	206	258
X (m)	474314,62	475060,31	470967,74	478563,95	478837,9	461615,13
Y (m)	4197337,97	4193690,01	4213918,14	4208803,49	4196512,17	4219262,43
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	133	152	152	179	139	190
% επί συνολικών ημερών	10,3	11,8	11,8	13,9	10,8	14,8
Μέρες >= 2 mm	67	73	83	80	74	102
% επί συνολικών ημερών	5,2	5,7	6,4	6,2	5,7	7,9
Μέρες >= 20 mm	4	7	8	7	5	10
% επί συνολικών ημερών	0,3	0,5	0,6	0,5	0,4	0,8
Μέρες >= 50 mm	0	0	1	0	1	0
% επί συνολικών ημερών	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Συνολική βροχόπτωση (mm)	522,8	696,8	864,4	730,4	692,8	1012,6
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	74,7	99,5	123,5	104,3	99,0	144,7
Υετός ανά μέρα βροχής	3,931	4,584	5,687	4,080	4,984	5,329
	Μενίδι	Πεντέλη	Πικέριμι	Ψυτάλλεια	Ζωγράφου	Θησείο
Υψόμετρο (m)	248	729	133	20	181	110
X (m)	476079,59	487812,68	493583,15	464231	480493,49	475680,45
Y (m)	4217304,74	4215149,93	4205666,35	4199302,32	4203306,04	4205563,22
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	186	228	166	141	196	132
% επί συνολικών ημερών	14,4	17,7	12,9	10,9	15,2	10,2
Μέρες >= 2 mm	102	113	80	68	82	70
% επί συνολικών ημερών	7,9	8,8	6,2	5,3	6,4	5,4
Μέρες >= 20 mm	12	15	8	5	11	8
% επί συνολικών ημερών	0,9	1,2	0,6	0,4	0,9	0,6
Μέρες >= 50 mm	2	2	2	0	0	0
% επί συνολικών ημερών	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
Συνολική βροχόπτωση (mm)	1095	1244,4	864	584,6	943,8	750,3
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	156,4	177,8	123,4	83,5	134,8	107,2
Υετός ανά μέρα βροχής	5,887	5,458	5,205	4,146	4,815	5,684

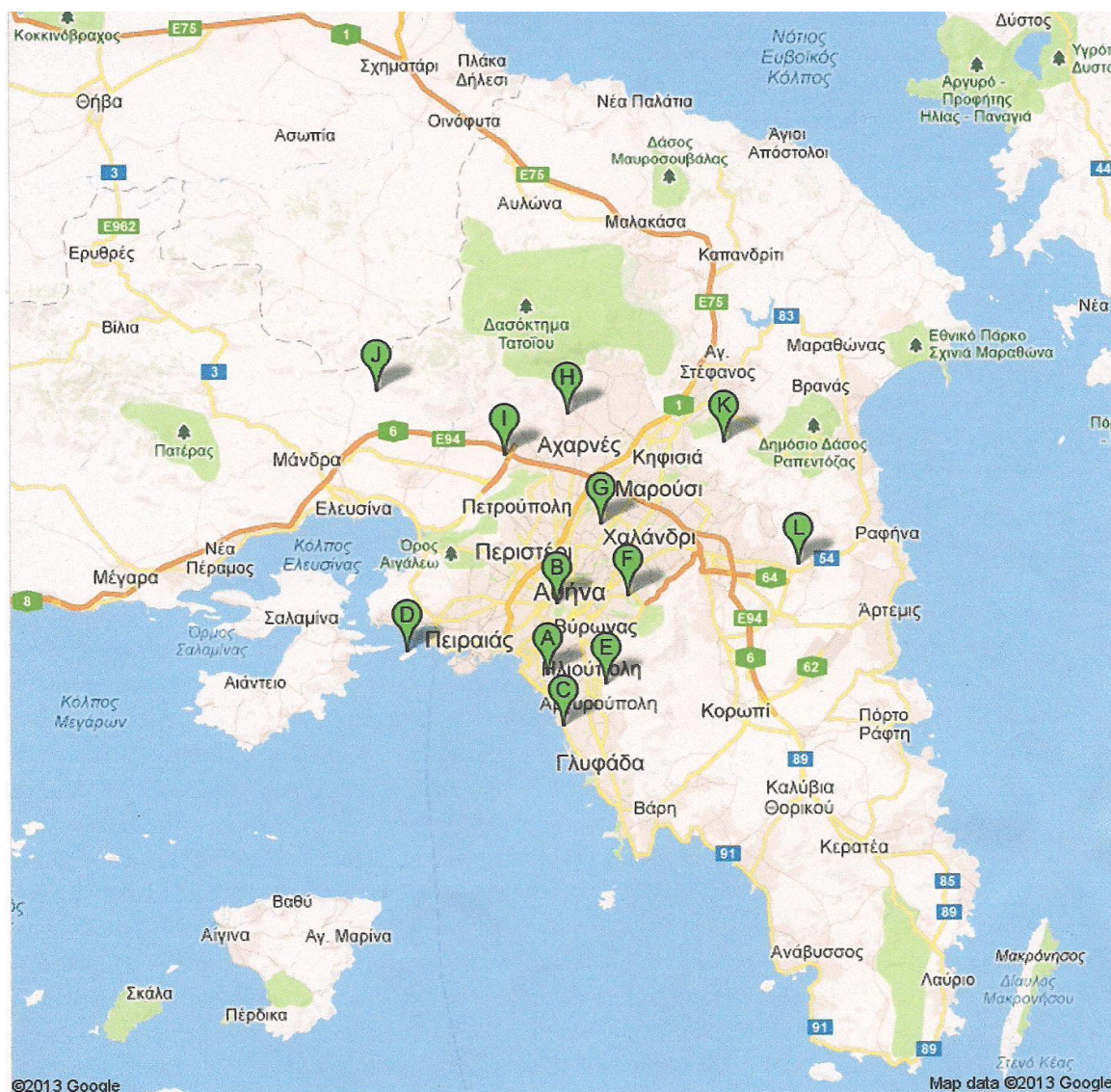
Πίνακας 6: Αθροιστικά δεδομένα Άνοιξη-Καλοκαίρι (Μάρτιος-Αύγουστος)

Αθροιστικά Φθινόπωρο-Χειμώνας

	Π. Φάληρο	Αγ. Κοσμάς	Άνω Λιόσια	Γαλάτσι	Ηλιούπολη	Μάνδρα
Υψόμετρο (m)	40	5	184	176	206	258
X (m)	474314,62	475060,31	470967,74	478563,95	478837,9	461615,13
Y (m)	4197337,97	4193690,01	4213918,14	4208803,49	4196512,17	4219262,43
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	319	334	382	433	349	405
% επί συνολικών ημερών	25,1	26,3	30,1	34,1	27,5	31,9
Μέρες >= 2 mm	168	180	197	188	211	230
% επί συνολικών ημερών	13,2	14,2	15,5	14,8	16,6	18,1
Μέρες >= 20 mm	11	27	34	28	38	33
% επί συνολικών ημερών	0,9	2,1	2,7	2,2	3,0	2,6
Μέρες >= 50 mm	1	1	6	2	3	6
% επί συνολικών ημερών	0,1	0,1	0,5	0,2	0,2	0,5
Συνολική βροχόπτωση (mm)	1555,8	1946,4	2490,2	2124,6	2542,2	2919
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	222,3	278,1	355,7	303,5	363,2	417,0
Υετός ανά μέρα βροχής	4,877	5,828	6,519	4,907	7,284	7,207
	Μενίδι	Πεντέλη	Πικέρμι	Ψυτάλλεια	Ζωγράφου	Θησείο
Υψόμετρο (m)	248	729	133	20	181	110
X (m)	476079,59	487812,68	493583,15	464231	480493,49	475680,45
Y (m)	4217304,74	4215149,93	4205666,35	4199302,32	4203306,04	4205563,22
Μέρες βροχής (>= 0,2 mm)	397	487	386	336	524	303
% επί συνολικών ημερών	31,3	38,4	30,4	26,5	41,3	23,9
Μέρες >= 2 mm	218	239	198	182	208	166
% επί συνολικών ημερών	17,2	18,8	15,6	14,3	16,4	13,1
Μέρες >= 20 mm	37	47	32	27	37	31
% επί συνολικών ημερών	2,9	3,7	2,5	2,1	2,9	2,4
Μέρες >= 50 mm	3	8	5	2	4	2
% επί συνολικών ημερών	0,2	0,6	0,4	0,2	0,3	0,2
Συνολική βροχόπτωση (mm)	2725,4	3473,6	2384,7	2012,3	2596,4	2044,4
Μέση βροχόπτωση ανά έτος (mm)	389,3	496,2	340,7	287,5	370,9	292,1
Υετός ανά μέρα βροχής	6,865	7,133	6,178	5,989	4,955	6,747

Πίνακας 7: Αθροιστικά δεδομένα Φθινόπωρο-Χειμώνας (Σεπτέμβριος-Φεβρουάριος)

Χάρτης σταθμών



Εικόνα 2: Χάρτης της Αττικής και των μετεωρολογικών σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αυτή

**A – Π. Φάληρο, B – Θησείο, C – Αγ. Κοσμάς, D – Ψυτάλλεια, E – Ηλιούπολη,
F – Ζωγράφου, G – Γαλάτσι, H – Μενίδι, I – Άνω Λιόσια, J – Μάνδρα,
K – Πεντέλη, L – Πικέρμι**

2.2: Μεθοδολογία

Στην παρούσα μελέτη εφαρμόστηκε ανάλυση παλινδρόμησης με χρήση γραμμικών στατιστικών μοντέλων. Η ανάλυση παλινδρόμησης είναι μία μέθοδος με την οποία, μέσω γραμμικών στατιστικών μοντέλων, εξετάζουμε τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών. Με τον όρο μοντέλο εννοούμε τη μορφή της σχέσης μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών. Ο όρος στατιστικό υποδηλώνει ότι η σχέση αυτή είναι εν μέρει στοχαστική, δηλαδή εμπεριέχει κάποια αβεβαιότητα ή αλλιώς κάποια τυχαία σφάλματα. Ένα τέτοιο μοντέλο έχει τη γενική μορφή $y = f(x) + \varepsilon$, όπου y η εξαρτημένη μεταβλητή, $f(x)$ συνάρτηση μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών και ε το τυχαίο σφάλμα. Βασικό παράδειγμα ενός τέτοιου μοντέλου είναι το απλό γραμμικό μοντέλο που θα χρησιμοποιήσουμε εδώ και έχει τη μορφή: $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \varepsilon$. Το μοντέλο αυτό καλείται γραμμικό όχι επειδή η y είναι γραμμική συνάρτηση της μεταβλητής x_1 , αλλά επειδή οι εξισώσεις είναι γραμμικές ως προς τα β_0, β_1 [13]. Η εργασία αυτή χωρίζεται σε τρία κύρια μέρη (κεφάλαια), στο πρώτο η εξαρτημένη μεταβλητή y παίρνει τιμές από τα συνολικά δεδομένα ενώ στα άλλα δύο παίρνει αθροιστικά τα δεδομένα από άνοιξη-καλοκαίρι και φθινόπωρο-χειμώνα αντίστοιχα (οι κατηγορίες αυτές των δεδομένων αναλύθηκαν στην ενότητα 2.1). Οι δύο αθροίσεις αυτές έγιναν με το σκεπτικό ότι η πρώτη είναι μία καλή προσέγγιση της ξηρής περιόδου και η δεύτερη της υγρής. Κάθε ένα από αυτά τα μέρη χωρίζεται σε έξι ακόμα μικρότερα κομμάτια (ενότητες), σε κάθε ένα από τα οποία η y παίρνει τιμές από ένα εκ των δεδομένων του κάθε σταθμού που επίσης αναλύθηκαν στην 2.1 (Συνολική βροχόπτωση, μέρες βροχής, μέρες με 2+ mm, μέρες με 20+ mm, μέρες με 50+ mm και υετός ανά ημέρα βροχής). Κάθε μία από τις έξι αυτές ενότητες ξεκινάει με ένα χάρτη που απεικονίζει με σημεία τα δεδομένα που παίρνει η εξαρτημένη μεταβλητή, κάθε σημείο αντιστοιχεί σε ένα σταθμό ενώ, πέρα από τις αναγραφόμενες τιμές, το μέγεθος του κάθε σημείου παρουσιάζει και οπτικά το σχετικό μέγεθος των τιμών. Στη συνέχεια, στη θέση της ανεξάρτητης μεταβλητής δοκιμάζουμε το υψόμετρο, το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος του κάθε σταθμού (περισσότερα για τα δεδομένα αυτά και πάλι στη 2.1), δηλαδή δοκιμάζουμε τρία διαφορετικά μοντέλα.

Για να βγάλουμε συμπεράσματα για την συμπεριφορά των δεδομένων των μοντέλων μας, θέλουμε να προσαρμόσουμε σε αυτό μία ευθεία γραμμή η οποία θα ευρεθεί με κατάλληλο τρόπο ή αλλιώς να εκτιμήσουμε τις παραμέτρους β_0, β_1 . Στη μελέτη μας η εκτίμηση αυτή θα γίνεται με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Η μέθοδος αυτή έγκειται στην ελαχιστοποίηση των τετραγώνων των αποκλίσεων των y και των $\beta_0 + \beta_1 x_1$ που προκύπτουν από τα εκτιμηθέντα β_0, β_1 . Για την μελέτη του μεγέθους της εξάρτησης εξαρτημένης και ανεξάρτητης μεταβλητής χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 . Ο συντελεστής αυτός παίρνει τιμές μεταξύ του 0 και του 1, όσο μεγαλύτερος, τόσο μεγαλύτερη η εξάρτηση. Πιο συγκεκριμένα, αν πολλαπλασιάσουμε τον R^2 με το 100, παίρνουμε τιμές μεταξύ του 0 και του 100, οι οποίες ερμηνεύονται ως το επί τοις εκατό ποσοστό της μεταβολής της εξαρτημένης μεταβλητής που εξηγείται από τις μεταβολές των ανεξάρτητων, π.χ. αν ο R^2 είναι 0,6 τότε το 60% της μεταβολής της εξαρτημένης μεταβλητής εξηγείται από τις ανεξάρτητες. Κατά συνέπεια, εδώ θεωρήθηκε ότι υπάρχει αξιοσημείωτη εξάρτηση όταν ο R^2 παίρνει τιμές από 0.5 και πάνω (δηλαδή η μισή μεταβολή τουλάχιστον της εξαρτημένης εξηγείται από την ανεξάρτητη) και μεγάλη εξάρτηση από 0.75 και πάνω (δηλαδή το 75% η περισσότερο της μεταβολής της εξαρτημένης εξηγείται από την ανεξάρτητη). Να σημειωθεί ότι αν ο R^2 είναι κοντά στο μηδέν, το μοντέλο

απορρίπτεται και θεωρείται ότι δεν υπάρχει εξάρτηση χωρίς περαιτέρω διερεύνηση (βλέπε διαστήματα εμπιστοσύνης παρακάτω), αλλιώς η διερεύνηση συνεχίζεται και αναφέρεται μόνο ο R^2 του τελικού μοντέλου, υπονοείται όμως ότι και αυτοί των ενδιάμεσων μοντέλων είναι σε ανεκτές τιμές, αν όχι πάνω από 0.5, τουλάχιστον αρκετά πάνω από το μηδέν. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν διαστήματα εμπιστοσύνης των σφαλμάτων ώστε να αποκλειστούν σταθμοί για τους οποίους οι αποκλίσεις των y και των $\beta_0 + \beta_1 x_1$ προκύπτουν δυσανάλογα μεγάλες, δηλαδή προκύπτουν βάσιμες υποψίες ότι υπάρχει κάποιο λάθος στα δεδομένα (outliers). Αν το μηδέν δεν περιέχεται στα διαστήματα εμπιστοσύνης, τότε θεωρείται outlier η υπό εξέταση τιμή. Ο αποκλεισμός αυτός γίνεται σταδιακά και αφορά μέχρι δύο το πολύ σταθμούς, καθότι σε συνολικά 12 σταθμούς αποκλεισμός άνω του 20% των δεδομένων θα ήταν πολύ μεγάλος για να θεωρείται αξιόπιστη η στατιστική μελέτη. Αν το αρχικό μοντέλο έχει δύο ή περισσότερους τέτοιους σταθμούς, τότε αφαιρούνται οι δύο ή οι δύο με τη μεγαλύτερη απόκλιση και το μοντέλο που προκύπτει χωρίς αυτές είναι το τελικό. Αν έχει έναν, τότε αφαιρείται αυτή η μία, υπολογίζεται ξανά το μοντέλο, και αν δεν έχει κανένα outlier σταθμό το δεύτερο μοντέλο, τότε είναι το τελικό. Αν έχει έναν ή περισσότερους, τότε αφαιρείται αυτός με τη μεγαλύτερη απόκλιση και το τρίτο μοντέλο που προκύπτει είναι το τελικό. Αν πάλι το αρχικό μοντέλο δεν έχει κανένα, τότε δεν αφαιρείται κανένας σταθμός και αυτό είναι το τελικό μοντέλο. Προφανώς με αυτή τη διαδικασία μπορεί να καταλήξουμε σε τελικά μοντέλα με έναν ή δύο σταθμούς λιγότερους καθώς και με έναν ή περισσότερους outlier σταθμούς. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν ως πρόσθετα κριτήρια για την εξάρτηση των μεταβλητών, μαζί με τον R^2 που αναφέρθηκε προηγουμένως ή αλλιώς, ως κριτήρια για το πόσο καλό είναι το μοντέλο μας. Η αναλυτική παρουσίαση θεωρίας και μαθηματικών σχέσεων ξεφεύγει από τους σκοπούς αυτής της εργασίας, περισσότερα επί των παραπάνω θεμάτων υπάρχουν στη σχετική βιβλιογραφία π.χ. στο βιβλίο Στατιστικά μοντέλα παλινδρόμησης [13]. Τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά μαζί με τα δεδομένα σε γραφικές παραστάσεις (τα δεδομένα παρουσιάζονται ως σημεία και τα μοντέλα ως ευθείες) όπου κρίθηκε απαραίτητο. Για την εξαγωγή όλων αυτών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Matlab ενώ η εργασία εμπλουτίστηκε και με χάρτες παρουσίασης των δεδομένων που φτιάχτηκαν με το ArcGIS. Τα δεδομένα εξετάστηκαν με τη σειρά που παρουσιάστηκαν στους πίνακες της 2.1, με εξαίρεση τη συνολική βροχόπτωση, που παρουσιάζεται πρώτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.1: Συνολική βροχόπτωση

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 3: Συνολική βροχόπτωση σε mm ανά σταθμό

3.1.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y η συνολική βροχόπτωση, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 3.3179x + 2601$

Διαστήματα εμπιστοσύνης διαιρεμένα με το 1000:

-1.2423	-0.0691
-0.7238	0.7738
-0.6379	0.9229
-1.0786	0.4176
-0.8365	0.7364
-0.2250	1.1730
-0.3308	1.1228
-0.5723	-0.0323
-0.5631	0.9747
-0.8243	0.6823
-0.4083	1.0845
-0.9418	0.5981

Το πρώτο και το όγδοο δεν περιέχουν το μηδέν, συνεπώς το τελικό μοντέλο δεν θα περιέχει τον πρώτο και τον όγδοο σταθμό, δηλαδή το Π. Φάληρο και την Πεντέλη.

Δεύτερο και τελικό μοντέλο: $y = 4.8245x + 2468$

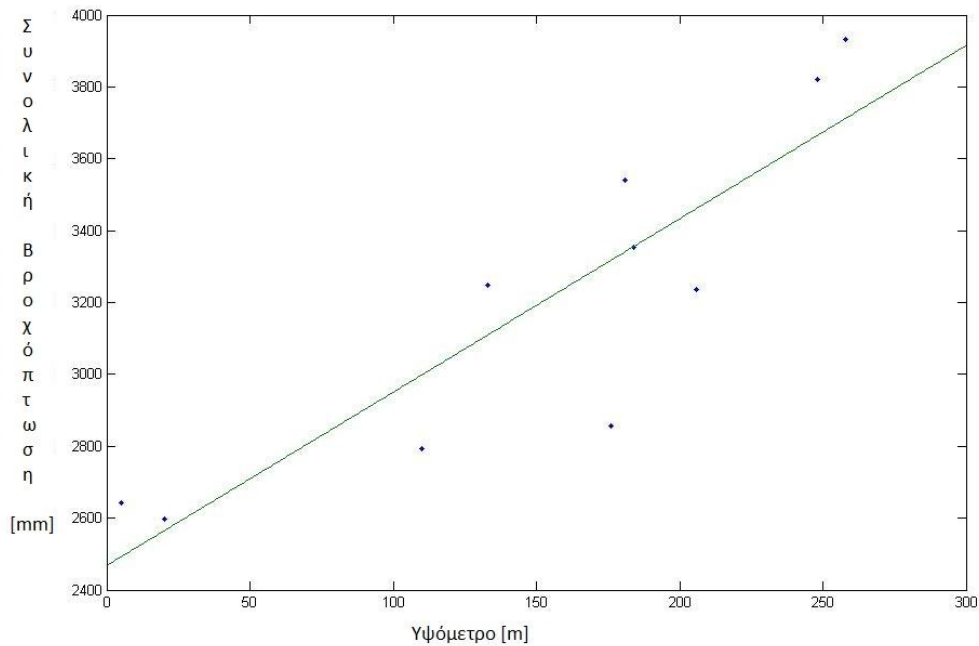
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-279.2737	580.9960
-558.3699	555.7037
-849.9533	-74.7201
-738.1861	284.0398
-251.0018	688.3024
-343.3470	654.7386
-408.0546	685.6924
-440.5116	504.8973
-331.5815	729.0625
-728.2941	319.8611

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.7715

Ένα διάστημα εμπιστοσύνης δεν περιέχει το 0 και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι οριακά πάνω από το 0,75, συνεπώς υπάρχει εξάρτηση της συνολικής βροχόπτωσης από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του τελικού μοντέλου και των δεδομένων.



Σχήμα 1: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική βροχόπτωση και ανεξάρτητη το υψόμετρο

3.1.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y η συνολική βροχόπτωση, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0609x - 252730$

Διαστήματα εμπιστοσύνης διαιρεμένα με το 1000:

-1.5735	0.3541
-0.8153	1.1691
-1.3950	0.7098
-1.5814	0.5194
-0.3577	1.5516
-1.0826	0.9010
-1.1139	0.9481
0.1427	1.7489
-1.0719	1.1792
-1.2889	0.8671
-0.5706	1.5481
-1.4816	0.6933

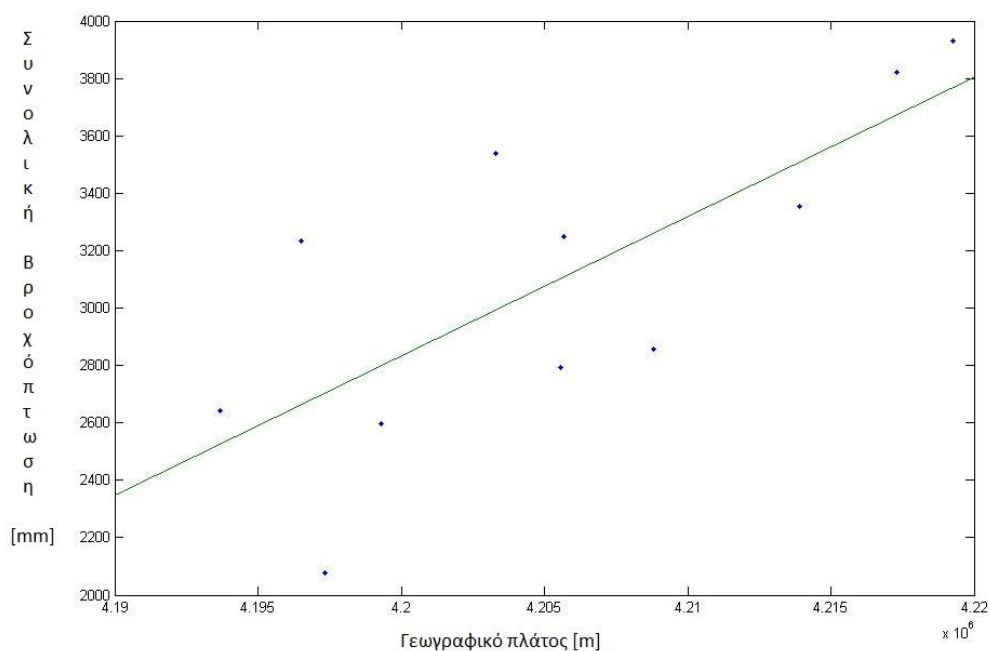
Μόνο το όγδοο, που αντιστοιχεί στον σταθμό Πεντέλη, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το εξής μοντέλο: $y = 0.0485x - 201080$

Διαστήματα εμπιστοσύνης διαιρεμένα με το 1000:

-1.3282	0.0796
-0.6866	0.9214
-1.0048	0.6983
-1.2465	0.4374
-0.1475	1.2919
-0.5957	0.9242
-0.6532	0.9495
-0.7608	1.0437
-1.0694	0.6667
-0.2456	1.3407
-1.1830	0.5679

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.5511

Δεν υπάρχει κανένα διάστημα εμπιστοσύνης που να μην περιέχει το μηδέν ενώ ο συντελεστής προσδιορισμού είναι λίγο πάνω από το 0,5. Συνεπώς, υπάρχει εξάρτηση της συνολικής βροχόπτωσης από το γεωγραφικό πλάτος. Ακολουθεί γραφική παράσταση του τελικού μοντέλου και των δεδομένων.



Σχήμα 2: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική βροχόπτωση και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

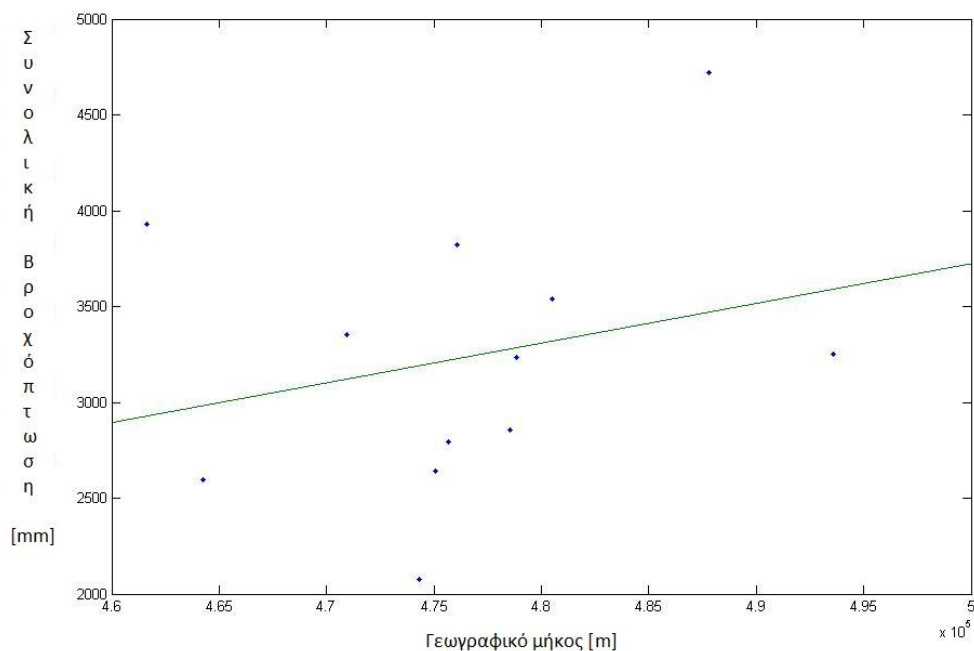
3.1.3: Γεωγραφικό μήκος

Εξαρτημένη μεταβλητή y η συνολική βροχόπτωση, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0207x - 6639$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.066

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι σχεδόν μηδενικός, συνεπώς το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς περαιτέρω διερεύνηση, δηλαδή η συνολική βροχόπτωση δεν εξαρτάται από το γεωγραφικό μήκος. Στη γραφική παράσταση του παραπάνω μοντέλου και των δεδομένων είναι εμφανές ότι υπάρχει μεγαλύτερη απόκλιση των σημείων από την ευθεία αλλά και ότι η ευθεία έχει μικρότερη κλίση σε σχέση με τις προηγούμενες περιπτώσεις.



Σχήμα 3: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική βροχόπτωση και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

3.2: Μέρες βροχής

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 4: Μέρες βροχής ανά σταθμό

3.2.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.3515x + 487$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-199.4318 101.2997
-154.7536 149.2262
-176.9607 141.5978
-89.6164 215.8775
-222.1330 79.3043
-141.0007 175.6164
-150.1481 167.7938
-96.3499 39.8565
-140.2659 176.7556
-169.7553 135.6830
70.8119 267.9342
-234.0196 52.6781

Το ενδέκατο διάστημα εμπιστοσύνης, που αντιστοιχεί στο σταθμό Ζωγράφου, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.3561x + 470$

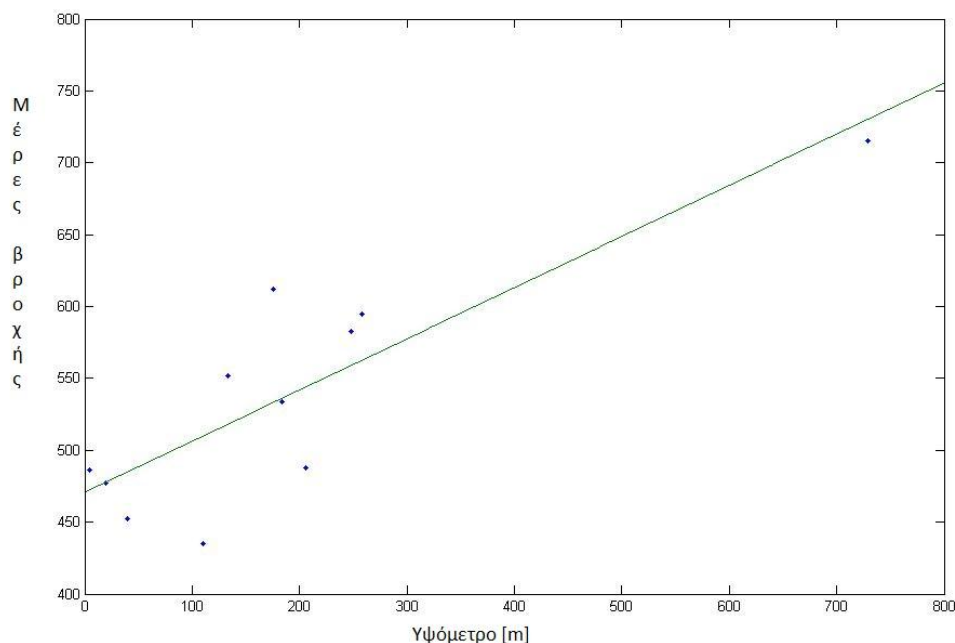
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-131.7702 65.8317
-86.3610 113.3498
-107.9348 103.4382
-6.3412 163.5423
-151.7719 39.6068
-69.4150 134.2149
-79.5220 127.4441
-60.3155 29.6650
-67.7310 135.5571
-102.1130 100.4187
-160.7933 11.0002

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.7223

Όλα τα διαστήματα εμπιστοσύνης περιέχουν το μηδέν, άρα αυτό θα είναι το τελικό μοντέλο, ενώ ο συντελεστής προσδιορισμού είναι οριακά κάτω από το 0.75, συνεπώς υπάρχει εξάρτηση των ημερών βροχόπτωσης από το υψόμετρο.

Γραφική παράσταση μοντέλου και δεδομένων:



Σχήμα 4: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες βροχής και ανεξάρτητη το υψόμετρο

3.2.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0058x - 23981$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-225.1440 125.7389
 -162.8845 174.0364
 -240.3151 111.4862
 -142.7031 229.5416
 -185.9776 168.2062
 -199.9712 130.7960
 -207.0870 136.7501
 -50.8050 269.6060
 -187.8953 191.3315
 -217.5840 145.2628
 53.2077 313.7639
 -284.0712 54.7105

Το ενδέκατο διάστημα εμπιστοσύνης, που αντιστοιχεί στο σταθμό Ζωγράφου, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0066x - 27107$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-156.7057 104.3386
-89.3509 152.9324
-181.6742 75.3784
-73.5904 190.5212
-114.7590 145.2462
-149.7598 95.2190
-153.8906 101.0815
26.8548 212.6588
-120.5590 158.7242
-149.0492 120.8628
-214.1966 19.7173

Το όγδοο διάστημα εμπιστοσύνης, που αντιστοιχεί στο σταθμό Πεντέλη, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το τελικό μοντέλο: $y = 0.005x - 20670$

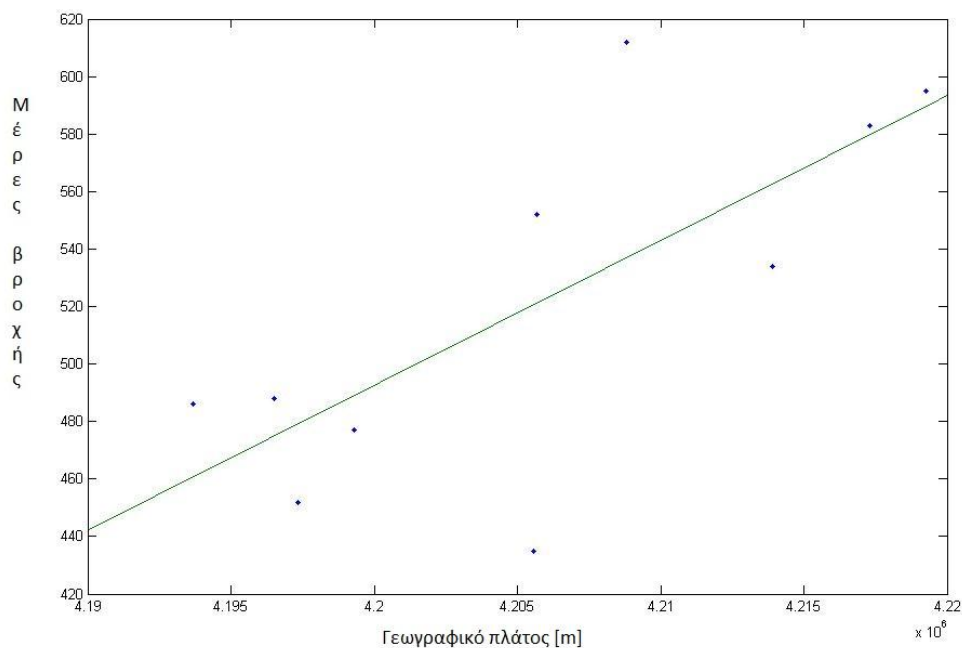
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-124.5620 70.3939
-65.8301 116.4243
-126.0828 68.8282
-7.3756 157.6639
-85.3187 111.4726
-84.6877 95.5761
-91.4217 98.0387
-71.6708 133.5736
-114.1867 90.2229
-161.0375 -10.0205

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.5313

Έχουμε ένα διάστημα εμπιστοσύνης που δεν περιέχει το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι λίγο πάνω από το 0,5, άρα υπάρχει εξάρτηση των ημερών υετού από το γεωγραφικό πλάτος.

Γραφική παράσταση μοντέλου και δεδομένων:



Σχήμα 5: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

3.2.3: Γεωγραφικό μήκος

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0038x - 12645$

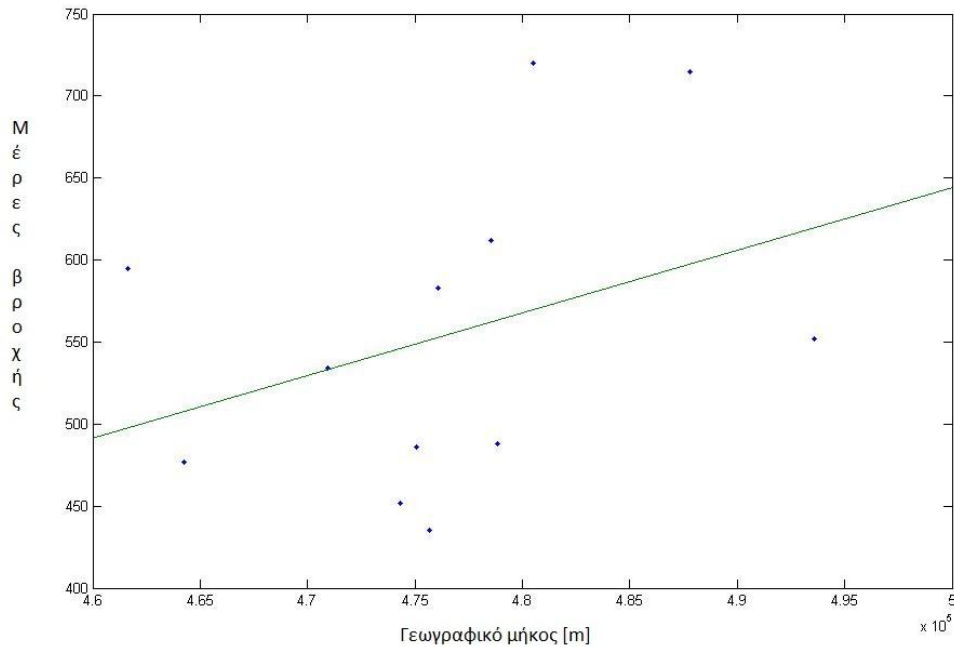
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-290.8384 102.8720
-266.7725 141.1133
-204.6418 206.2261
-155.7643 255.3574
-276.3218 125.8236
-64.8254 259.8097
-177.9590 238.5183
-52.8693 287.8556
-225.3857 90.3190
-217.6592 156.6733
-24.1332 324.9958
-306.9752 74.5816

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.1257

Όλα τα διαστήματα εμπιστοσύνης περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι αρκετά κοντά στο μηδέν, οπότε το μοντέλο απορρίπτεται. Άρα δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών βροχής από το γεωγραφικό μήκος.

Ακολουθεί η γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων.



Σχήμα 6: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

3.3: Μέρη ≥ 2 mm

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 5: Μέρη ≥ 2 mm ανά σταθμό

3.3.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 2 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.1656x + 249$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-64.9781	21.7535
-43.2188	47.5830
-48.2166	47.3125
-58.1613	35.9061
-46.8431	48.6547
1.8598	76.7341
-13.4602	71.3652
-34.8389	-2.5190
-41.3475	53.3299
-49.0355	42.4331
-37.1316	57.2209
-73.0500	8.6479

Το έκτο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Μάνδρα, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το εξής μοντέλο: $y = 0.1582x + 247$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-55.1934	16.9735
-33.9245	42.7758
-37.2084	43.4384
-47.5533	32.3139
-35.5684	44.8394
2.7036	63.2819
-24.7885	2.6242
-30.3906	48.7530
-39.7605	37.8670
-25.3205	52.4995
-61.7654	3.4032

Και πάλι το έκτο, που αυτή τη φορά αντιστοιχεί στο σταθμό Μενίδι, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το τελικό μοντέλο: $y = 0.1522x + 245$

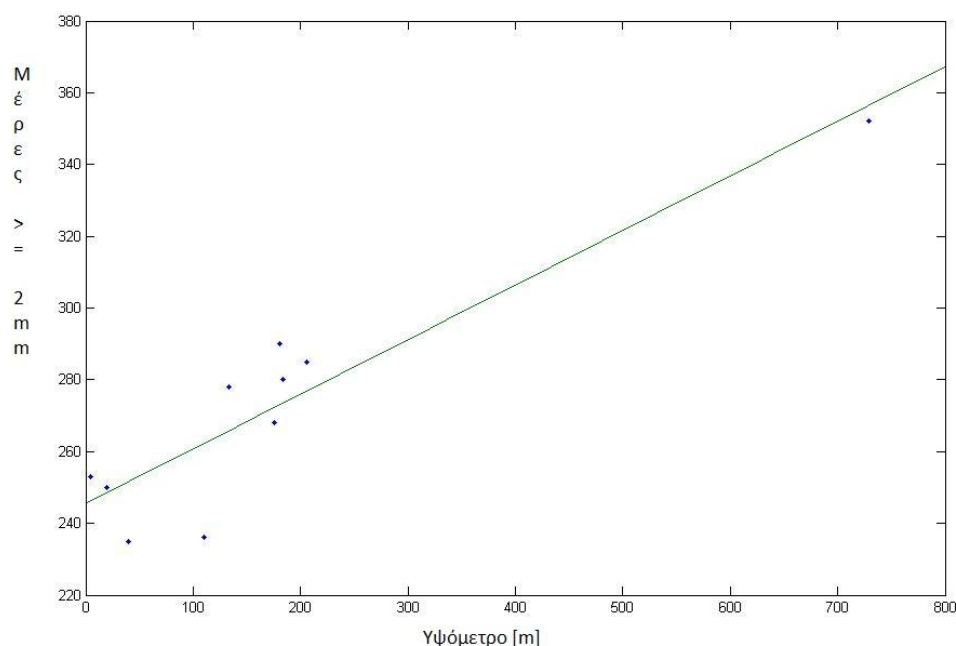
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-45.2792	12.0070
-24.3303	37.7118
-26.0991	38.9945
-37.1476	28.4781
-24.1301	40.3289
-15.5048	6.5067
-18.9550	43.3744
-30.3801	33.1958
-12.6571	46.4657
-49.7675	-2.8121

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.8482

Ένα διάστημα εμπιστοσύνης δεν περιέχει το μηδέν, όμως ο συντελεστής προσδιορισμού είναι υψηλός, αρκετά πάνω από το 0.75, οπότε, υπάρχει μεγάλη εξάρτηση των ημερών ≥ 2 mm από το υψόμετρο.

Γραφική παράσταση δεδομένων-μοντέλου:



Σχήμα 7: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 2 mm και ανεξάρτητη το υψόμετρο

3.3.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 2 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0032x - 13113$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

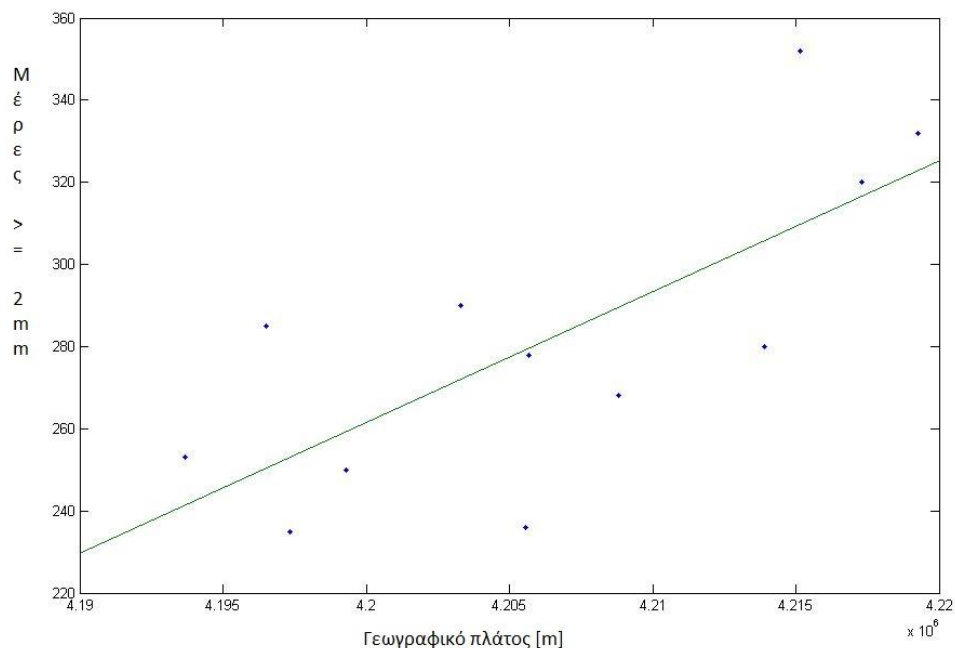
-72.3952 36.4211
-40.3154 63.5745
-79.4334 27.8633
-78.3254 35.3296
-14.3952 83.6804
-42.6560 61.0491
-50.8490 57.7103
-4.2297 88.8145
-60.7511 57.7351
-66.1407 47.6560
-39.3676 75.3840
-92.9977 6.6385

Δεν υπάρχουν διαστήματα που να μην περιέχουν το μηδέν, οπότε το παραπάνω είναι το τελικό μοντέλο.

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.5465

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι λίγο πάνω από το 0.5, οπότε υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 2 mm από το γεωγραφικό πλάτος.

Γραφική παράσταση μοντέλου και δεδομένων:



Σχήμα 8: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 2 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

3.3.3: Γεωγραφικό μήκος

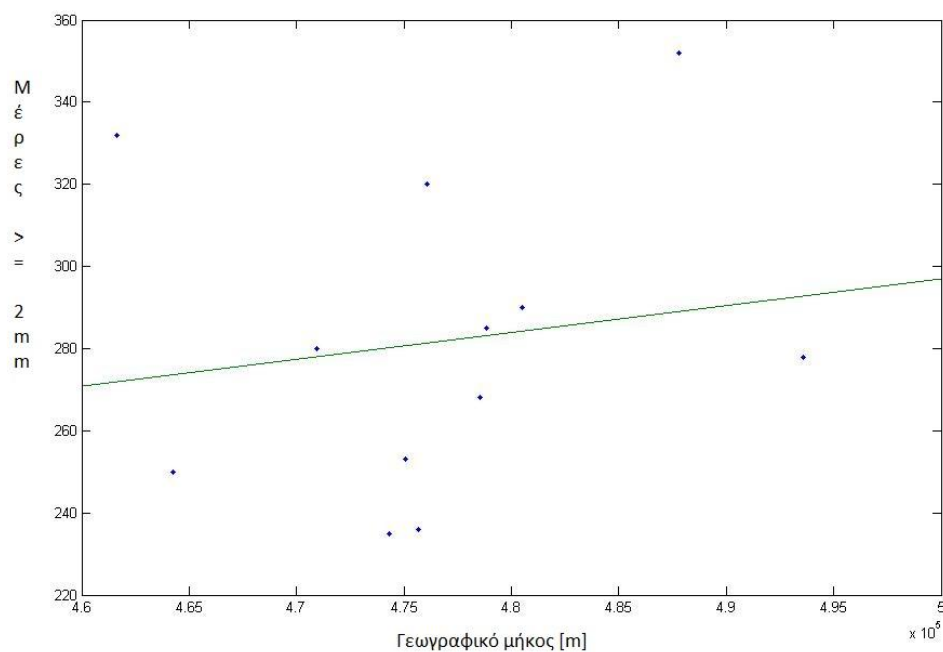
Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 2 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0007x - 29.5667$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.0238

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι σχεδόν μηδέν, οπότε απορρίπτεται το μοντέλο χωρίς άλλη διερεύνηση και προκύπτει ότι δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 2 mm από το γεωγραφικό μήκος.

Γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 9: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 2 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

3.4: Μέρες ≥ 20 mm

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 6: Μέρες ≥ 20 mm ανά σταθμό

3.4.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 20 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.048x + 31.0126$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-25.4701	-10.3925
-12.1483	17.6435
-13.5653	17.8875
-19.9091	10.9989
-13.6207	17.8323
-16.0961	15.3189
-8.9821	21.1643
-10.3802	2.4160
-13.0086	18.2237
-15.1294	15.1856
-6.2488	22.8588
-12.8248	18.2465

Το πρώτο διάστημα, που αντιστοιχεί στο σταθμό Παλαιό Φάληρο, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.04x + 34.2759$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

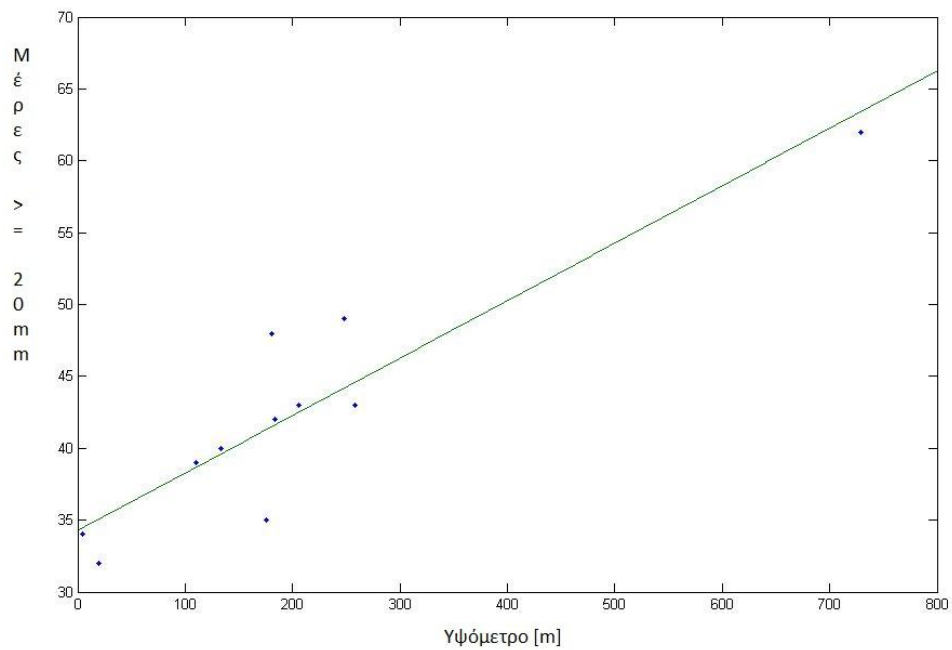
-8.3077	7.3560
-7.9743	8.7082
-12.9529	0.3266
-7.8552	8.8298
-9.8099	6.6261
-2.5793	12.1952
-4.7924	1.9432
-7.8752	8.6876
-10.6007	4.4496
-0.0490	13.0228
-7.9099	8.5615

Όλα περιέχουν το μηδέν.

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.8312

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι αρκετά πάνω από το 0.75, άρα υπάρχει μεγάλη εξάρτηση των ημερών ≥ 20 mm από το υψόμετρο.

Γραφική παράσταση μοντέλου και δεδομένων:



Σχήμα 10: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 20 mm και ανεξάρτητη το υψόμετρο

3.4.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 20 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0008x - 3211$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-33.2922	-3.1554
-15.2529	22.4460
-24.4170	16.3319
-27.7694	13.5929
-8.0518	28.8811
-25.3166	10.9677
-19.3049	19.9831
-1.9553	31.9655
-21.0836	21.7580
-23.3621	17.8770
-9.7554	30.0795
-21.9989	20.8328

Το πρώτο διάστημα, που αντιστοιχεί στο σταθμό Παλαιό Φάληρο, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0005x - 2192$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-15.8871	13.2603
-20.2341	12.1185
-24.0426	7.3605
-8.5976	20.9727
-20.2465	8.4536
-14.5521	16.8389
4.5755	26.0004
-18.6902	15.3406
-21.7923	9.2034
-8.2048	23.3627
-19.5549	14.3149

Το έβδομο διάστημα, που αντιστοιχεί στο σταθμό Πεντέλη, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το τελικό μοντέλο: $y = 0.0003x - 1343$

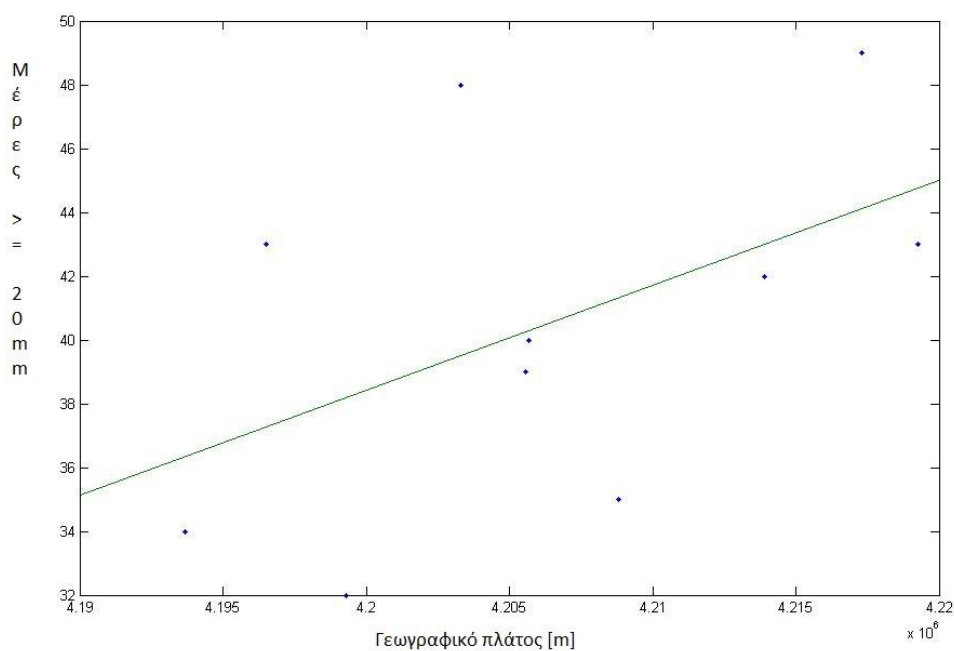
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-12.6024	7.9240
-12.5791	10.5865
-17.1492	4.5230
-4.2823	15.7463
-12.0181	8.5078
-5.1676	14.9459
-12.4890	11.9277
-16.5717	4.1993
-1.1008	18.0931
-13.4076	10.9142

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.2487

Παρά το γεγονός ότι στο προκύπτον μοντέλο όλα τα διαστήματα εμπιστοσύνης περιέχουν το μηδέν, ο συντελεστής προσδιορισμού είναι αρκετά κάτω από το 0.5, οπότε δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 20 mm από το γεωγραφικό πλάτος.

Γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων που απορρίφθηκαν:



Σχήμα 11: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 20 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

3.4.3: Γεωγραφικό μήκος

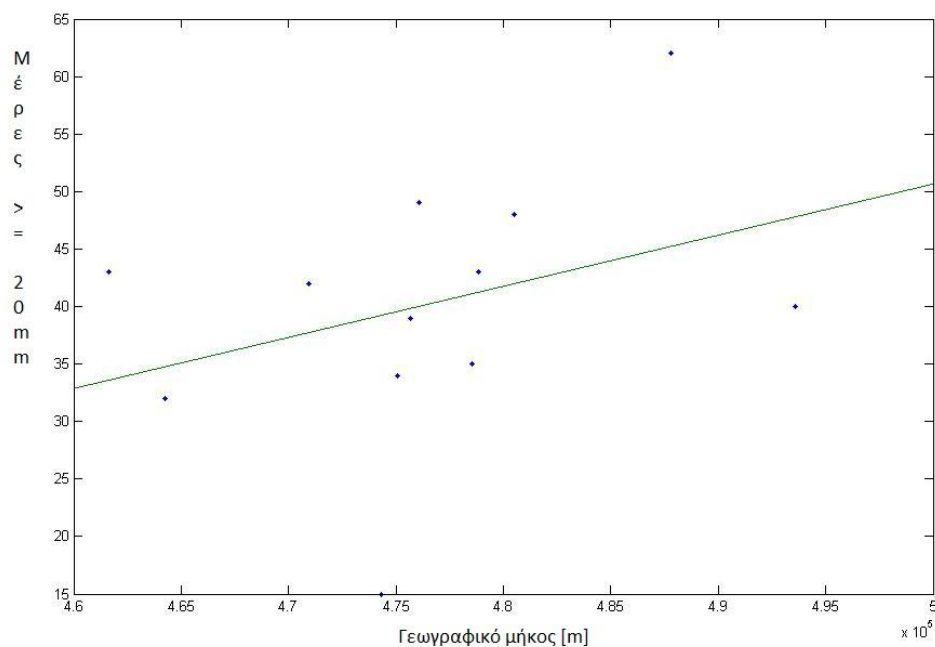
Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 20 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0004x - 171$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.1206

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο μηδέν, οπότε απορρίπτεται το μοντέλο χωρίς περαιτέρω διερεύνηση και άρα δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 20 mm από το γεωγραφικό μήκος.

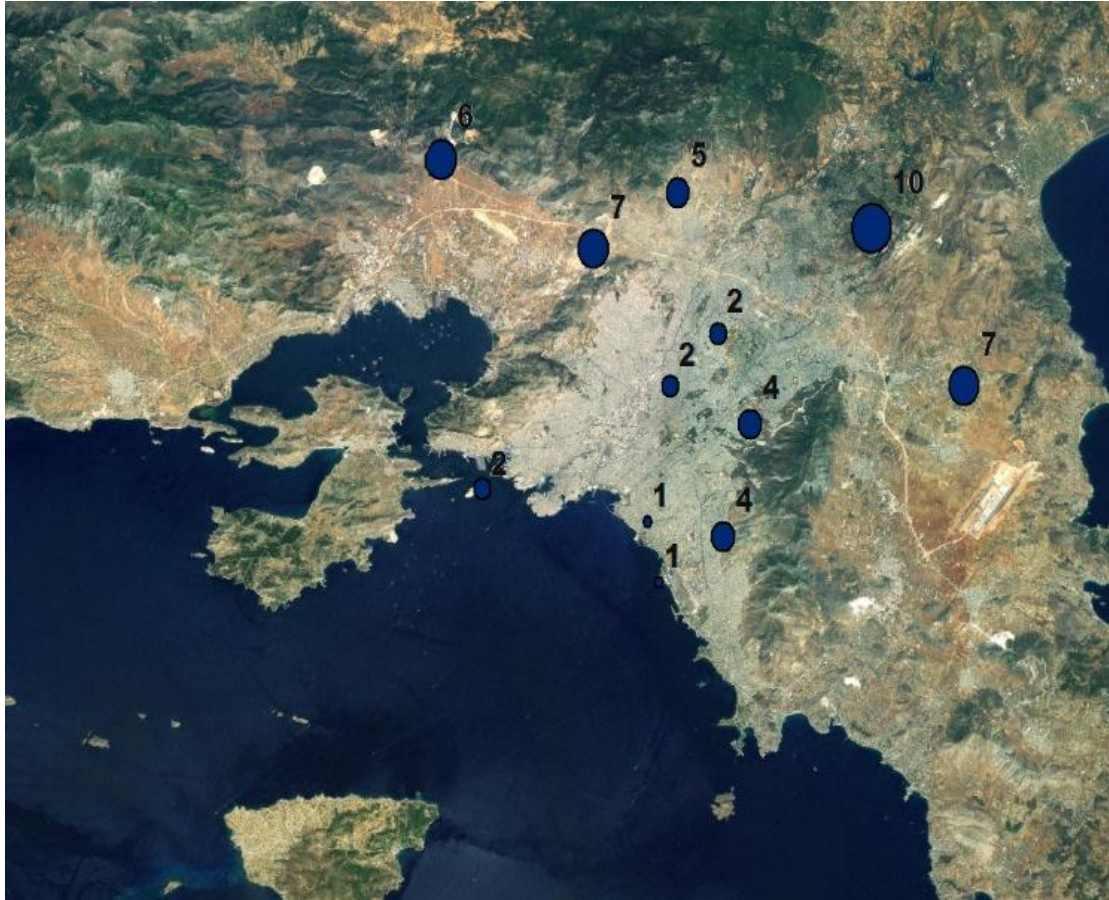
Γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 12: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 20 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

3.5: Μέρες ≥ 50 mm

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 7: Μέρες ≥ 50 mm ανά σταθμό

3.5.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 50 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0121x + 1.9419$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-5.0810	2.2295
-4.6663	2.6615
-0.4880	6.1533
-5.6873	1.5461
-4.3502	3.4834
-2.9064	4.7817
-3.8546	3.9718
-2.4187	0.9006
0.4918	6.4072
-3.9506	3.5829
-4.0606	3.7985
-5.0515	2.5069

Το ένατο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Πικέρμι, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0127x + 1.5191$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-3.9892	1.9389
-3.5646	2.3999
1.2059	5.1001
-4.6082	1.1166
-3.3100	3.0592
-1.7995	4.2330
-2.8194	3.5059
-2.0395	0.5549
-2.8110	3.2667
-2.9910	3.3729
-3.9787	2.1571

Το τρίτο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Άνω Λιόσια, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το τελικό μοντέλο: $y = 0.0128x + 1.1826$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

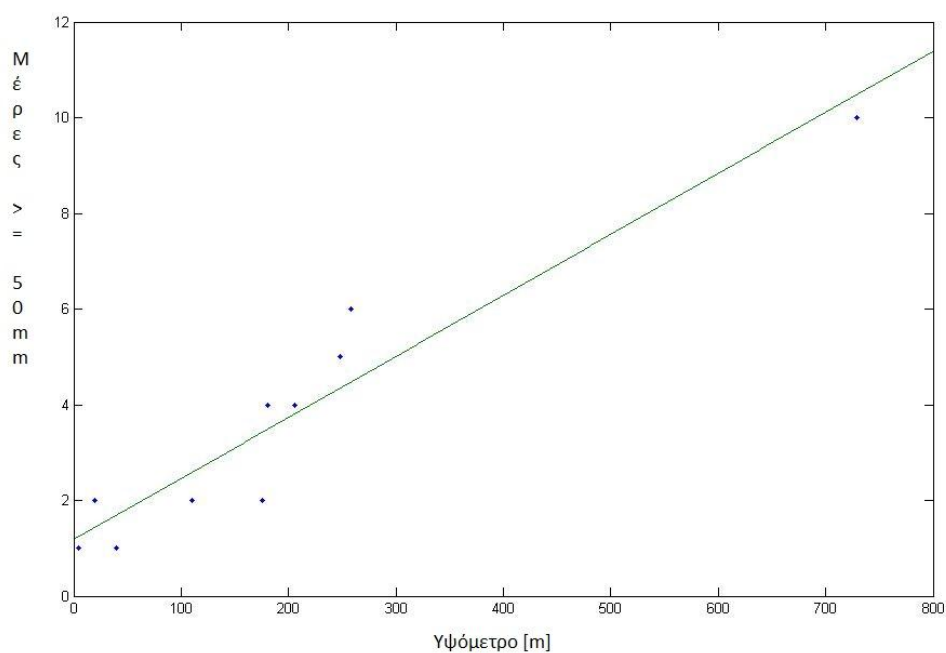
-2.6373	1.2514
-2.2323	1.7395
-3.1323	0.2758
-1.9160	2.2940
-0.1007	3.1517
-1.3724	2.6786
-1.3175	0.3493
-1.3924	2.5168
-1.5560	2.5719
-2.6114	1.4391

Όλα περιέχουν το μηδέν.

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.907

Ο R^2 είναι κοντά στο ένα, άρα υπάρχει μεγάλη εξάρτηση των ημερών ≥ 50 mm από το υψόμετρο.

Γραφική παράσταση μοντέλου-δεδομένων:



Σχήμα 13: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 50 mm και ανεξάρτητη το υψόμετρο

3.5.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 50 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0002x - 943$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-5.7084	3.2562
-4.6925	3.8846
-3.5492	5.6235
-7.1538	1.5335
-2.3203	6.2403
-5.3483	3.0135
-5.9732	2.5209
0.1256	7.3934
-1.4358	7.2296
-5.3213	3.9837
-4.3704	5.2281
-6.6636	2.5039

Το όγδοο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Πεντέλη, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0002x - 738$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-5.0518	2.4834
-4.2671	2.9862
-1.8305	5.4101
-5.9481	1.3329
-1.6989	5.4219
-3.6410	3.3344
-4.4160	2.8004
0.0538	6.4383
-4.5940	3.3322
-3.4029	4.7280
-5.6093	2.1378

Και πάλι το όγδοο, που αντιστοιχεί εδώ στο σταθμό Πικέρμι, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το τελικό μοντέλο: $y = 0.0002x - 735$

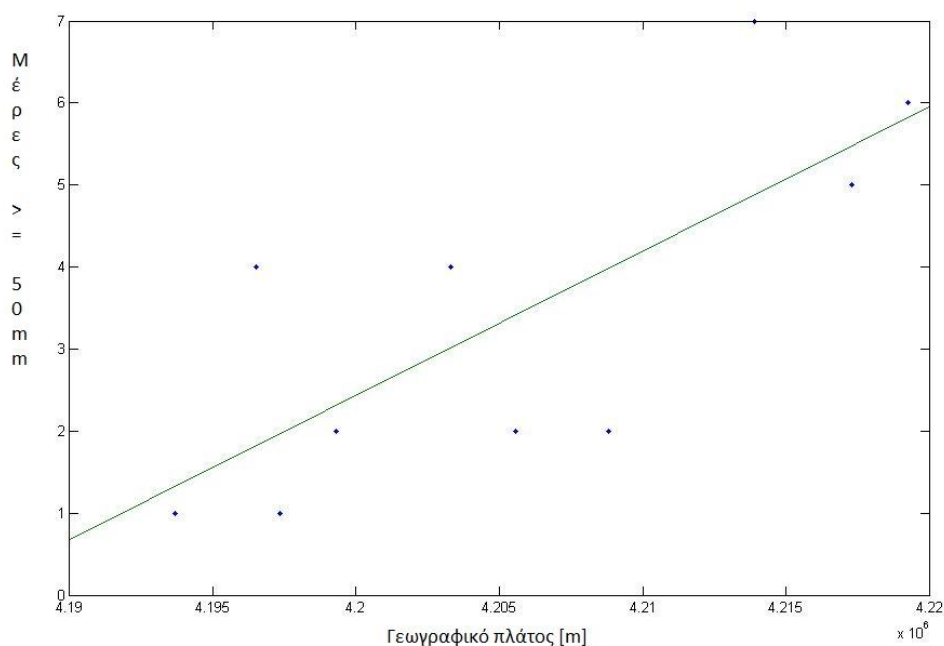
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-4.1398	2.2087
-3.3895	2.7406
-0.5798	4.8209
-4.9480	0.9869
-0.4512	4.8103
-2.7431	3.1058
-3.5251	2.5759
-3.6601	3.0385
-2.3547	4.3258
-4.6467	1.8245

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.5662

Δεν υπάρχει κανένα διάστημα που να μην περιέχει το μηδέν ενώ ο συντελεστής προσδιορισμού είναι λίγο πάνω από το 0.5, συνεπώς υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 50 mm από το γεωγραφικό πλάτος.

Γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 14: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 50 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

3.5.3: Γεωγραφικό μήκος

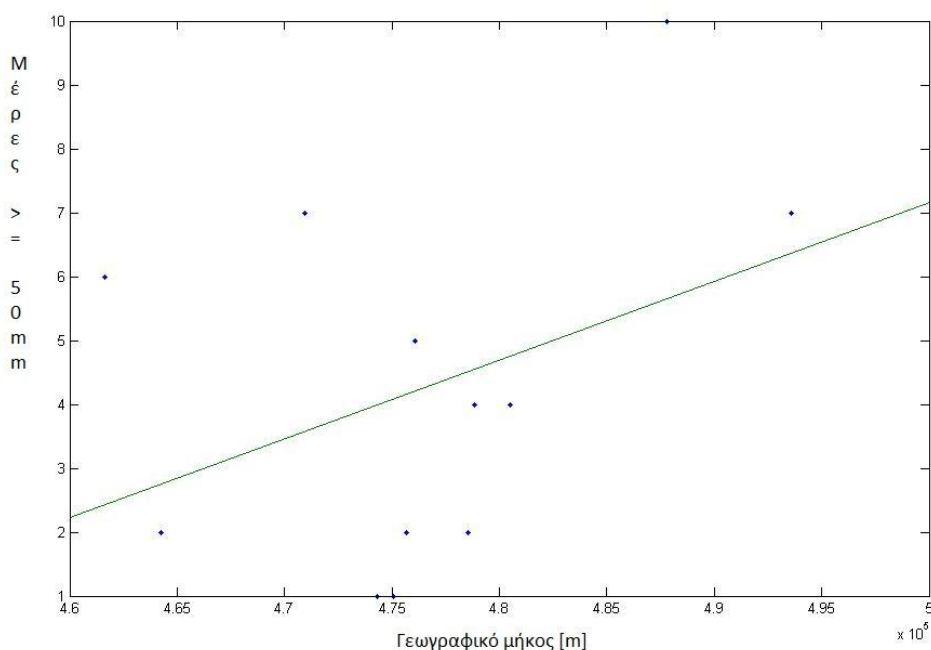
Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 50 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0001x - 54.4554$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.1472

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο μηδέν, συνεπώς απορρίπτεται το μοντέλο χωρίς άλλη διερεύνηση. Άρα δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 50 mm από το γεωγραφικό μήκος.

Ακολουθεί η γραφική παράσταση του μοντέλου που απορρίφθηκε και των δεδομένων.



Σχήμα 15: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 50 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

3.6: Υετός ανά μέρα βροχής

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 8: Υετός σε mm ανά μέρα βροχής ανά σταθμό

3.6.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y ο υετός ανά μέρα βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0021x + 5.4423$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

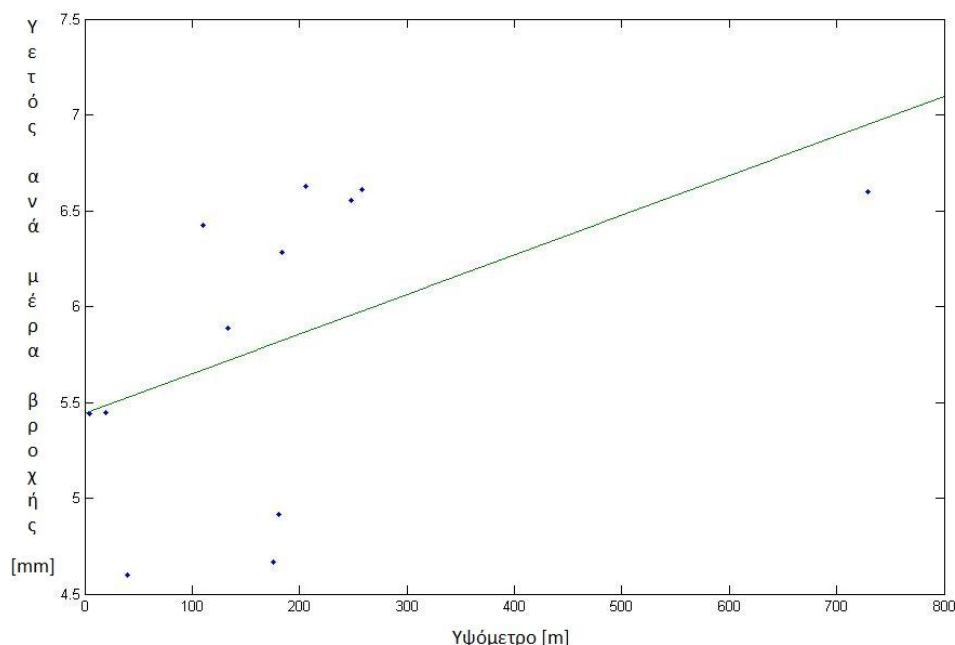
-2.3438	0.4911
-1.5619	1.5340
-1.1323	2.0506
-2.5302	0.2477
-0.7652	2.2866
-0.9161	2.1797
-0.9605	2.1561
-1.0286	0.3257
-1.4474	1.7833
-1.5998	1.5209
-2.3837	0.5842
-0.7576	2.2671

Όλα περιέχουν το μηδέν, συνεπώς το παραπάνω είναι το τελικό μοντέλο.

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.2435

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι αρκετά κάτω από το 0.5 οπότε το μοντέλο απορρίπτεται και δεν υπάρχει εξάρτηση του υετού ανά μέρα βροχής από το υψόμετρο.

Γραφική παράσταση του μοντέλου που απορρίφθηκε και των δεδομένων:



Σχήμα 16: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τον υετό ανά μέρα βροχής και ανεξάρτητη το υψόμετρο

3.6.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y ο υετός ανά μέρα βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.00005x - 190$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-2.2158	0.5759
-1.2344	1.6145
-1.4561	1.6379
-2.5761	0.0006
0.0634	2.4346
-1.2486	1.5839
-1.2652	1.6734
-1.1535	1.8537
-1.5310	1.6883
-1.6230	1.4912
-2.2728	0.7134
-0.9199	2.1655

Το πέμπτο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Ηλιούπολη, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.00006x - 268$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-1.7071	0.6603
-0.5130	1.6213
-1.2315	1.3918
-2.1617	-0.2459
-1.1418	1.2574
-1.1156	1.3767
-0.9522	1.5851
-1.1259	1.5676
-1.0907	1.4791
-1.8520	0.6644
-0.4447	1.9784

Το τέταρτο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Γαλάτσι, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το τελικό μοντέλο: $y = 0.00007x - 280$

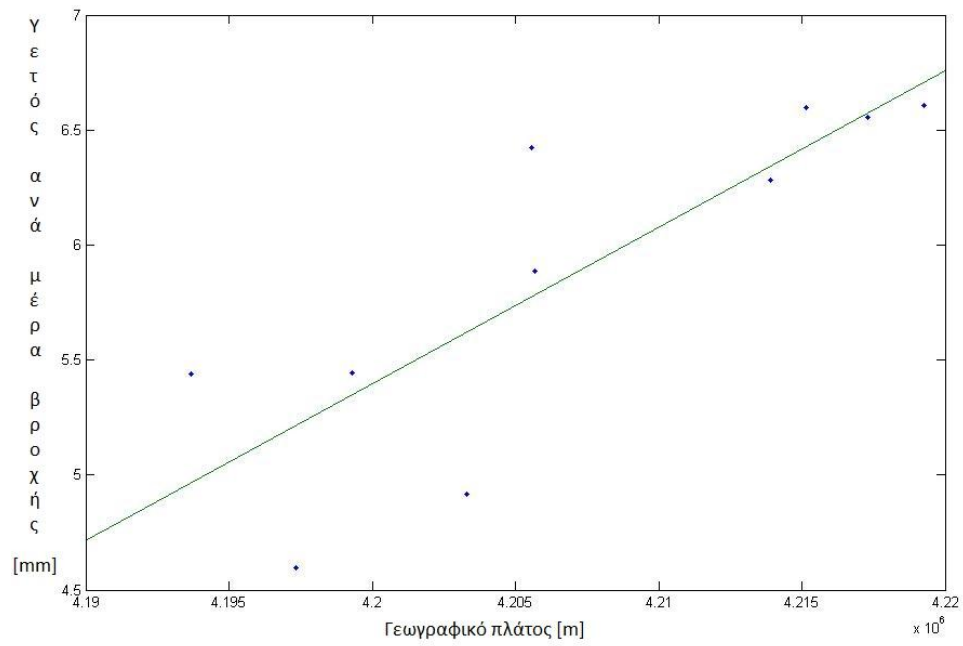
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-1.4136	0.1831
-0.3104	1.2566
-1.0610	0.9402
-1.0072	0.8102
-0.9721	0.9321
-0.8026	1.1472
-0.9306	1.1397
-0.8910	1.0842
-1.5302	0.1238
-0.2196	1.5212

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.6774

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι ανάμεσα στο 0.5 και το 0.75 άρα υπάρχει εξάρτηση του νετού ανά μέρα βροχόπτωσης από το γεωγραφικό πλάτος.

Γραφική παράσταση μοντέλου-δεδομένων:



Σχήμα 17: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τον υετό ανά μέρα βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

3.6.3: Γεωγραφικό μήκος

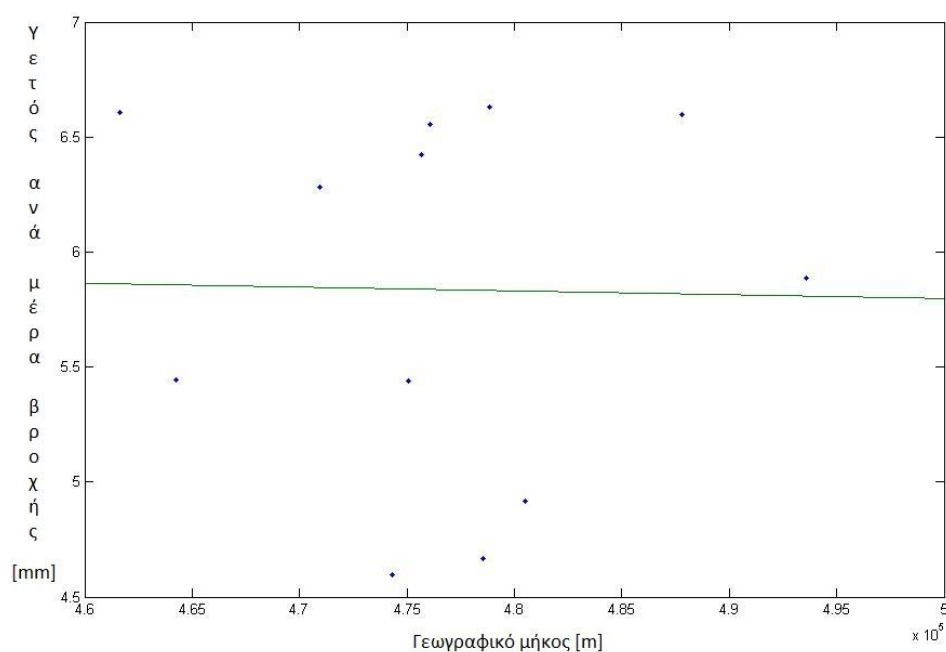
Εξαρτημένη μεταβλητή y ο υετός ανά μέρα βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.000002x - 6.6265$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.0003

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι σχεδόν μηδέν, οπότε απορρίπτεται το μοντέλο. Δεν υπάρχει εξάρτηση του υετού ανά μέρα βροχής από το γεωγραφικό μήκος.

Ακολουθεί η γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 18: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τον υετό ανά μέρα βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

3.7: Συμπεράσματα

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα προηγούμενα συμπεράσματα. Το μαύρο σημαίνει μεγάλη εξάρτηση, το γκρι εξάρτηση και το άσπρο όχι εξάρτηση ενώ, σε κάθε κελί, αναφέρεται ο αντίστοιχος συντελεστής προσδιορισμού R^2 .

	Υψόμετρο	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος
Συνολική βροχόπτωση	0.7715	0.5511	0.066
Μέρες βροχής	0.7223	0.5313	0.1257
Μέρες ≥ 2 mm	0.8482	0.5465	0.0238
Μέρες ≥ 20 mm	0.8312	0.2487	0.1206
Μέρες ≥ 50 mm	0.907	0.5662	0.1472
Υετός ανά μέρα βροχής	0.2435	0.6774	0.0003

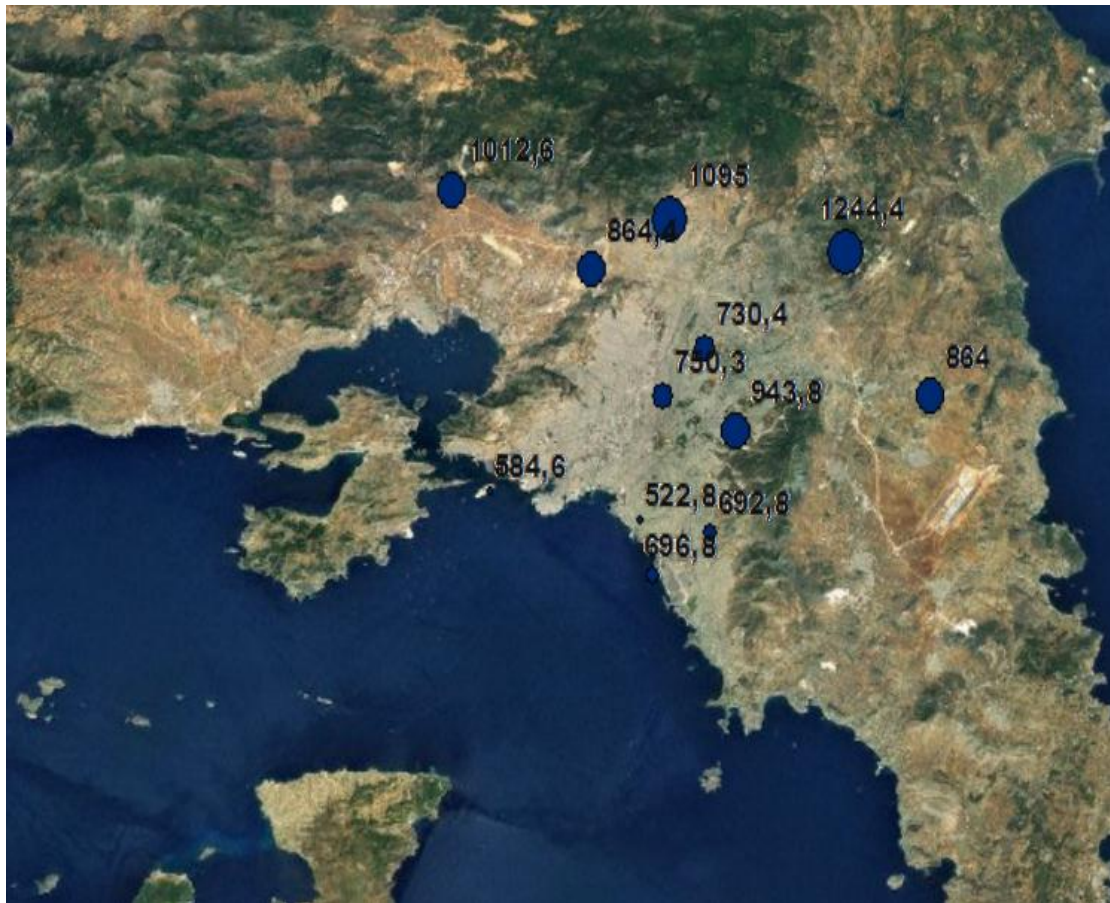
Πίνακας 8: Σύνοψη συμπερασμάτων μελέτης συνολικών δεδομένων

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι η κυρίαρχη παράμετρος από την οποία εξαρτάται τόσο η ποσότητα όσο και η ένταση της βροχόπτωσης είναι το υψόμετρο, με την εξάρτηση μάλιστα να φαίνεται μεγαλύτερη όσο αναφορά την ένταση (μεγαλύτερη εξάρτηση στις μέρες με πολλά mm). Κάποια μικρότερη εξάρτηση φαίνεται να υπάρχει από το γεωγραφικό πλάτος, δηλαδή το πόσο βόρεια-νότια είναι ο σταθμός, ενώ το γεωγραφικό μήκος, δηλαδή πόσο δυτικά-ανατολικά είναι ο σταθμός, προκύπτει ότι δεν παίζει σημαντικό ρόλο. Αξιοσημείωτη είναι η έλλειψη σημαντικής εξάρτησης του υετού ανά μέρα βροχής και από τις τρεις παραμέτρους κάτι που σημαίνει ότι οι μεταβολές της συνολικής βροχόπτωσης εξισορροπούνται από τις μεταβολές των ημερών βροχής. Τέλος, ένα άλλο παράπλευρο συμπέρασμα προκύπτει από το γεγονός ότι ο σταθμός της Πεντέλης εξαιρέθηκε πέντε φορές πριν καταλήξουμε σε τελικό μοντέλο, σχεδόν διπλάσιες από τον δεύτερο (Π. Φάληρο με τρεις), κάτι που σημαίνει ότι είτε υπάρχουν ιδιαίτεροι τοπικοί παράγοντες είτε κάποια απόκλιση στο βροχόμετρο του σταθμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΛΕΤΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΝΟΙΞΗΣ-ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΟΥ

4.1: Συνολική Βροχόπτωση

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 9: Συνολική βροχόπτωση σε mm ανά σταθμό

4.1.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y η συνολική βροχόπτωση, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.928x + 656$

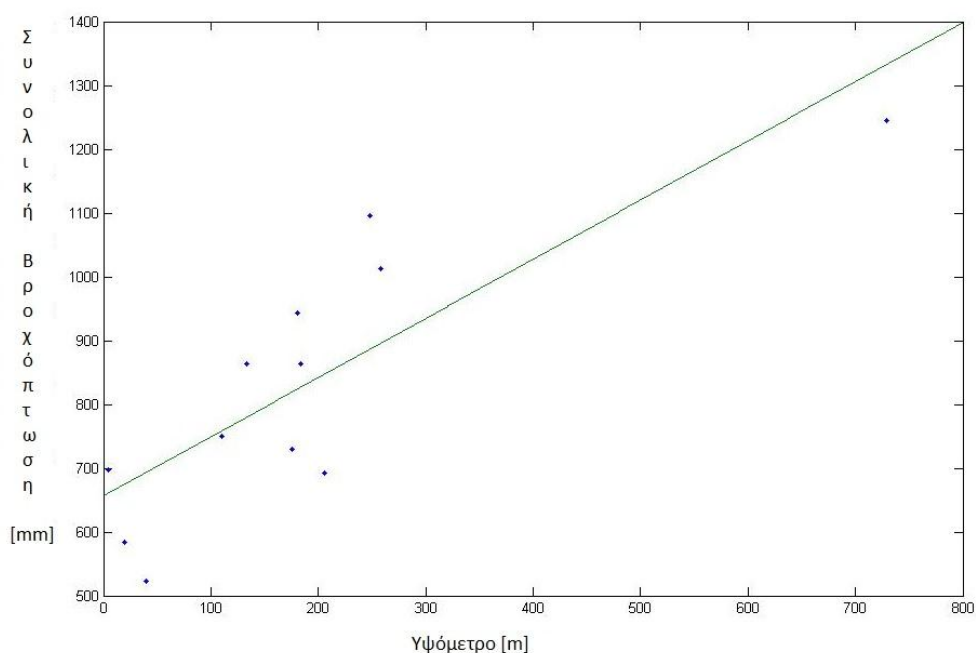
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-413.4235 71.9939
-231.9459 303.4779
-244.2537 318.7534
-364.2256 185.5737
-413.1389 103.6055
-150.6169 384.1691
-26.7592 443.6718
-196.1535 19.1078
-190.3583 358.7163
-353.1399 172.4311
-149.1364 388.0042
-288.4205 272.0675

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.6821

Τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι μεταξύ 0.5 και 0.75 άρα υπάρχει εξάρτηση της συνολικής βροχόπτωσης από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 19: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική βροχόπτωση και ανεξάρτητη το υψόμετρο

4.1.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y η συνολική βροχόπτωση, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0192x - 81443$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-403.6213 133.5423
-146.3992 367.0295
-395.8294 160.3288
-431.9747 128.5608
-229.7226 331.9492
-336.0100 187.8390
-229.3054 322.5199
11.8168 464.4946
-258.2612 344.7732
-392.9743 169.6493
-104.8143 443.2625
-367.3319 230.4785

Το όγδοο διάστημα, που αντιστοιχεί στο σταθμό Πεντέλη, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0165x - 68436$

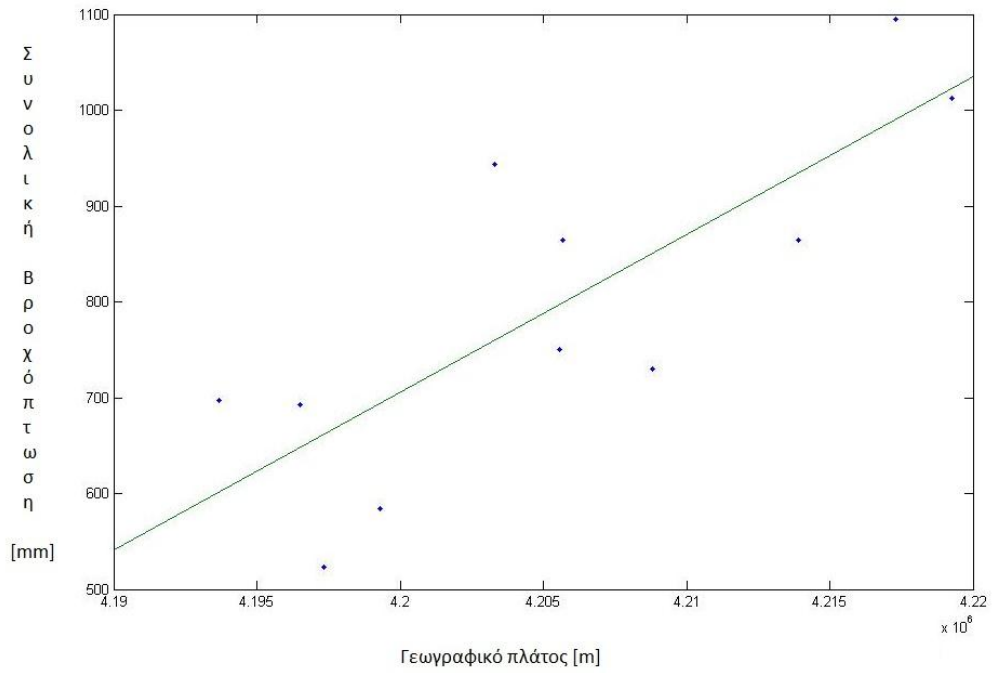
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-355.1737 77.7298
-119.6792 310.3421
-305.9815 165.8466
-355.3218 115.5833
-192.8016 282.5467
-227.0696 207.3775
-107.5902 317.1538
-185.5191 316.2689
-342.2451 123.7264
-24.6411 392.7026
-300.1879 206.9332

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.6399

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι μεταξύ του 0.5 και 0.75 άρα υπάρχει εξάρτηση της συνολικής βροχόπτωσης από το γεωγραφικό πλάτος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 20: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική βροχόπτωση και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

4.1.3: Γεωγραφικό μήκος

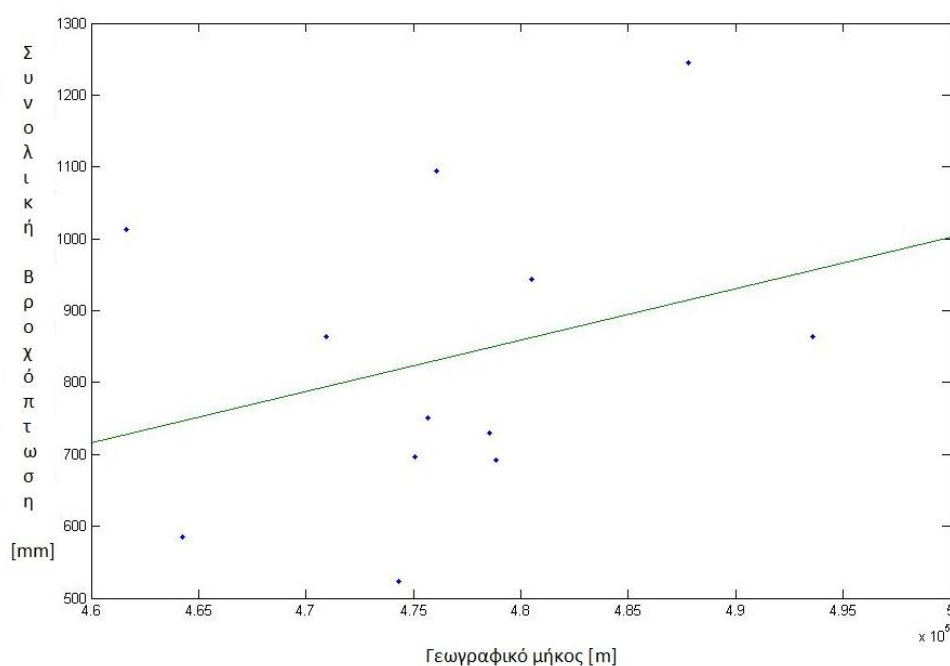
Εξαρτημένη μεταβλητή y η συνολική βροχόπτωση, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0071x - 2573$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.0879

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο μηδέν οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς περαιτέρω έρευνα και δεν υπάρχει εξάρτηση της συνολικής βροχόπτωσης από το γεωγραφικό μήκος.

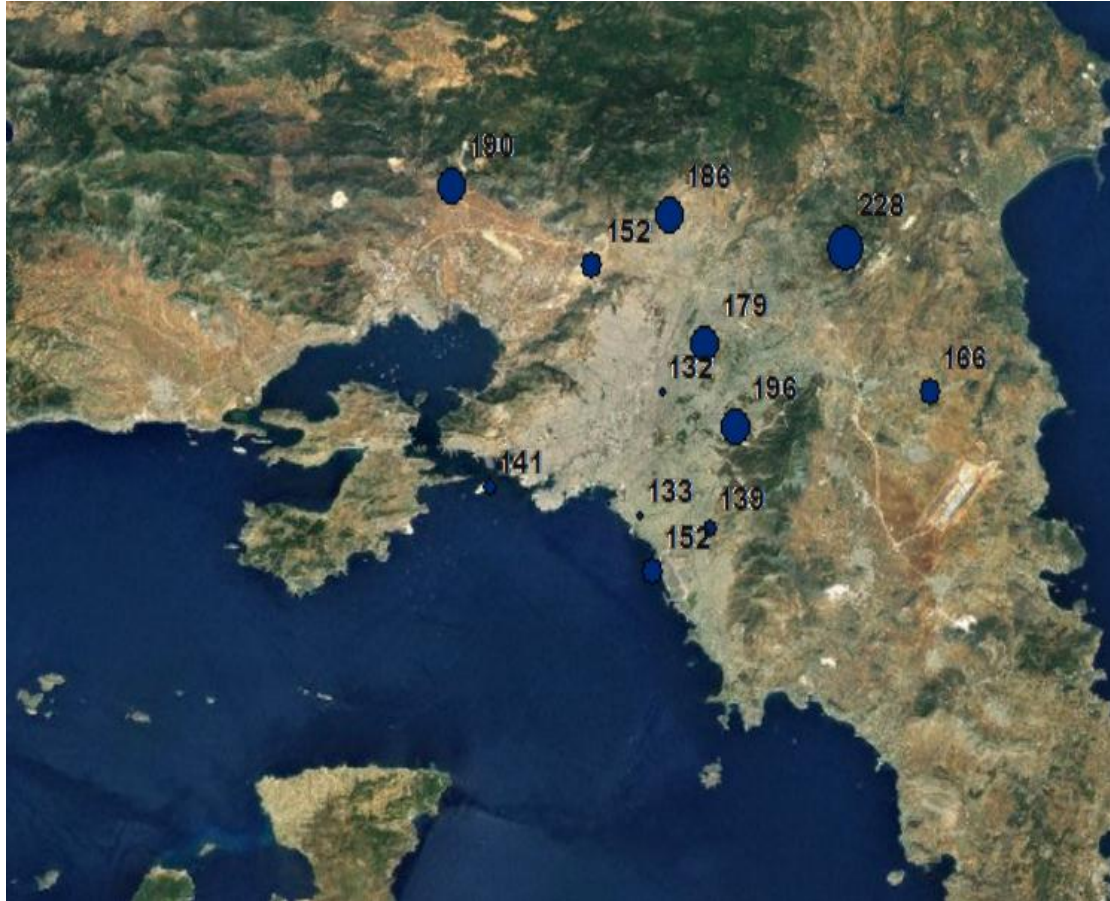
Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 21: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική βροχόπτωση και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

4.2: Μέρες βροχής

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 10: Μέρες βροχής ανά σταθμό

4.2.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.1266x + 142$

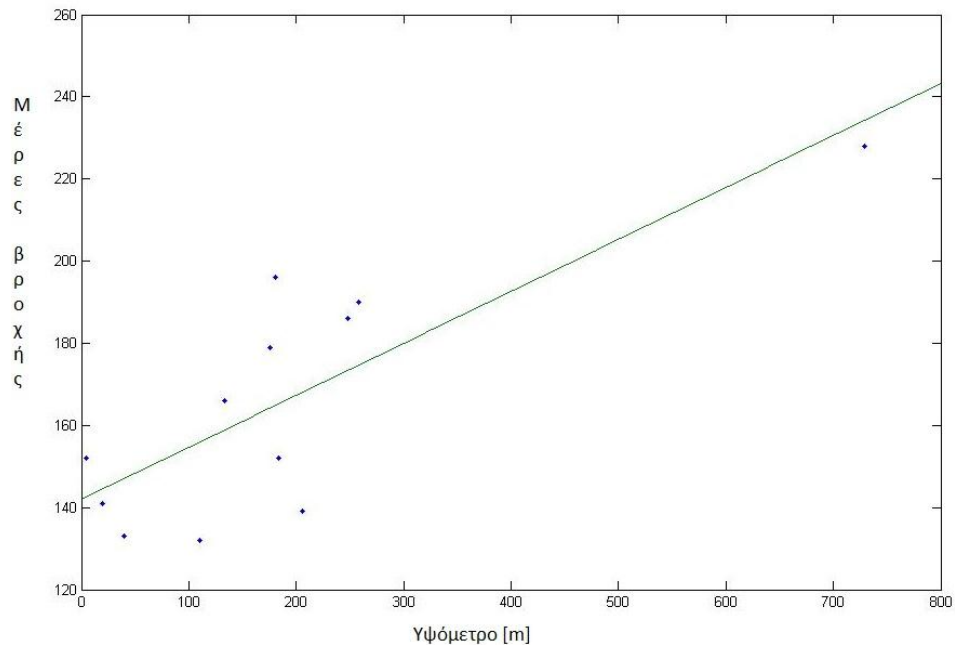
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-53.7963	25.6497
-30.3943	49.1087
-54.5649	27.9616
-26.2769	55.6990
-65.5921	7.4190
-25.2691	55.9310
-28.5939	53.7876
-24.6236	12.0417
-34.7456	49.0540
-44.1397	37.0565
-4.5200	66.6762
-62.0387	14.1701

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.6396

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι μεταξύ του 0.5 και 0.75 άρα υπάρχει εξάρτηση των ημερών βροχόπτωσης από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 22: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες βροχής και ανεξάρτητη το υψόμετρο

4.2.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0022x - 9270$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-62.9452	36.9032
-32.4625	60.7879
-77.4323	14.9995
-46.0493	60.5645
-55.2873	44.9504
-52.5203	42.1090
-54.0071	44.3795
1.7455	82.2949
-52.4797	55.0704
-60.9745	42.1190
-9.4647	82.6455
-80.5402	15.5937

Το όγδοο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Πεντέλη, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0017x - 6975$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-55.5472	28.2058
-28.0150	51.0530
-61.9058	16.2993
-31.1736	56.9237
-48.7457	36.2066
-32.2374	44.4950
-34.9402	45.8412
-40.2153	50.6113
-52.6918	34.6842
6.3158	72.0900
-68.0668	10.8129

Το δέκατο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Ζωγράφου, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το τελικό μοντέλο: $y = 0.0018x - 7524$

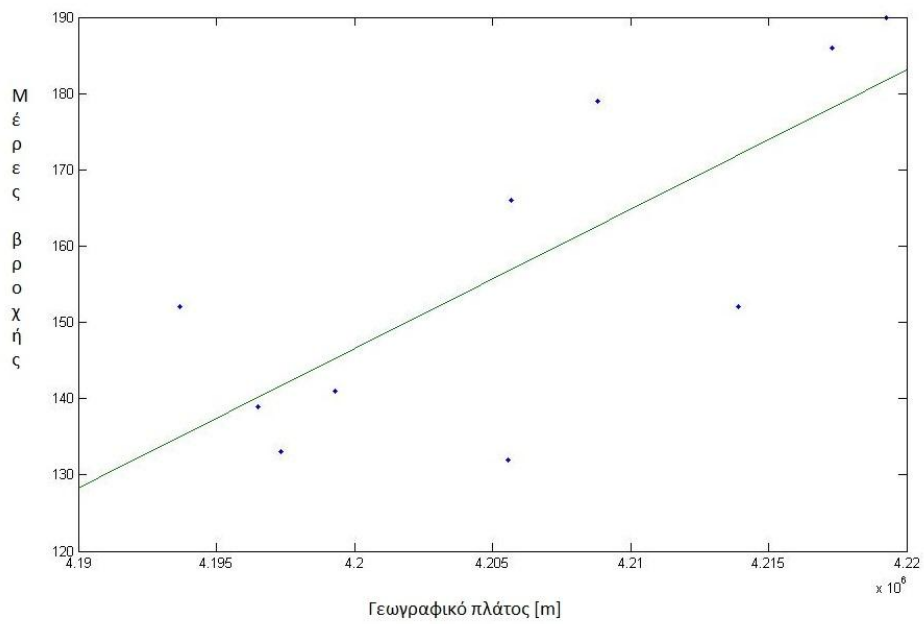
Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.5669

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-41.6377	24.3130
-10.9372	44.9371
-49.0836	9.1976
-16.1353	48.9311
-34.5488	32.2404
-21.2747	37.8679
-23.3493	39.0933
-25.7667	44.0214
-38.7035	30.2037
-53.2842	3.9156

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι λίγο πάνω από το 0.5, συνεπώς υπάρχει εξάρτηση των ημερών βροχόπτωσης από το γεωγραφικό πλάτος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 23: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

4.2.3: Γεωγραφικό μήκος

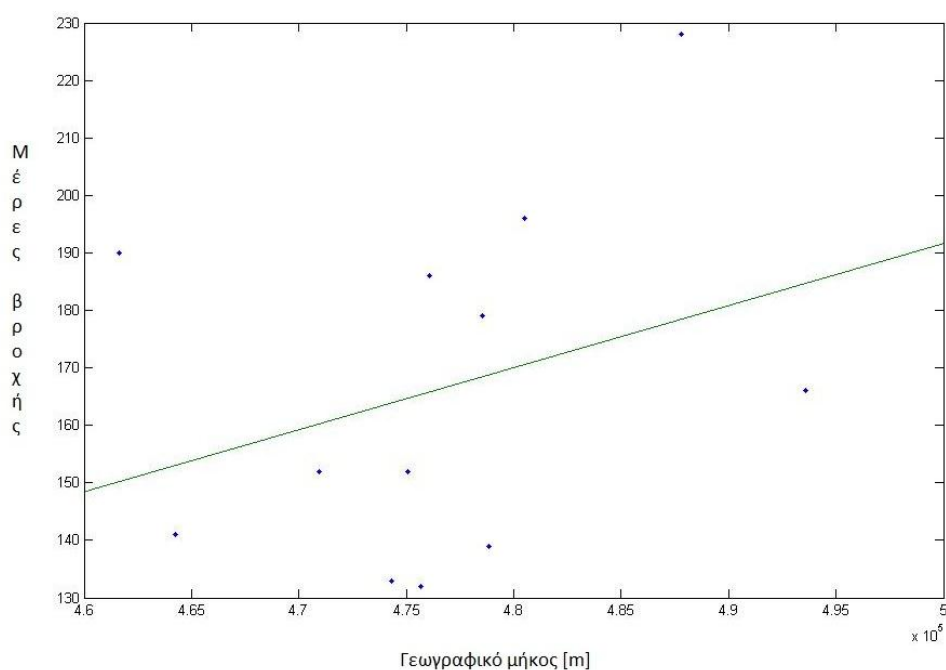
Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0011x - 348$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.1009

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο μηδέν οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς περαιτέρω έρευνα και δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών βροχόπτωσης από το γεωγραφικό μήκος.

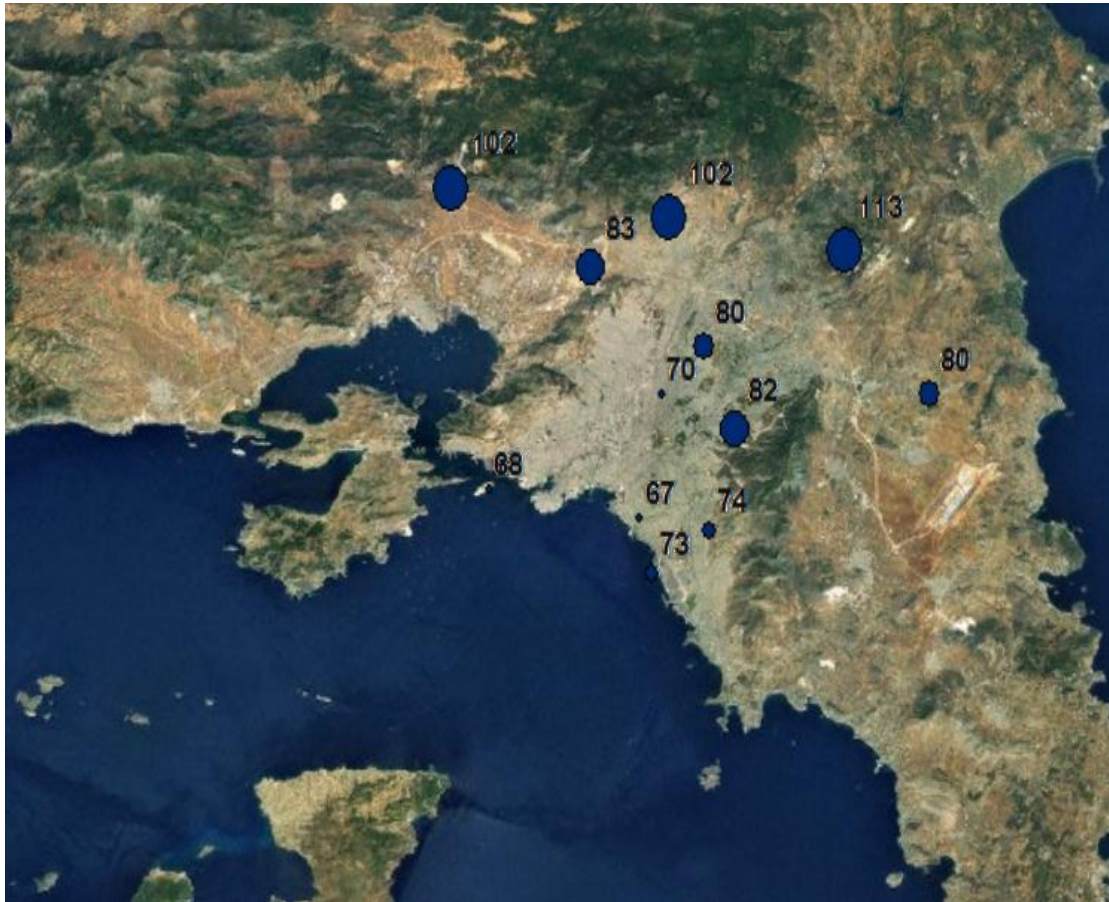
Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 24: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

4.3: Μέρες ≥ 2 mm

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 11: Μέρες ≥ 2 mm ανά σταθμό

4.3.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 2 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0672x + 70.0172$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-23.3230	11.9159
-15.0476	20.3417
-18.0876	19.3388
-20.5018	16.8275
-27.0764	7.3726
-0.4302	29.7418
0.5733	30.0816
-13.0446	1.0926
-17.5663	19.6677
-21.1346	14.4139
-18.8902	18.5443
-25.1209	10.3116

Το έβδομο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Μενίδι, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0647x + 69.0779$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-19.6202	10.2874
-11.2722	18.4694
-13.7973	17.8273
-16.3551	15.4205
-22.7998	5.9824
7.2549	25.1976
-9.2454	2.7384
-13.4082	18.0388
-17.5220	12.7778
-14.6552	17.0735
-21.1629	8.7704

Το έκτο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Μάνδρα, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το τελικό μοντέλο: $y = 0.0614x + 68.0537$

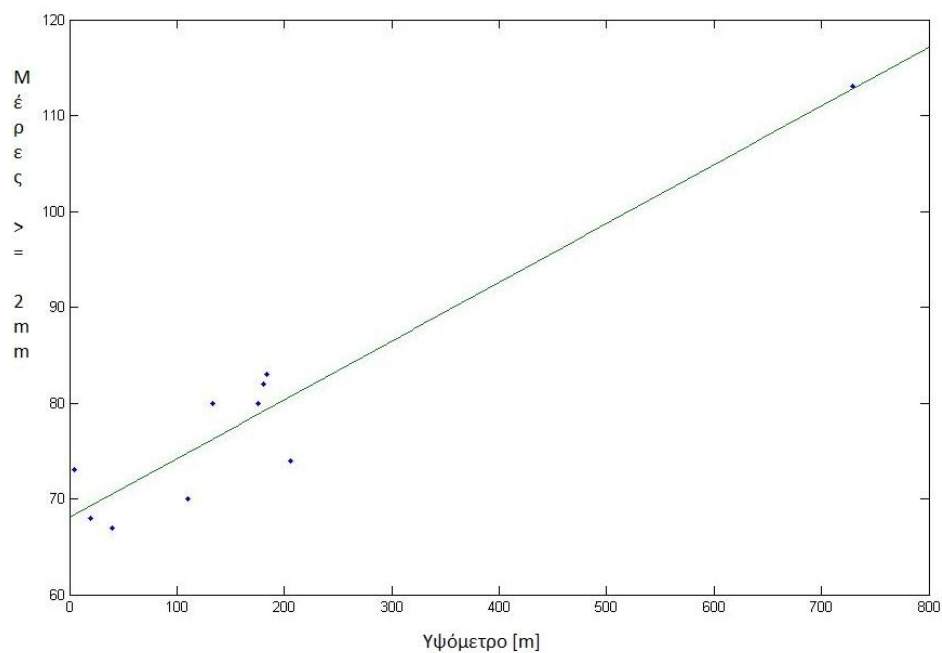
Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.9117

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-12.5294	5.5134
-3.8079	13.0869
-5.6107	12.9235
-8.6017	10.8962
-14.5546	1.1676
-3.2452	3.6776
-5.4114	12.9827
-10.6533	8.0916
-6.6417	12.3227
-13.5907	3.9845

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο 1 άρα υπάρχει μεγάλη εξάρτηση των ημερών ≥ 2 mm από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 25: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 2 mm και ανεξάρτητη το υψόμετρο

4.3.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 2 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0014x - 5981$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-21.2380	15.4630
-7.8427	24.5856
-27.7800	6.2006
-25.2900	12.4573
-12.5296	23.1355
-16.7374	17.7493
-14.4204	21.0767
4.2058	30.6633
-21.3835	17.5959
-23.2912	13.8525
-15.7440	22.7617
-29.2283	5.7380

Το όγδοο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Πεντέλη, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0012x - 5029$

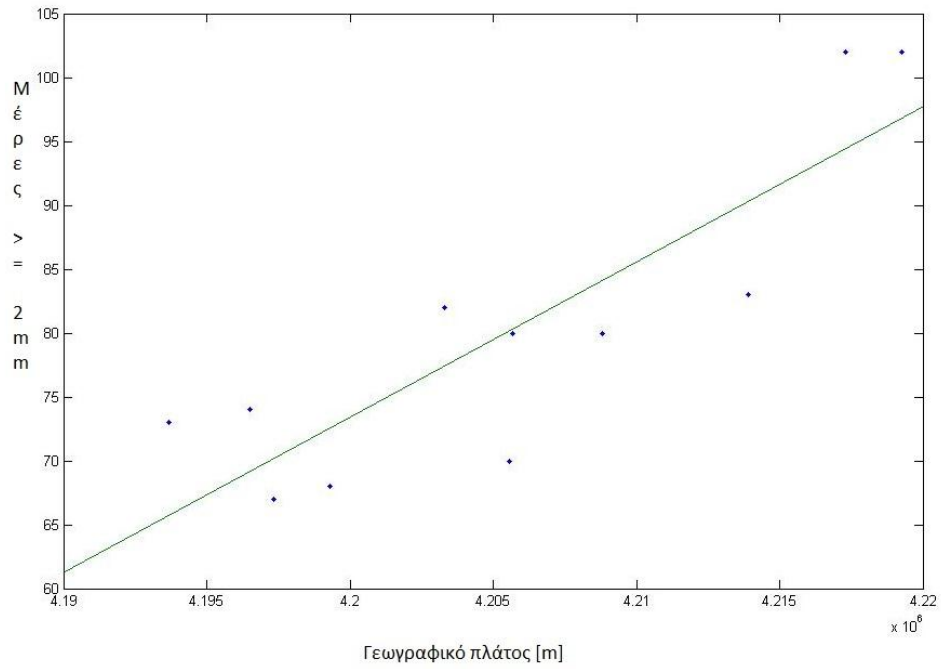
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-17.1471	10.8329
-4.7226	19.2716
-20.2129	5.6149
-18.5803	10.4091
-8.6574	18.3496
-6.7933	17.2106
-4.2975	19.4714
-15.2520	14.7028
-18.6257	9.5389
-9.8730	19.0586
-22.7384	2.4399

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.7391

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι λίγο κάτω από το 0.75 άρα υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 2 mm από το γεωγραφικό πλάτος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 26: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 2 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

4.3.3: Γεωγραφικό μήκος

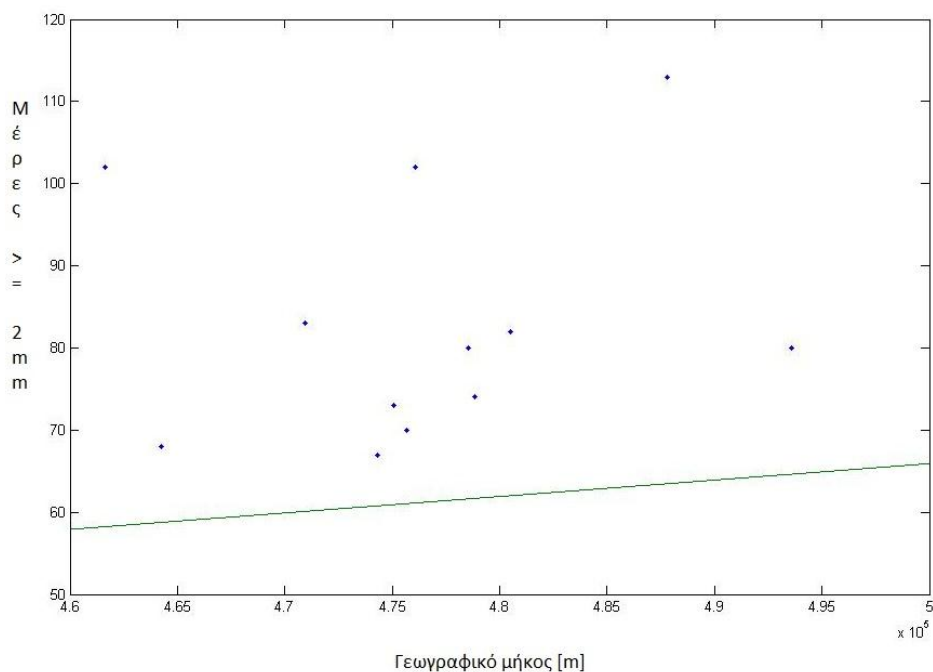
Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 2 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0002x - 34.0896$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.0209

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο μηδέν οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς περαιτέρω έρευνα και δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 2 mm από το γεωγραφικό μήκος.

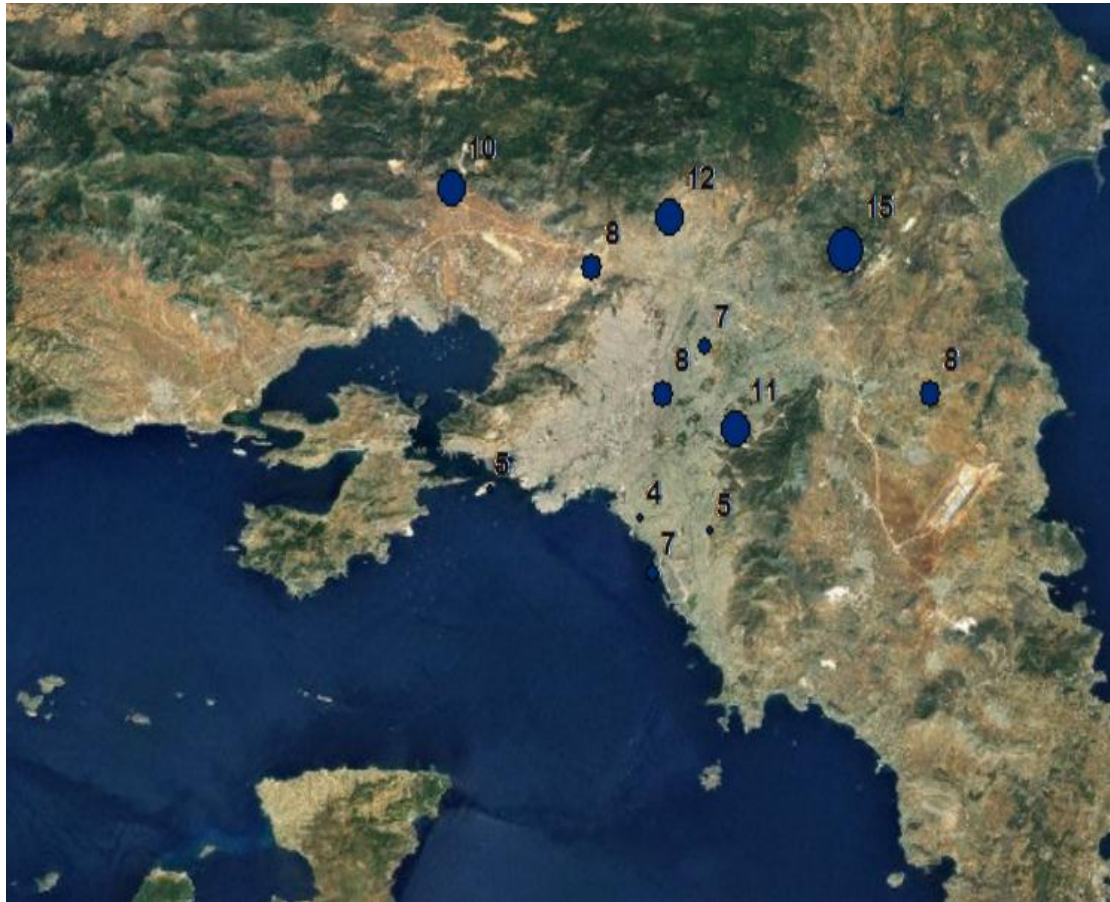
Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 27: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 2 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

4.4: Μέρη ≥ 20 mm

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 12: Μέρη ≥ 20 mm ανά σταθμό

4.4.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 20 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0136x + 5.7338$

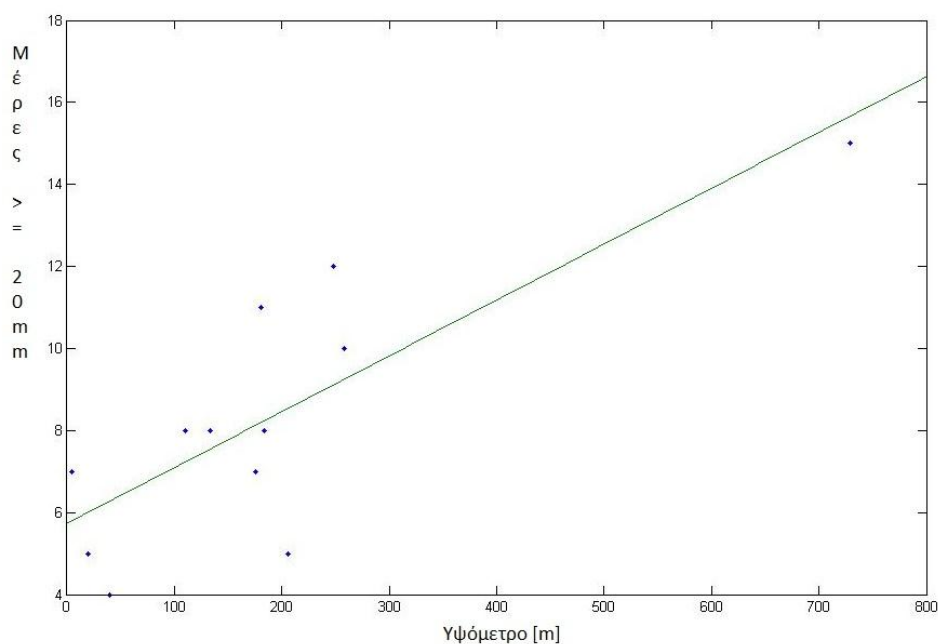
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-6.2599	1.7024
-2.9578	5.3539
-4.7053	4.2248
-5.5191	3.2565
-7.1518	0.0719
-3.6539	5.1574
-1.0094	6.7853
-2.5946	1.2663
-3.9809	4.8898
-5.2253	3.2127
-1.1540	6.7552
-3.6237	5.1592

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.6495

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι μεταξύ 0.5 και 0.75 άρα υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 20 mm από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 28: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 20 mm και ανεξάρτητη το υψόμετρο

4.4.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 20 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0003x - 1108$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-6.6963	2.7962
-2.3987	6.4349
-7.0843	2.3836
-7.0074	3.0215
-5.6059	4.1440
-6.2110	2.6737
-4.0298	5.5316
0.5263	8.1192
-5.4074	5.0867
-6.4287	3.4859
-1.0731	8.0052
-5.3800	5.1139

Το όγδοο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Πεντέλη, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0002x - 872$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-5.7643	1.7304
-1.8165	5.3087
-5.3748	2.4051
-5.5263	2.6962
-4.8190	3.1307
-4.2166	3.0113
-1.7396	5.3532
-4.0533	4.5355
-5.4423	2.5868
0.6650	6.8046
-4.0310	4.5564

Το δέκατο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Ζωγράφου, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το τελικό μοντέλο: $y = 0.0002x - 924$

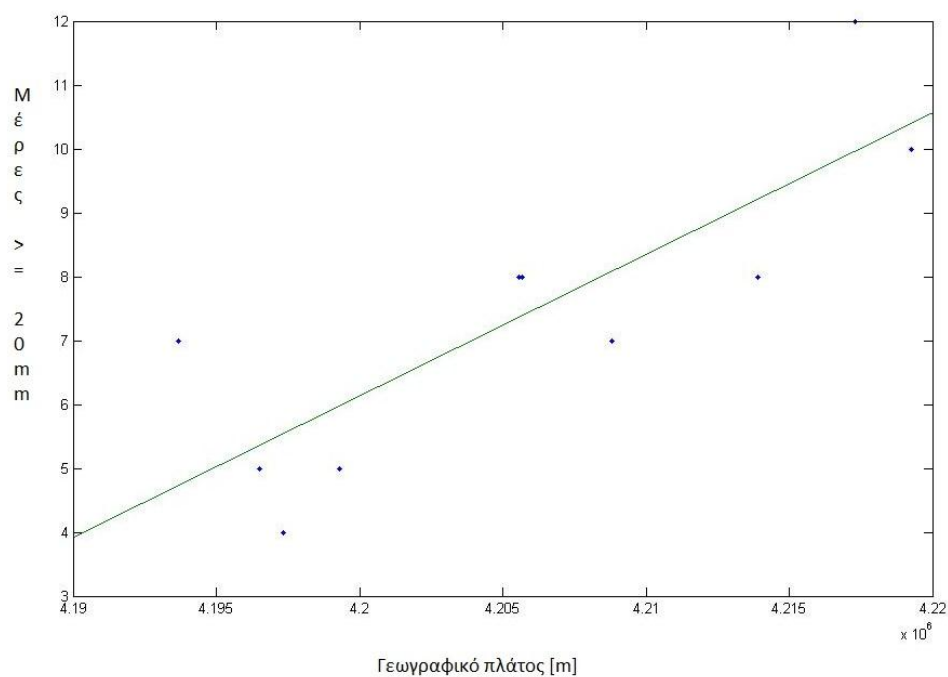
Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.6885

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-4.3980	1.3185
0.0763	4.4602
-4.1981	1.7734
-4.2601	2.1012
-3.4599	2.7461
-3.2167	2.4244
-0.3603	4.4353
-2.6819	3.9128
-4.0958	2.1460
-2.6557	3.9322

Υπάρχει ένα διάστημα που δεν περιέχει το μηδέν όμως ο συντελεστής προσδιορισμού είναι μεταξύ του 0.5 και του 0.75, συνεπώς υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 20 mm από το γεωγραφικό πλάτος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 29: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 20 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

4.4.3: Γεωγραφικό μήκος

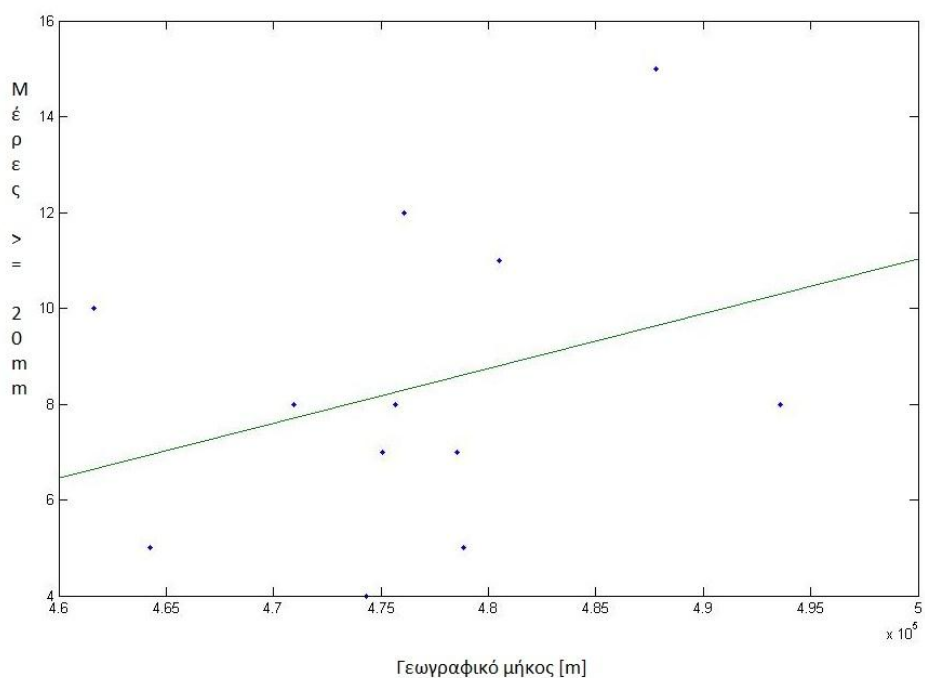
Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 20 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0001x - 46.1572$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.0994

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο μηδέν οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς περαιτέρω έρευνα και δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 20 mm από το γεωγραφικό μήκος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 30: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 20 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

4.5: Μέρη ≥ 50 mm

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 13: Μέρη ≥ 50 mm ανά σταθμό

4.5.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 50 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0027x + 0.1424$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-1.8836	1.3790
-1.7652	1.4529
-1.3238	2.0280
-2.2567	1.0049
-1.3902	1.9735
-2.4138	0.7115
-0.2688	2.6213
-0.8937	0.6035
0.2184	2.7660
-1.8171	1.4224
-2.2678	0.9885
-2.0928	1.2035

Το ένατο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Πικέρμι, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.003x - 0.0405$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-1.4020	1.2439
-1.2742	1.3253
-0.8241	1.8054
-1.8009	0.8301
-0.9045	1.7544
-1.9640	0.5032
0.4112	2.1877
-0.7423	0.4665
-1.3303	1.2917
-1.8126	0.8119
-1.6265	1.0501

Το έβδομο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Μενίδι, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το τελικό μοντέλο: $y = 0.0028x - 0.1339$

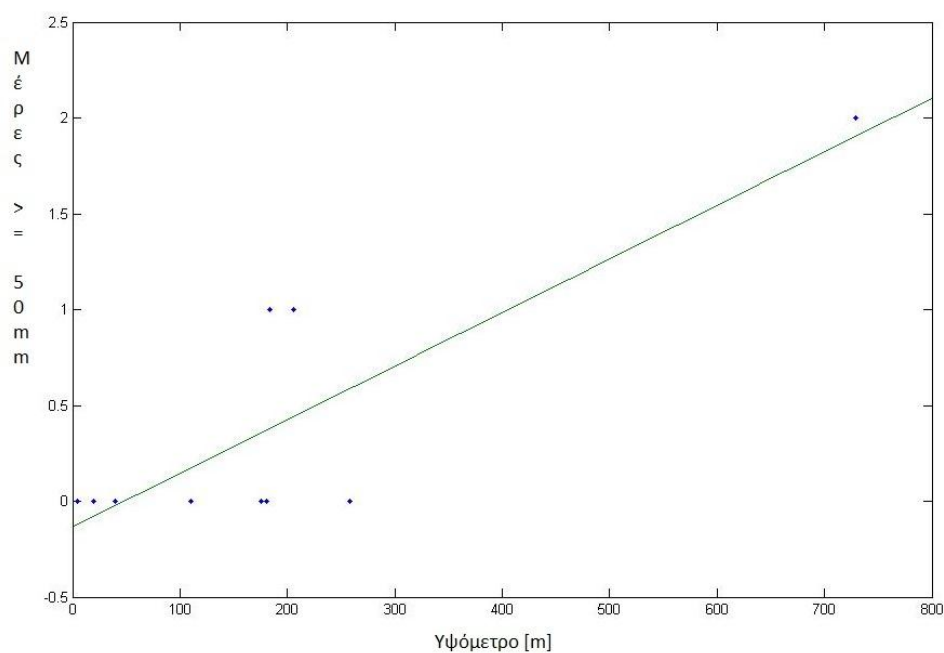
Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.6893

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-0.9125	0.9566
-0.7918	1.0316
-0.1827	1.4213
-1.2730	0.5563
-0.2776	1.3931
-1.4003	0.2249
-0.2952	0.4853
-0.8450	1.0009
-1.2829	0.5383
-1.1194	0.7719

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι μεταξύ του 0.5 και του 0.75 άρα υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 50 mm από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 31: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 50 mm και ανεξάρτητη το υψόμετρο

4.5.2: Γεωγραφικό πλάτος

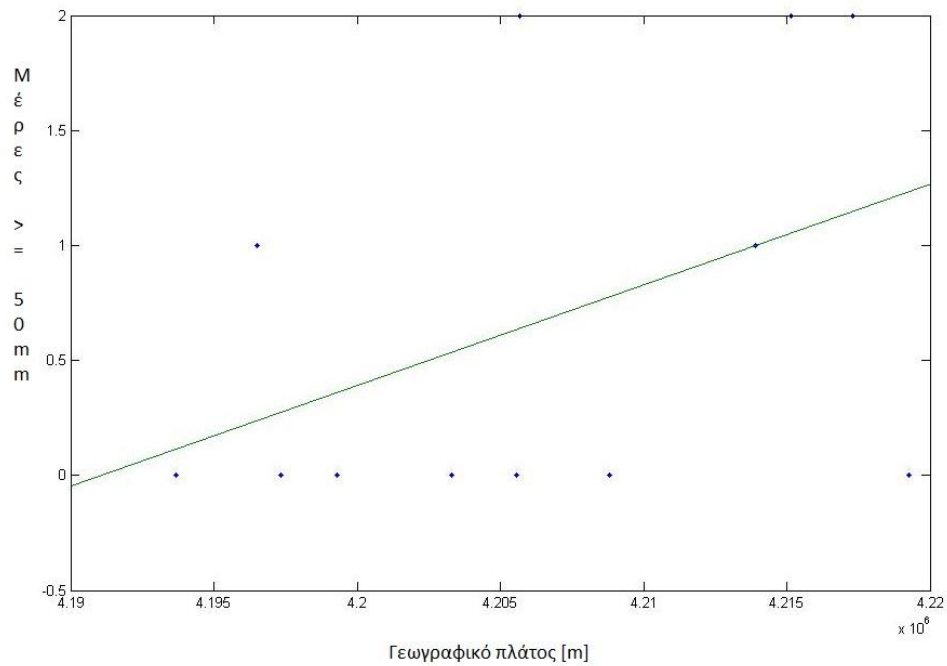
Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 50 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.00004x - 183$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.1824

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο μηδέν οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς περαιτέρω έρευνα και δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 50 mm από το γεωγραφικό πλάτος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 32: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 50 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

4.5.3: Γεωγραφικό μήκος

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 50 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0001x - 28.9848$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-2.1261	1.0569
-2.1664	1.0044
-0.8601	2.2075
-2.3282	0.7301
-1.4494	1.8172
-1.1271	1.6386
0.0548	2.6564
-0.8044	2.0550
-1.0194	1.5519
-1.3861	1.5720
-2.3968	0.5585
-2.1983	0.9591

Το έβδομο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Μενίδι, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0001x - 29.402$

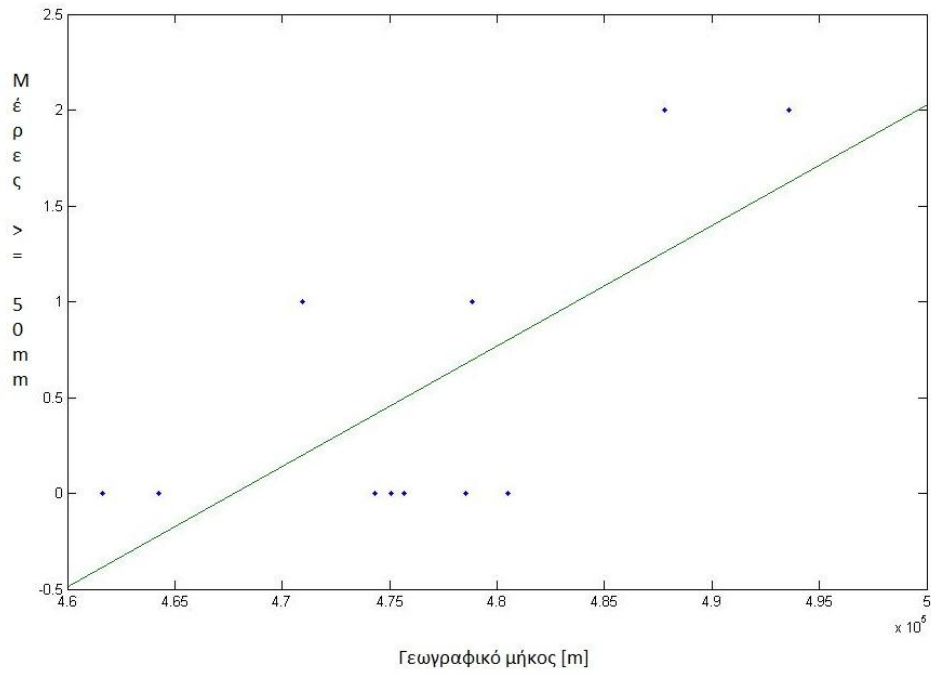
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-1.7617	0.9417
-1.8014	0.8876
-0.4083	2.0090
-1.9585	0.6043
-1.0627	1.6740
-0.7511	1.5274
-0.3865	1.8696
-0.6802	1.4380
-1.0170	1.4645
-2.0223	0.4255
-1.8328	0.8411

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.5025

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι οριακά πάνω από το 0.5 άρα υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 50 mm από το γεωγραφικό μήκος.

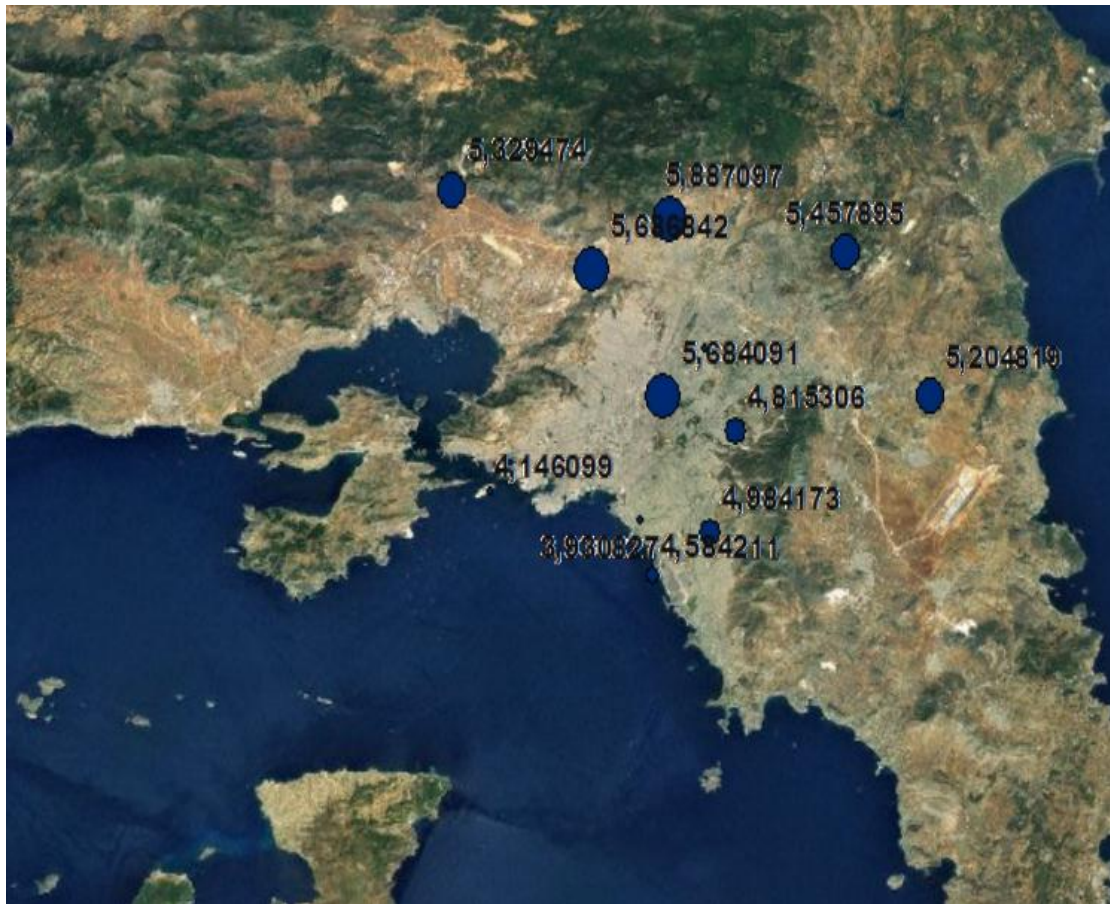
Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 33: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 50 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

4.6: Υετός ανά μέρα βροχής

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 14: Υετός σε mm ανά μέρα βροχής ανά σταθμό

4.6.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y ο υετός ανά μέρα βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0016 + 4.6695x$

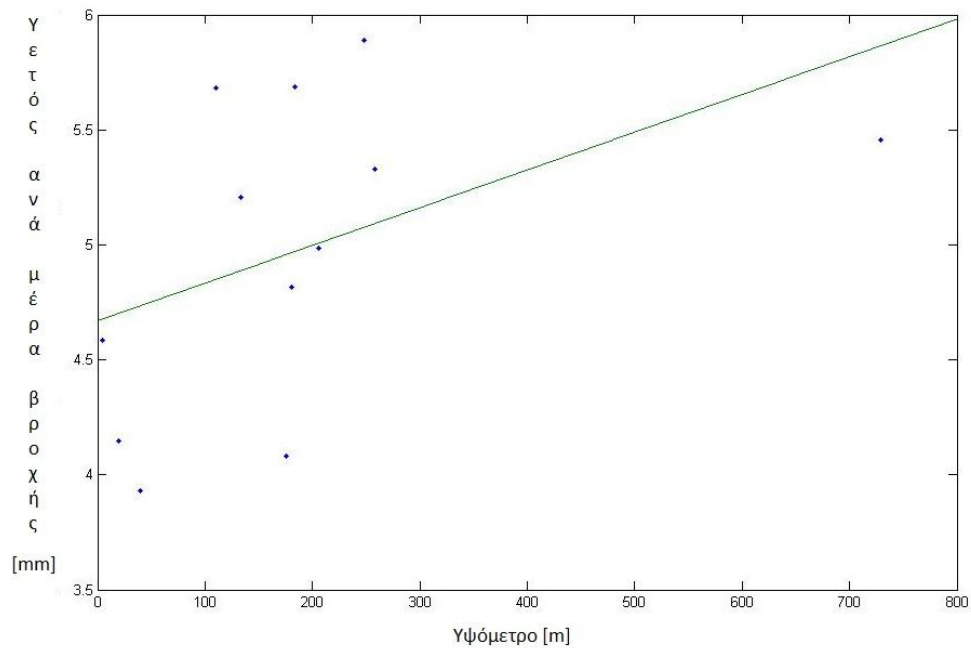
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-2.0344	0.4258
-1.4352	1.2482
-0.5934	2.0243
-2.1306	0.3749
-1.4354	1.3888
-1.1561	1.6294
-0.4602	2.0815
-0.9600	0.1445
-1.0691	1.7034
-1.8461	0.7337
-1.5592	1.2568
-0.4212	2.0894

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.212

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι αρκετά κάτω από 0.5 συνεπώς το μοντέλο απορρίπτεται και δεν υπάρχει εξάρτηση του υετού ανά μέρα βροχής από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 34: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τον υετό ανά μέρα βροχής και ανεξάρτητη το υψόμετρο

4.6.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y ο υετός ανά μέρα βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0001x - 208$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-1.6480	0.4557
-0.8152	1.2997
-0.8173	1.4546
-1.9570	-0.0995
-0.5664	1.5645
-1.3501	0.7304
-0.7294	1.4236
-1.1161	1.1705
-0.9368	1.4473
-1.5921	0.6310
-1.2145	1.1856
-0.3348	1.8144

Το τέταρτο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Γαλάτσι, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0001x - 223$

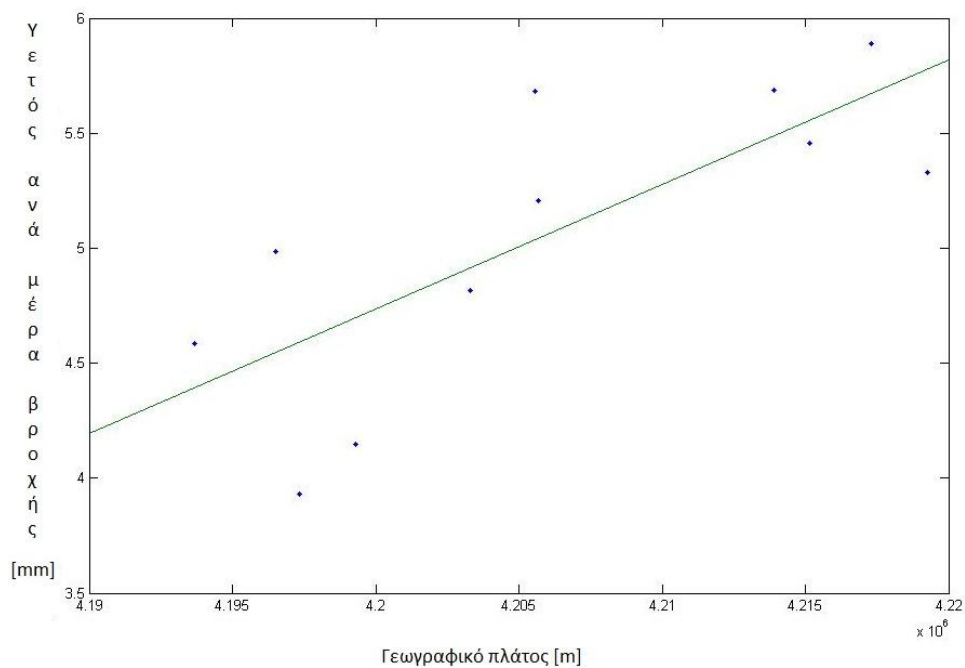
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-1.4464	0.1267
-0.6866	1.0686
-0.7463	1.1434
-0.4302	1.3066
-1.2473	0.3510
-0.6799	1.1108
-1.0373	0.8431
-0.8282	1.1547
-1.4135	0.3117
-1.0902	0.8933
-0.2069	1.5032

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.5826

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι μεταξύ του 0.5 και του 0.75 άρα υπάρχει εξάρτηση του νετού ανά μέρα βροχής από το γεωγραφικό πλάτος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 35: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τον νετό ανά μέρα βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

4.6.3: Γεωγραφικό μήκος

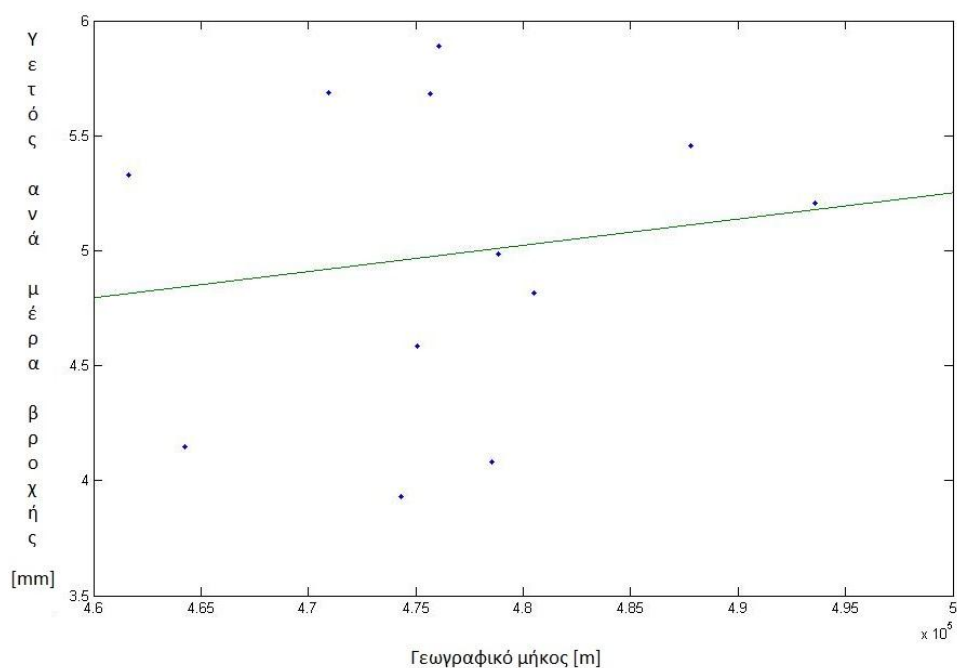
Εξαρτημένη μεταβλητή y ο υετός ανά μέρα βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.00001x - 0.4549$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.0223

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο μηδέν οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς περαιτέρω έρευνα και δεν υπάρχει εξάρτηση του υετού ανά μέρα βροχής από το γεωγραφικό μήκος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 36: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τον υετό ανά μέρα βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

4.7: Συμπεράσματα

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα προηγούμενα συμπεράσματα. Το μαύρο σημαίνει μεγάλη εξάρτηση, το γκρι εξάρτηση και το άσπρο όχι εξάρτηση ενώ, σε κάθε κελί, αναφέρεται ο αντίστοιχος συντελεστής προσδιορισμού R^2 .

	Υψόμετρο	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος
Συνολική βροχόπτωση	0.6821	0.6399	0.0879
Μέρες βροχής	0.6396	0.5669	0.1009
Μέρες ≥ 2 mm	0.9117	0.7391	0.0209
Μέρες ≥ 20 mm	0.6495	0.6885	0.0994
Μέρες ≥ 50 mm	0.6893	0.1824	0.5025
Υετός ανά μέρα βροχής	0.212	0.5826	0.0223

Πίνακας 9: Σύνοψη συμπερασμάτων μελέτης δεδομένων άνοιξης-καλοκαιριού

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι και πάλι οι δύο κυρίαρχες παράμετροι από τις οποίες εξαρτάται τόσο η ποσότητα όσο και η ένταση της βροχόπτωσης είναι το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος (πόσο βόρεια-νότια είναι ο σταθμός), μόνο που αυτή τη φορά δεν ξεχωρίζει κάποια από τις δύο ούτε υπάρχει η μεγάλη εξάρτηση από το υψόμετρο που υπήρχε στη μελέτη των συνολικών δεδομένων. Επίσης, και πάλι δεν υπάρχει ιδιαίτερη εξάρτηση από το γεωγραφικό μήκος (πόσο δυτικά-ανατολικά είναι ο σταθμός) ενώ ο υετός ανά μέρα βροχής φαίνεται να εξαρτάται λιγότερο από ότι τα άλλα δεδομένα, οπότε μπορεί να ξαναβγει το συμπέρασμα ότι οι μεταβολές της συνολικής βροχόπτωσης εξισορροπούνται από τις μεταβολές των ημερών βροχής. Από την άλλη, για μία ακόμη φορά, ο σταθμός Πεντέλη εξαιρέθηκε τις περισσότερες φορές από όλους (τέσσερις), όμως εδώ ο δεύτερος (Μενίδι) εξαιρέθηκε τρεις και ο τρίτος (Ζωγράφου) δύο, οπότε δεν μπορούμε να βγάλουμε συμπέρασμα με την ίδια βεβαιότητα, ωστόσο παραμένει αξιοσημείωτο ότι ο σταθμός Πεντέλη και στις δύο μελέτες εξαιρείται τις περισσότερες φορές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΛΕΤΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΦΘΙΝΟΠΩΡΟΥ-ΧΕΙΜΩΝΑ

5.1: Συνολική Βροχόπτωση

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 15: Συνολική βροχόπτωση σε mm ανά σταθμό

5.1.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y η συνολική βροχόπτωση, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 2.3898x + 1945$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-886.3457 -83.6177
-540.5086 519.0343
-446.2794 656.8406
-768.5446 286.1433
-446.7738 656.1819
-128.6733 843.1375
-349.2818 724.3429
-404.8009 -22.7688
-425.4533 668.7787
-514.6410 553.2713
-314.1892 751.4895
-702.1740 374.8322

Δύο διαστήματα εμπιστοσύνης, το πρώτο και το όγδοο, που αντιστοιχούν στους σταθμούς Π. Φάληρο και Πεντέλη αντίστοιχα δεν περιέχουν το μηδέν. Αφαιρέθηκαν και προέκυψε το τελικό μοντέλο: $y = 3.4197 + 1858$

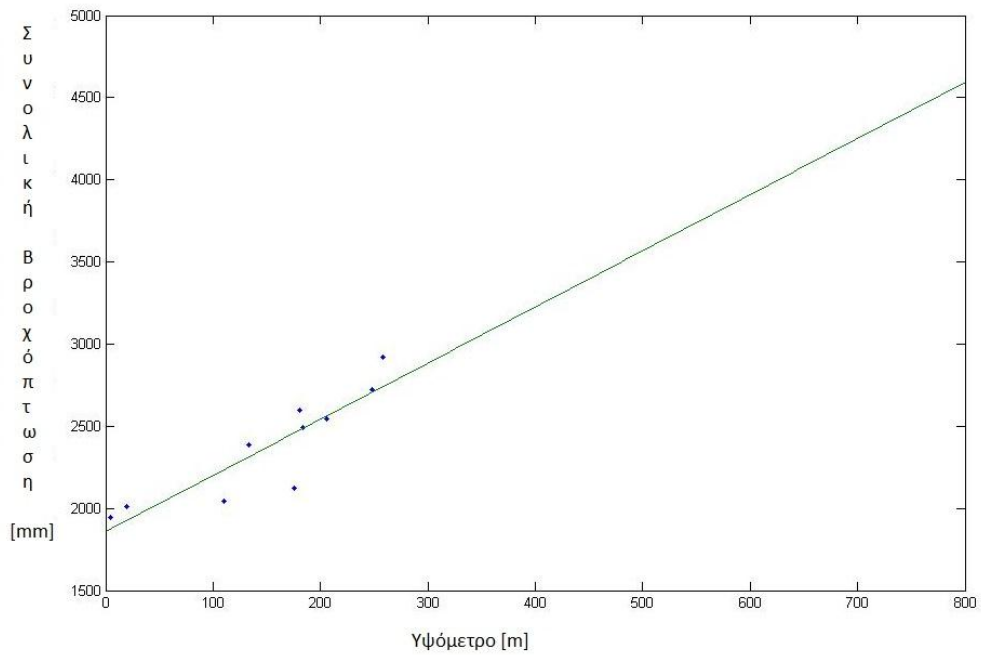
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-228.3644 370.1194
-375.8550 380.9583
-577.9097 -93.4718
-392.5820 351.2186
-128.9584 485.5464
-332.0487 369.8307
-303.9041 446.8165
-227.4591 398.4232
-245.5134 483.5348
-527.6717 147.2903

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.7861

Υπάρχει ένα διάστημα που δεν περιέχει το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι λίγο πάνω από το 0.75 άρα υπάρχει εξάρτηση της συνολικής βροχόπτωσης από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 37: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική βροχόπτωση και ανεξάρτητη το υψόμετρο

5.1.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y η συνολική βροχόπτωση, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0413x - 171289$

Διαστήματα εμπιστοσύνης διαιρεμένα με το 1000:

-1.2057	0.2564
-0.6947	0.8278
-1.0330	0.5833
-1.1867	0.4281
-0.1464	1.2381
-0.7743	0.7408
-0.9108	0.6518
0.0871	1.3282
-0.8480	0.8687
-0.9262	0.7277
-0.5003	1.1394
-1.1492	0.4979

Το όγδοο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Πεντέλη, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0321x - 132639$

Διαστήματα εμπιστοσύνης διαιρεμένα με το 1000:

-1.0277	0.0565
-0.6031	0.6473
-0.7446	0.5782
-0.9434	0.3741
0.0210	1.0337
-0.4053	0.7536
-0.5816	0.6683
-0.6239	0.7761
-0.7703	0.5861
-0.2733	1.0004
-0.9318	0.4100

Το πέμπτο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Ηλιούπολη, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το τελικό μοντέλο: $y = 0.0401x - 166409$

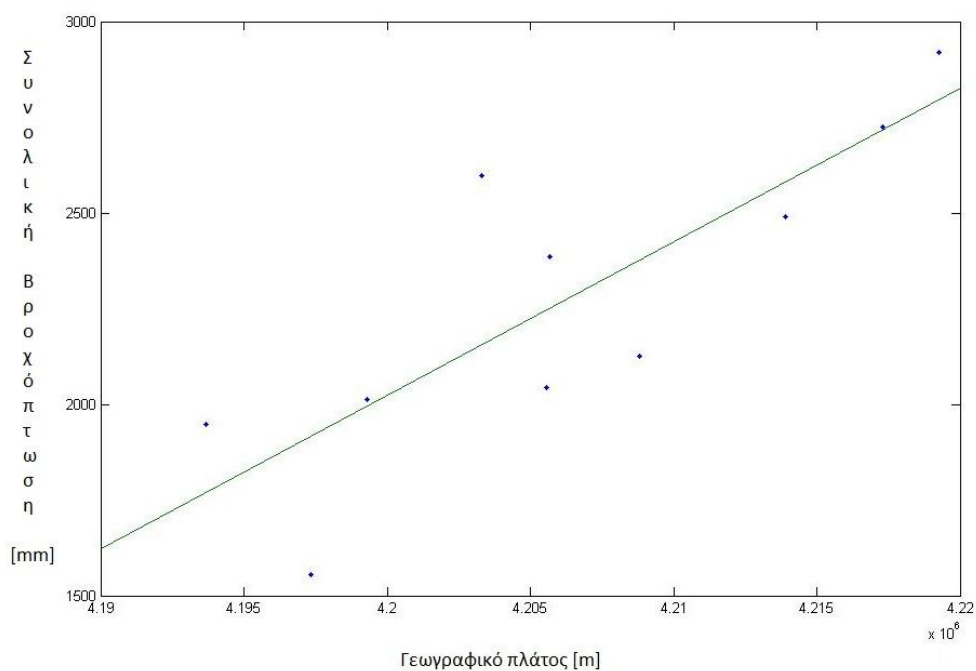
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-802.8633	82.6885
-296.8145	650.4260
-641.5758	460.3807
-790.9816	288.8094
-360.4622	608.2258
-514.0369	531.6180
-438.3940	708.0376
-541.7410	577.0146
6.2022	876.1512
-759.4574	356.7726

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.6764

Υπάρχει ένα διάστημα που δεν περιέχει το μηδέν όμως ο συντελεστής προσδιορισμού, αν και κάτω από το 0.75, είναι αρκετά πάνω από το 0.5 άρα υπάρχει εξάρτηση της συνολικής βροχόπτωσης από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 38: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική βροχόπτωση και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

5.1.3: Γεωγραφικό μήκος

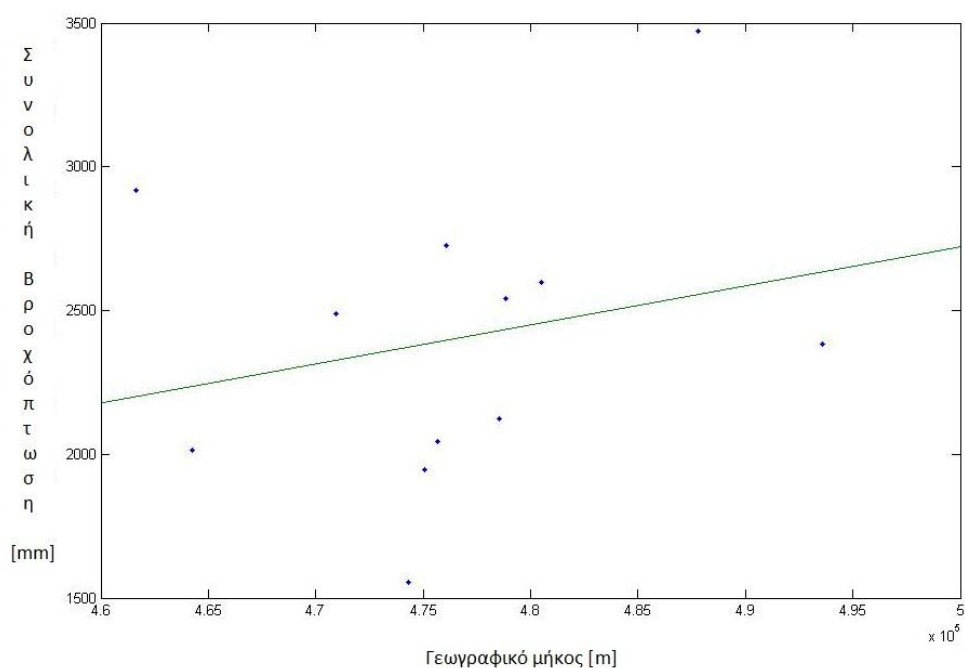
Εξαρτημένη μεταβλητή y η συνολική βροχόπτωση, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0136x - 4067$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.0550

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο μηδέν οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς περαιτέρω έρευνα και δεν υπάρχει εξάρτηση της συνολικής βροχόπτωσης από το γεωγραφικό μήκος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 39: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τη συνολική βροχόπτωση και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

5.2: Μέρες βροχής

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 16: Μέρες βροχής ανά σταθμό

5.2.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.2249x + 345$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-151.1709	81.1854
-128.7346	104.4928
-127.3115	118.5519
-69.1487	165.9877
-161.1840	76.5284
-120.2271	124.1809
-126.1674	118.6194
-74.3075	30.3960
-111.0443	133.2256
-130.9815	103.9925
70.6885	205.9014
-178.0673	44.5944

Το ενδέκατο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Ζωγράφου, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.2287x + 332$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-89.7809	46.0819
-67.7330	70.0410
-63.9842	80.4273
7.4789	114.6230
-98.2664	38.6479
-56.8518	85.4513
-63.2756	80.4486
-42.0620	19.2516
-45.7027	93.4705
-69.7390	69.1869
-111.3406	3.6273

Το τέταρτο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Γαλάτσι, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το τελικό μοντέλο: $y = 0.2314x + 325$

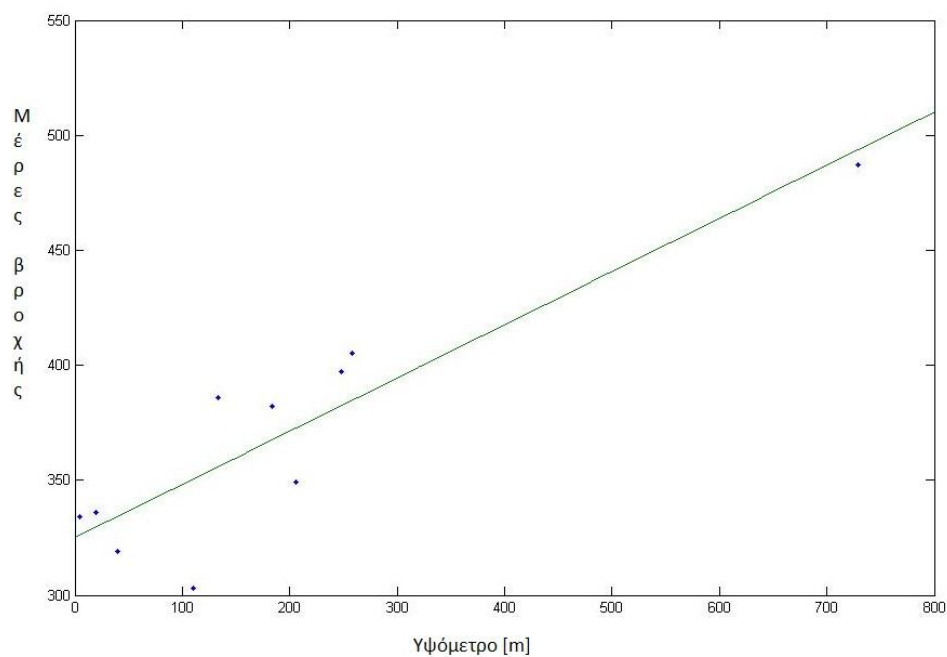
Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.8102

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-69.8695 39.2026
-46.9456 62.4735
-42.3873 71.0904
-78.0243 30.5479
-34.7757 75.2385
-41.9120 71.0019
-31.4191 17.9465
-21.3409 81.6422
-49.0281 61.6154
-87.4591 -7.5973

Υπάρχει ένα διάστημα που δεν περιέχει το μηδέν, όμως ο συντελεστής προσδιορισμού είναι αρκετά πάνω από το 0.75, οπότε υπάρχει μεγάλη εξάρτηση των ημερών βροχής από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 40: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες βροχής και ανεξάρτητη το υψόμετρο

5.2.2: Γεωγραφικό πλάτος

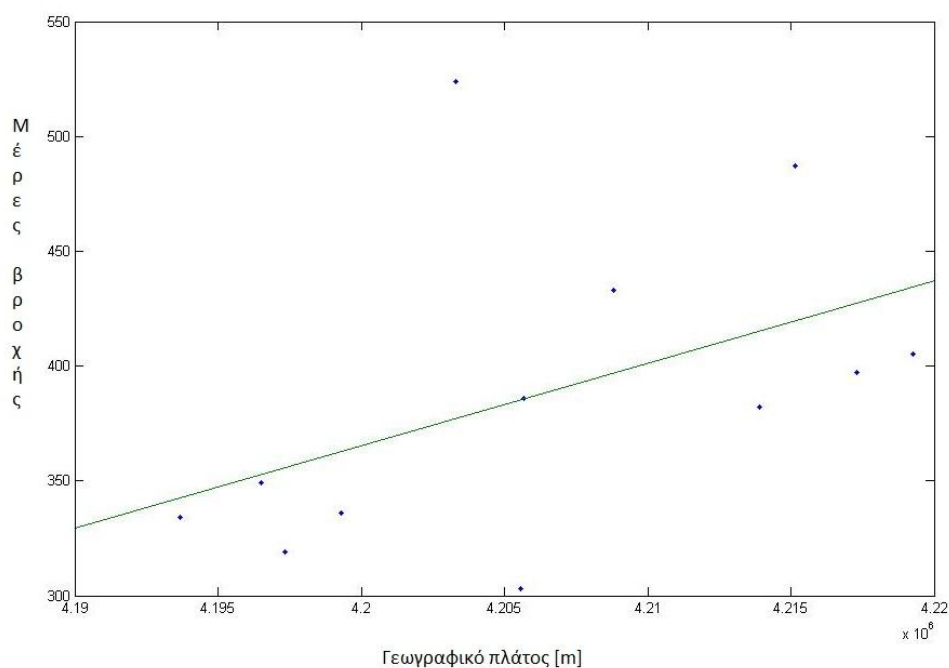
Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0036x - 14711$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.2134

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι αρκετά κάτω από το 0.5, οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς περαιτέρω διερεύνηση και δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών βροχής από το γεωγραφικό πλάτος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 41: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

5.2.3: Γεωγραφικό μήκος

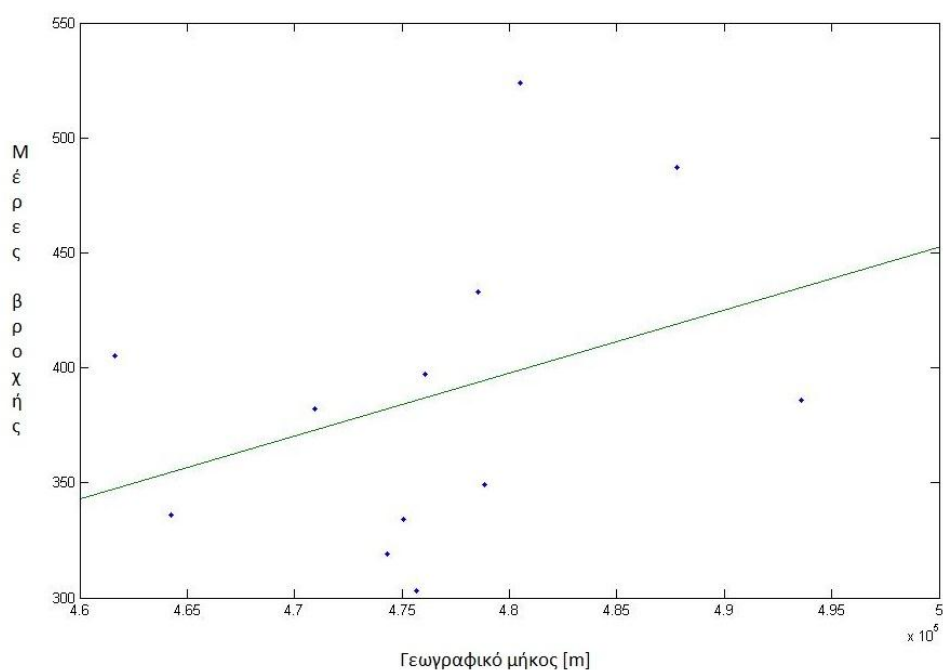
Εξαρτημένη μεταβλητή y η συνολική βροχόπτωση, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0027x - 916$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.1287

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι αρκετά κάτω από το 0.5, οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς περαιτέρω διερεύνηση και δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών βροχής από το γεωγραφικό μήκος.

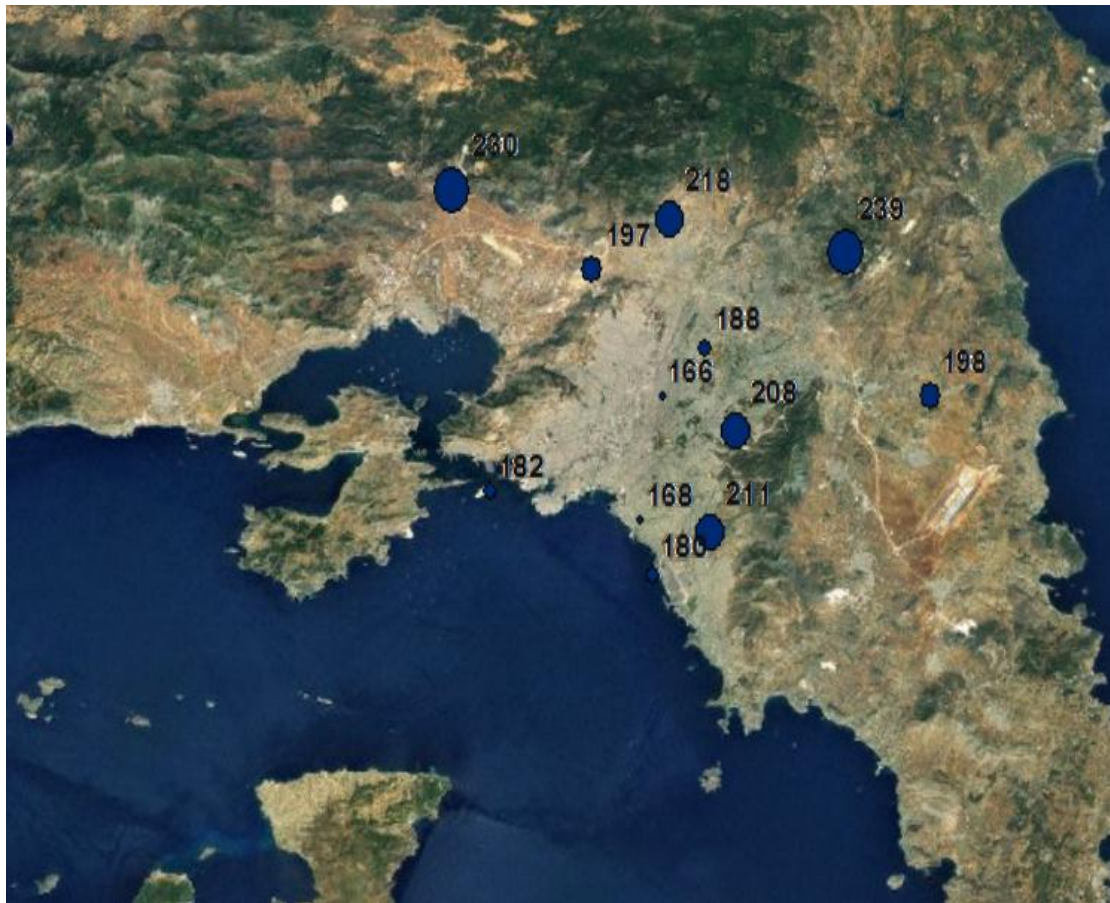
Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 42: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

5.3: Μέρες ≥ 2 mm

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 17: Μέρες ≥ 2 mm ανά σταθμό

5.3.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 2 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0984x + 180$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-45.5937	13.7762
-31.8524	30.9226
-34.0713	31.9161
-41.5564	22.9755
-21.2554	42.7707
-2.5771	51.8594
-17.6337	44.8839
-23.9964	-1.4096
-27.7064	37.5875
-31.5860	31.7043
-21.8992	42.3343
-51.8242	2.2314

Το όγδοο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Πεντέλη, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.1935x + 168$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-31.7730	17.0364
-10.0556	32.8661
-32.5925	20.1189
-38.3047	10.9276
-22.7139	29.7249
-9.9029	34.7866
-22.4764	27.2307
-22.2608	31.5274
-12.1564	33.1610
-21.1847	31.8722
-42.6994	-3.1316

Το ενδέκατο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Θησείο, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.1831x + 171$

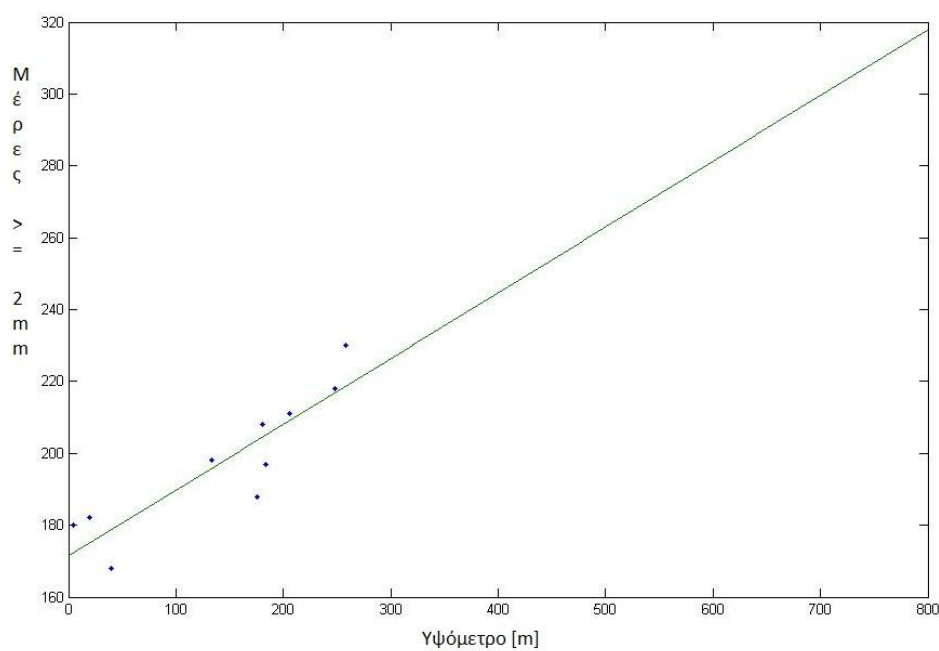
Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.7914

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-28.2136	6.7058
-9.3905	24.7013
-28.2867	12.0398
-32.2167	0.8998
-19.1129	22.8087
-5.5220	28.1731
-18.7116	21.0251
-19.2815	23.7131
-11.1339	24.9510
-17.7703	24.6221

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι πάνω από το 0.75, συνεπώς υπάρχει μεγάλη εξάρτηση των ημερών ≥ 2 mm από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 43: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 2 mm και ανεξάρτητη το υψόμετρο

5.3.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 2 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0017x - 7132$

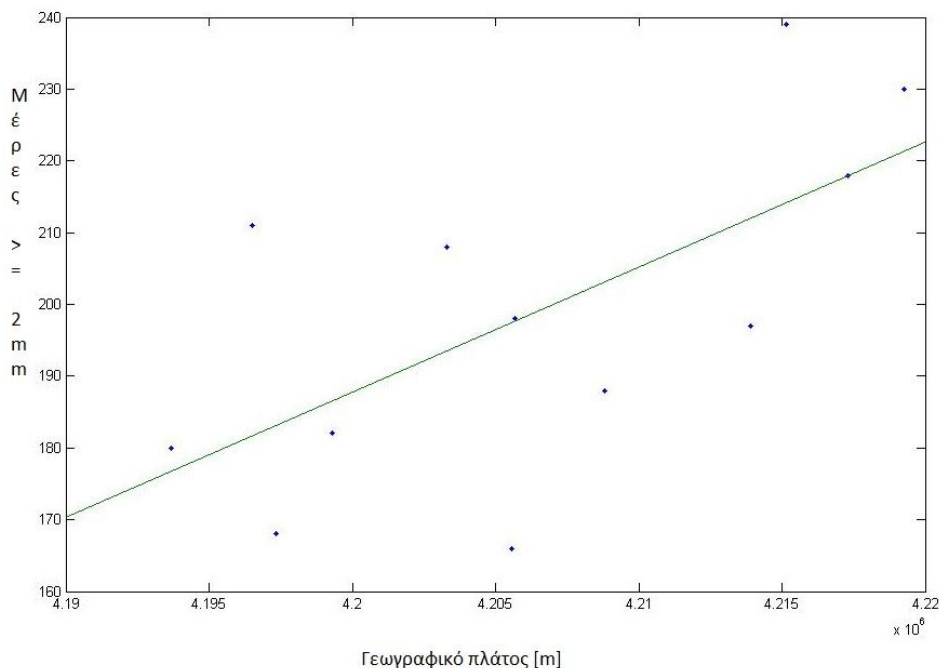
Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.42

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-53.0374	22.8383
-33.8469	40.3631
-53.6471	23.6564
-55.2301	25.0669
-3.1304	61.8097
-27.6722	45.0535
-38.2684	38.4734
-10.2178	59.9336
-41.4544	42.2260
-44.8526	35.8066
-25.6840	54.6827
-66.1515	3.2826

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κάτω από 0.5, οπότε δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 2 mm από το γεωγραφικό πλάτος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 44: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 2 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

5.3.3: Γεωγραφικό μήκος

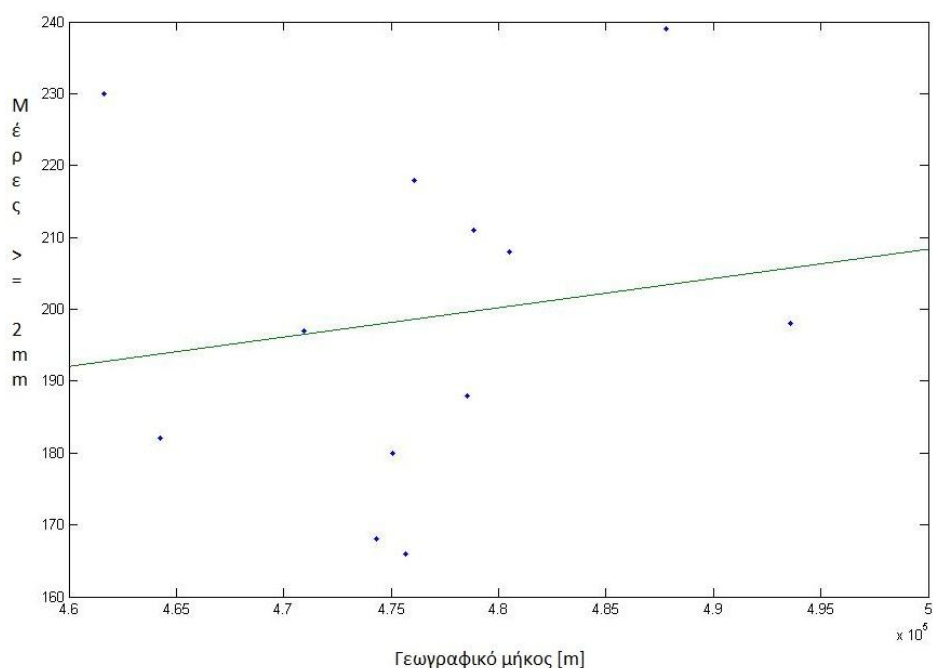
Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 2 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0004x + 4.5229$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.0238

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο 0, οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς περαιτέρω διερεύνηση και δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 2 mm από το γεωγραφικό μήκος.

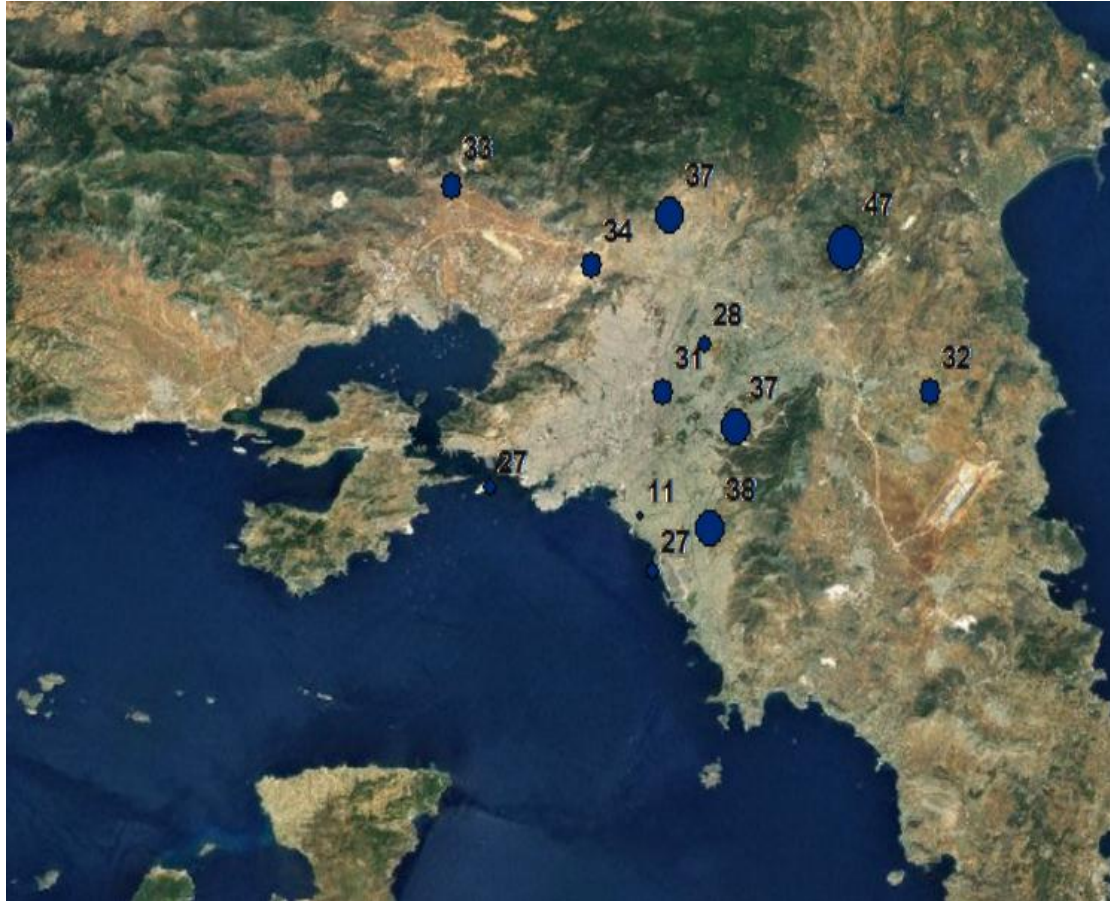
Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 45: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 2 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

5.4: Μέρες ≥ 20 mm

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 18: Μέρες ≥ 20 mm ανά σταθμό

5.4.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 20 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0343x + 25.2787$

Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-21.5425	-9.7627
-11.2022	14.3013
-10.9419	15.7447
-16.5542	9.9066
-7.1429	18.4344
-14.4921	12.2114
-9.9859	16.3921
-8.7913	2.1554
-11.1516	15.4577
-11.8507	13.9194
-7.3208	18.3296
-11.3192	15.2054

Το πρώτο, που αντιστοιχεί στο σταθμό Π. Φάληρο, δεν περιέχει το μηδέν. Αφαιρείται και προκύπτει το μοντέλο: $y = 0.0274x + 28.1273$

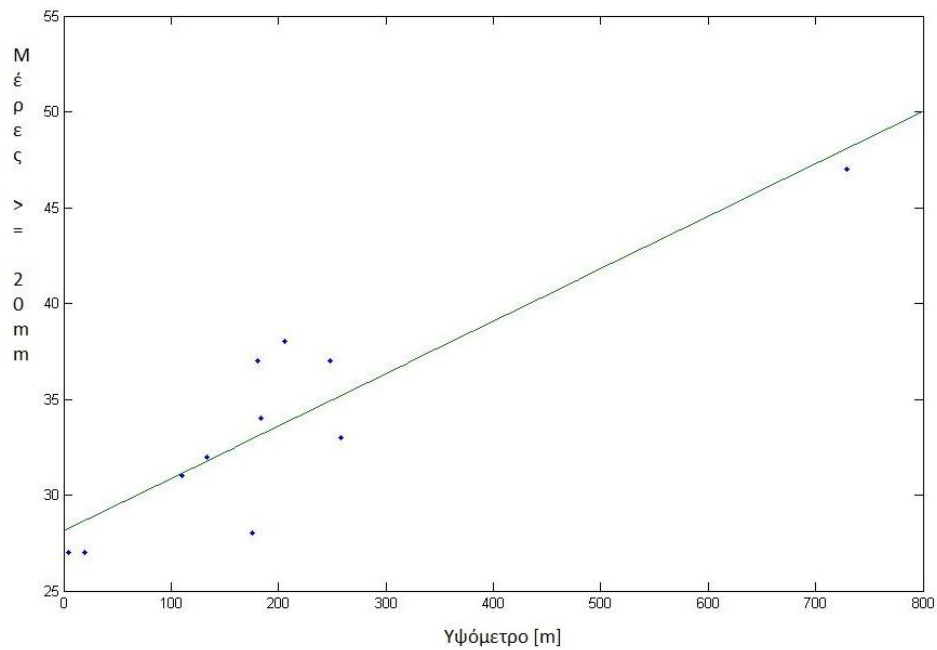
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-7.3063	4.7778
-5.6514	7.3218
-10.1251	0.2336
-1.3451	9.8109
-8.4472	4.0657
-4.2067	8.3728
-3.7240	1.5531
-6.2410	6.7039
-7.7135	4.3637
-1.8001	9.6348
-6.5755	6.2978

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.7909

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι πάνω από το 0.75, συνεπώς υπάρχει μεγάλη εξάρτηση των ημερών ≥ 20 mm από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 46: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 20 mm και ανεξάρτητη το υψόμετρο

5.4.2: Γεωγραφικό πλάτος

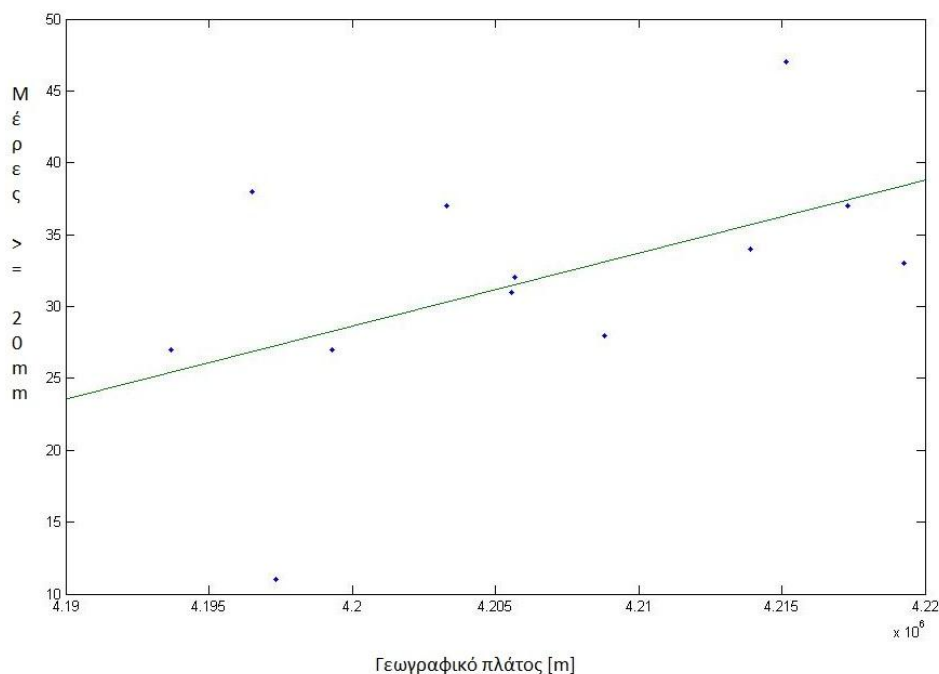
Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 20 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0005x - 2104$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.2585

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι αρκετά κάτω από το 0.5, οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς άλλη διερεύνηση και δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 20 mm από το γεωγραφικό πλάτος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 47: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 20 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

5.4.3: Γεωγραφικό μήκος

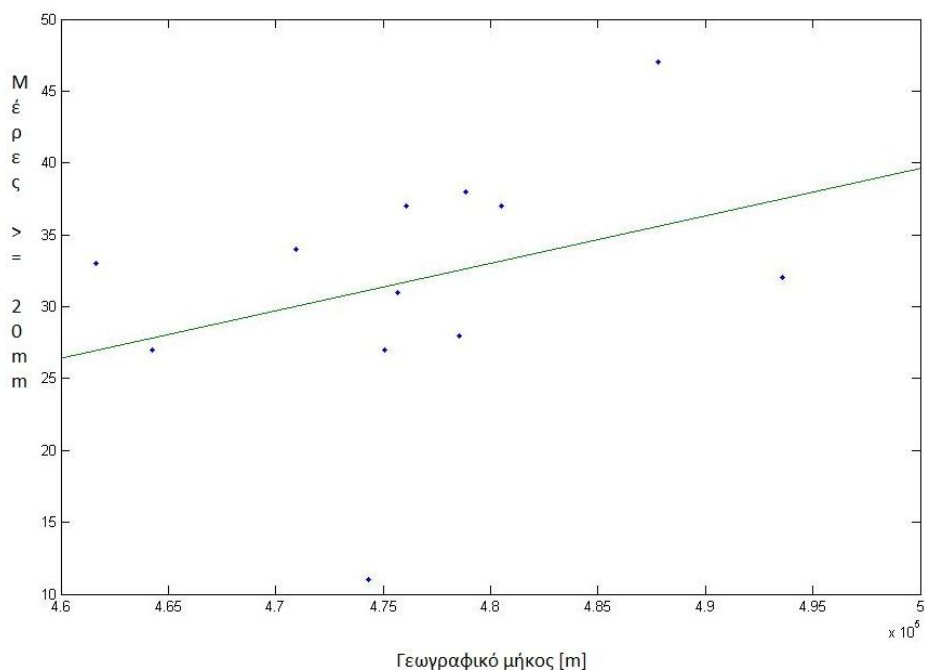
Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 20 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0003x - 125$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.1132

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι αρκετά κάτω από το 0.5, οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς άλλη διερεύνηση και δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 20 mm από το γεωγραφικό μήκος.

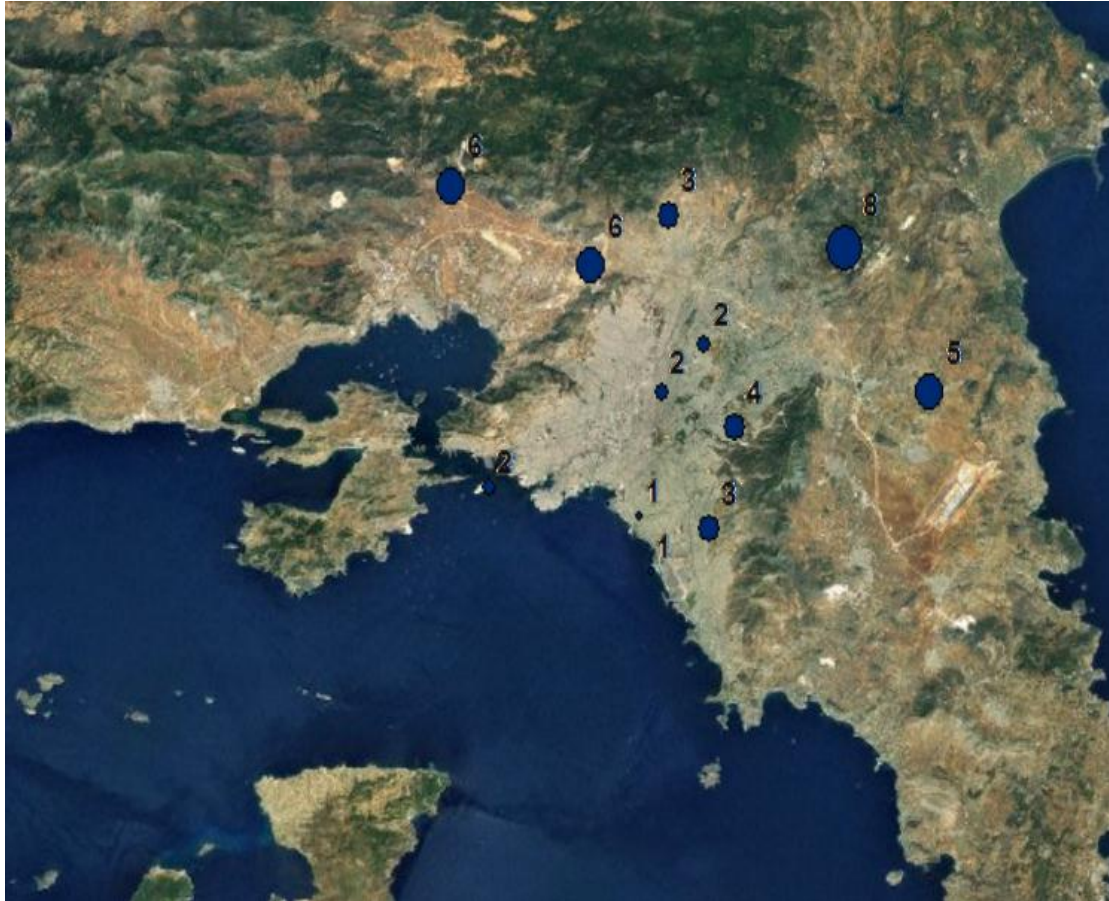
Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 48: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 20 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

5.5: Μέρες ≥ 50 mm

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 19: Μέρες ≥ 50 mm ανά σταθμό

5.5.1: Υψόμετρο

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 50 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0093x + 1.7995$

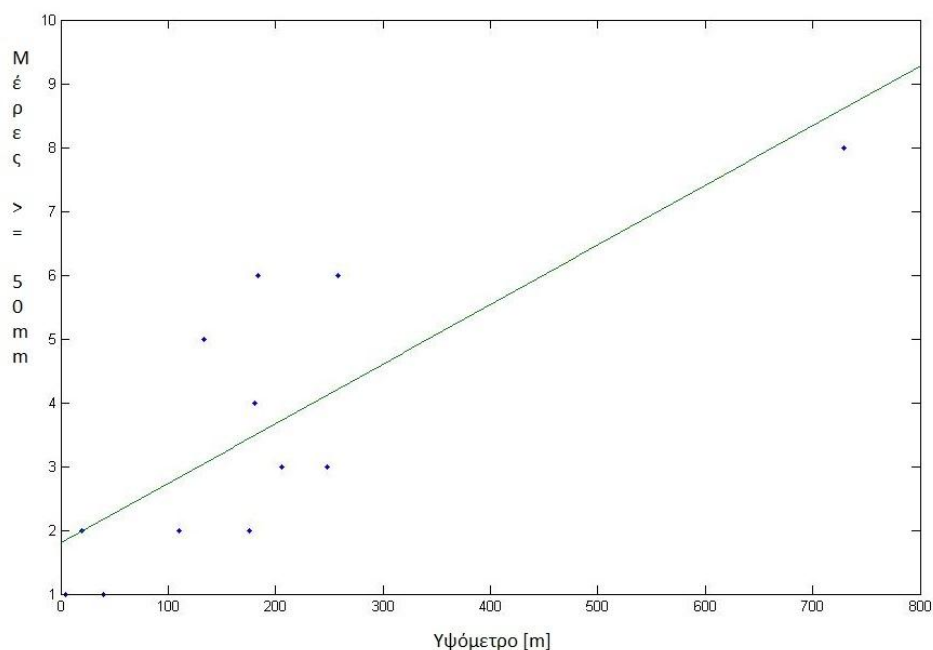
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-4.1625	1.8157
-3.8399	2.1475
-0.1558	5.1168
-4.4759	1.5865
-3.8951	2.4449
-1.1183	4.6959
-4.2101	1.9747
-1.9736	0.7458
-0.8952	4.8098
-3.0703	3.0974
-2.6852	3.7024
-3.9551	2.2997

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.6274

Όλα τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι μεταξύ 0.5 και 0.75, άρα υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 50 mm από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 49: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 50 mm και ανεξάρτητη το υψόμετρο

5.5.2: Γεωγραφικό πλάτος

Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 50 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0002x - 760$

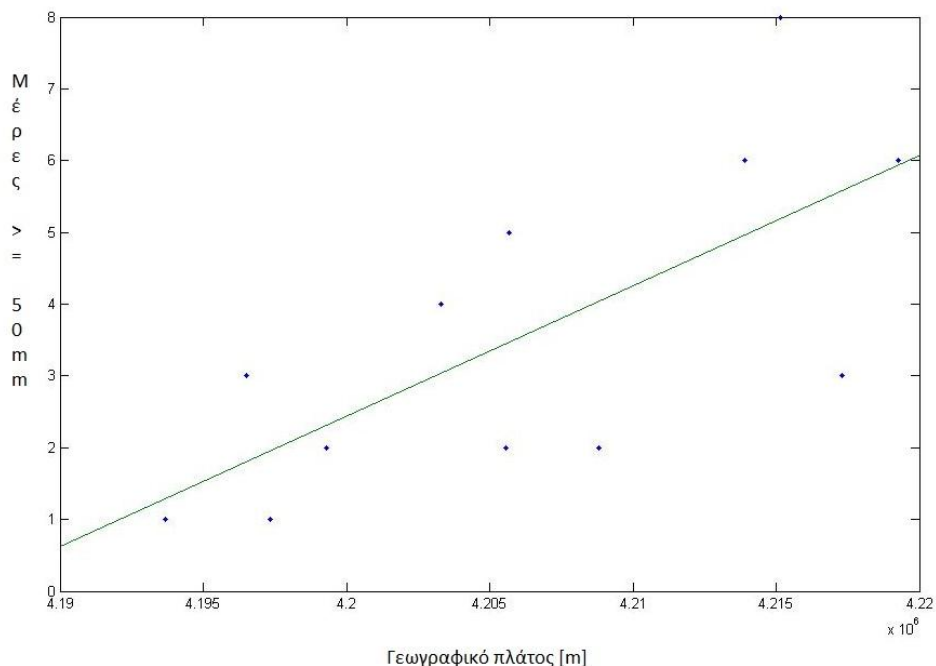
Διαστήματα εμπιστοσύνης:

-4.4169	2.5123
-3.6064	3.0269
-2.4758	4.5484
-5.4402	1.3707
-2.1825	4.5779
-3.2351	3.3663
-5.4239	0.2663
-0.0491	5.6742
-2.0269	5.0969
-3.9191	3.3009
-2.6852	4.6127
-5.0282	2.1357

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.496

Τα διαστήματα περιέχουν το μηδέν και ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο 0.5, άρα υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 50 mm από το γεωγραφικό πλάτος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 50: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 50 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

5.5.3: Γεωγραφικό μήκος

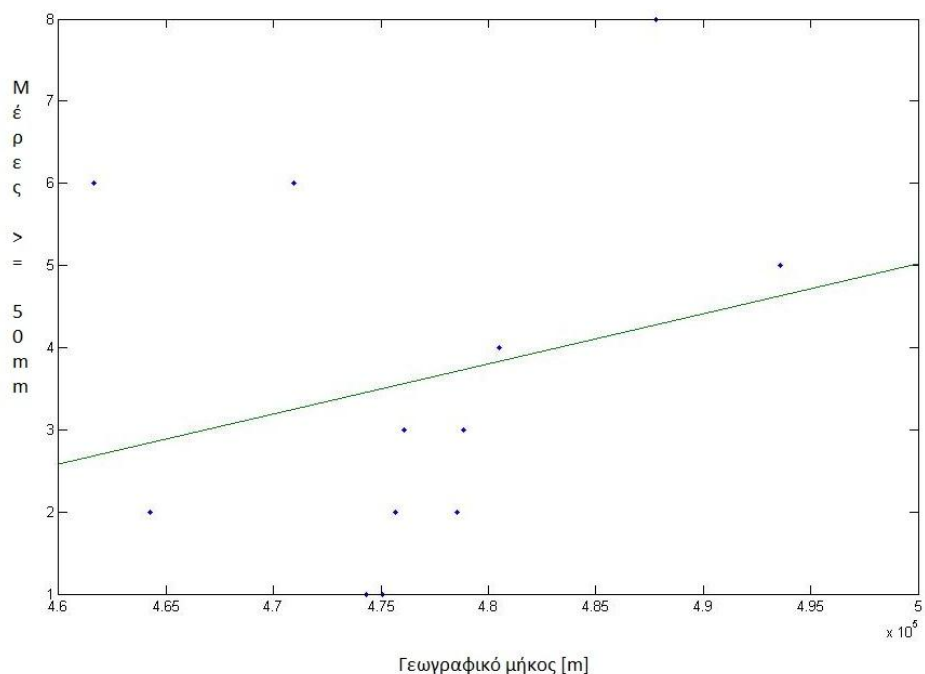
Εξαρτημένη μεταβλητή y οι μέρες ≥ 50 mm, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0001x - 25.4706$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.058

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι κοντά στο 0, οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς άλλη διερεύνηση και δεν υπάρχει εξάρτηση των ημερών ≥ 50 mm από το γεωγραφικό μήκος.

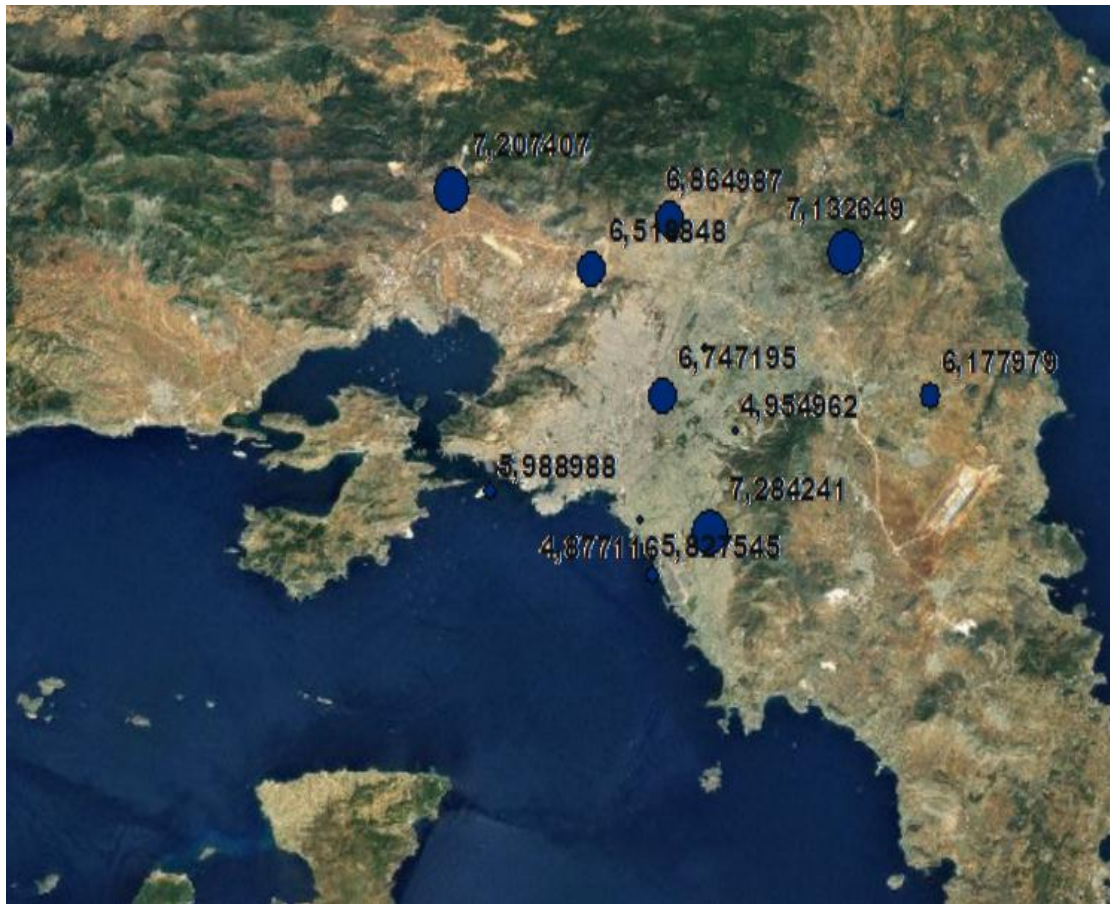
Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 51: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τις μέρες ≥ 50 mm και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

5.6: Υετός ανά μέρα βροχής

Δεδομένα σταθμών:



Εικόνα 20: Υετός σε mm ανά μέρα βροχής ανά σταθμό

5.6.1: Υψόμετρο

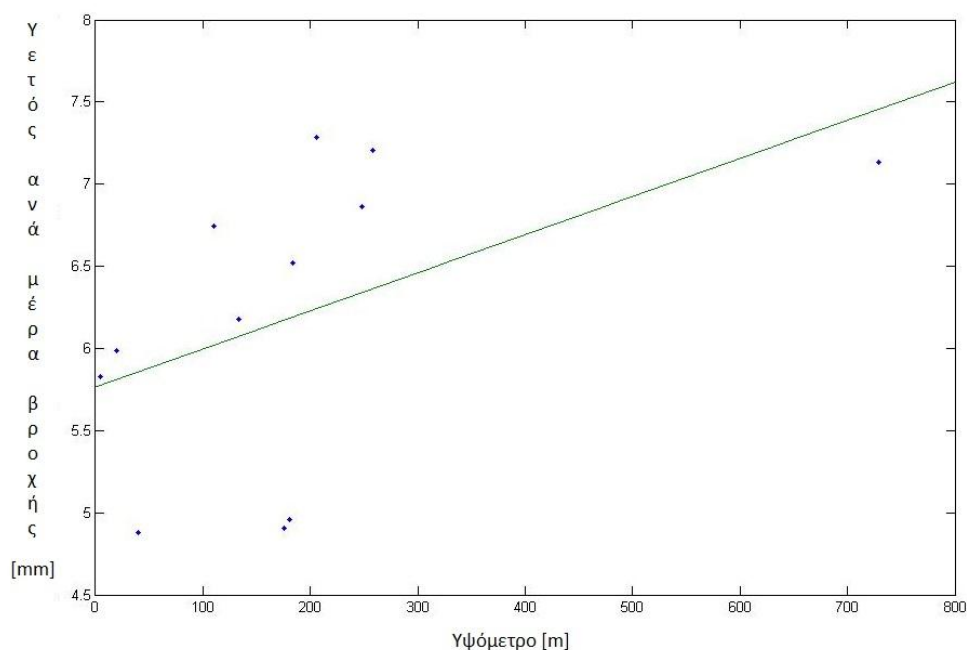
Εξαρτημένη μεταβλητή y ο υετός ανά μέρα βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το υψόμετρο του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.0023x + 5.7645$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.2344

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι αρκετά κάτω από το 0.5, οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς άλλη διερεύνηση και δεν υπάρχει εξάρτηση του υετού ανά μέρα βροχής από το υψόμετρο.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 52: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τον υετό ανά μέρα βροχής και ανεξάρτητη το υψόμετρο

5.6.2: Γεωγραφικό πλάτος

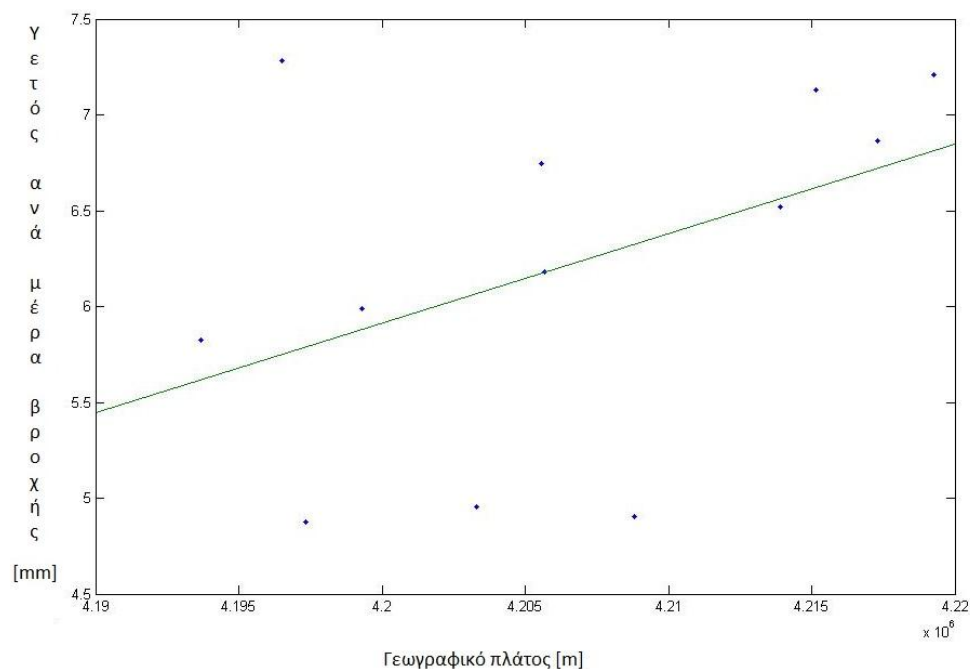
Εξαρτημένη μεταβλητή y ο υετός ανά μέρα βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = 0.00005x - 190$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.1989

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι αρκετά κάτω από το 0.5, οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς άλλη διερεύνηση και δεν υπάρχει εξάρτηση του υετού ανά μέρα βροχής από το γεωγραφικό πλάτος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 53: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τον υετό ανά μέρα βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό πλάτος

5.6.3: Γεωγραφικό μήκος

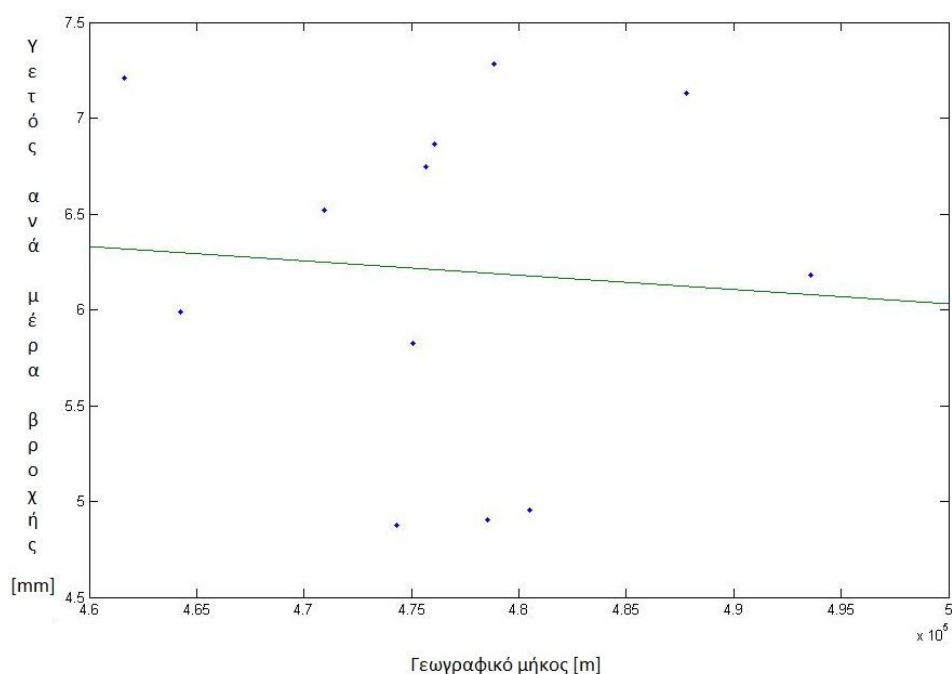
Εξαρτημένη μεταβλητή y ο υετός ανά μέρα βροχής, ανεξάρτητη μεταβλητή x το γεωγραφικό μήκος του σταθμού.

Αρχικό μοντέλο: $y = -0.000007x + 9.7687$

Συντελεστής προσδιορισμού R^2 : 0.0053

Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι σχεδόν 0 οπότε το μοντέλο απορρίπτεται χωρίς άλλη διερεύνηση και δεν υπάρχει εξάρτηση του υετού ανά μέρα βροχής από το γεωγραφικό μήκος.

Ακολουθεί γραφική παράσταση του απορριφθέντος μοντέλου και των δεδομένων:



Σχήμα 54: Γραφική παράσταση τελικού μοντέλου (γραμμή) και δεδομένων (σημεία) με εξαρτημένη μεταβλητή τον υετό ανά μέρα βροχής και ανεξάρτητη το γεωγραφικό μήκος

5.7: Συμπεράσματα

Συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα τα προηγούμενα συμπεράσματα. Το μαύρο σημαίνει μεγάλη εξάρτηση, το γκρι εξάρτηση και το άσπρο όχι εξάρτηση ενώ, σε κάθε κελί, αναφέρεται ο αντίστοιχος συντελεστής προσδιορισμού R^2 .

	Υψόμετρο	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος
Συνολική βροχόπτωση	0.7861	0.6764	0.0550
Μέρες βροχής	0.8102	0.2134	0.1287
Μέρες ≥ 2 mm	0.7914	0.42	0.0238
Μέρες ≥ 20 mm	0.7909	0.2585	0.1132
Μέρες ≥ 50 mm	0.6274	0.496	0.058
Υετός ανά μέρα βροχής	0.2344	0.1989	0.0053

Πίνακας 10: Σύνοψη συμπερασμάτων μελέτης δεδομένων φθινόπωρου-χειμώνα

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι και πάλι το υψόμετρο είναι η κυρίαρχη παράμετρος από την οποία εξαρτάται τόσο η ποσότητα όσο και η ένταση της βροχόπτωσης, με μεγάλη μάλιστα εξάρτηση, ιδίως η δεύτερη (μεγαλύτερη εξάρτηση στις μέρες με πολλά mm). Από την άλλη, εδώ, ούτε το γεωγραφικό πλάτος (πόσο βόρεια-νότια είναι ο σταθμός) ούτε το γεωγραφικό μήκος (πόσο δυτικά-ανατολικά είναι ο σταθμός) φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο. Για μία ακόμη φορά ο υετός ανά μέρα βροχής φαίνεται να εξαρτάται λιγότερο από ότι τα άλλα δεδομένα, οπότε έχουμε και εδώ το συμπέρασμα ότι οι μεταβολές της συνολικής βροχόπτωσης εξισορροπούνται από τις μεταβολές των ημερών βροχής. Όσον αφορά το ποιοι σταθμοί εξαιρέθηκαν τις περισσότερες φορές, ο σταθμός Πεντέλη εξαιρέθηκε τρεις φορές και ο σταθμός Π. Φάληρο δύο, οπότε δεν μπορούμε να βγάλουμε κάποιο ασφαλές συμπέρασμα, ωστόσο για μία ακόμα φορά είναι αξιοσημείωτο ότι ο σταθμός Πεντέλη εξαιρέθηκε τις περισσότερες φορές, όπως και στις δύο προηγούμενες μελέτες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1: Συμπεράσματα

Οι πίνακες με τα συμπεράσματα και από τις τρεις μελέτες συνοψίζονται εδώ. Υπενθυμίζεται ότι το μαύρο σημαίνει μεγάλη εξάρτηση, το γκρι εξάρτηση και το άσπρο όχι εξάρτηση ενώ, σε κάθε κελί, αναφέρεται ο αντίστοιχος συντελεστής προσδιορισμού R^2 .

Συνολικά	Υψόμετρο	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος
Συνολική βροχόπτωση	0.7715	0.5511	0.066
Μέρες βροχής	0.7223	0.5313	0.1257
Μέρες ≥ 2 mm	0.8482	0.5465	0.0238
Μέρες ≥ 20 mm	0.8312	0.2487	0.1206
Μέρες ≥ 50 mm	0.907	0.5662	0.1472
Υετός ανά μέρα βροχής	0.2435	0.6774	0.0003
Άνοιξη Καλοκαίρι	Υψόμετρο	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος
Συνολική βροχόπτωση	0.6821	0.6399	0.0879
Μέρες βροχής	0.6396	0.5669	0.1009
Μέρες ≥ 2 mm	0.9117	0.7391	0.0209
Μέρες ≥ 20 mm	0.6495	0.6885	0.0994
Μέρες ≥ 50 mm	0.6893	0.1824	0.5025
Υετός ανά μέρα βροχής	0.212	0.5826	0.0223
Φθινόπωρο Χειμώνας	Υψόμετρο	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος
Συνολική βροχόπτωση	0.7861	0.6764	0.0550
Μέρες βροχής	0.8102	0.2134	0.1287
Μέρες ≥ 2 mm	0.7914	0.42	0.0238
Μέρες ≥ 20 mm	0.7909	0.2585	0.1132
Μέρες ≥ 50 mm	0.6274	0.496	0.058
Υετός ανά μέρα βροχής	0.2344	0.1989	0.0053

Πίνακας 11: Γενική σύνοψη συμπερασμάτων των τριών μελετών

Τα σημαντικότερα γενικά συμπεράσματα που εξάγονται είναι ότι το υψόμετρο αποτελεί σημαντικό παράγοντα ανεξαρτήτως εποχής τόσο για την ποσότητα όσο και για την ένταση της βροχής με έμφαση στη δεύτερη (μεγαλύτερη εξάρτηση στις μέρες με πολλά mm), σε αντίθεση με το γεωγραφικό μήκος (πόσο ανατολικά-δυτικά είναι ο σταθμός), που δεν φαίνεται να παίζει ιδιαίτερο ρόλο σε καμία από τις τρεις μελέτες. Όσον αφορά το γεωγραφικό πλάτος (πόσο βόρεια-νότια είναι ο σταθμός), παρατηρείται ότι, συνολικά υπάρχει κάποια εξάρτηση τόσο της ποσότητας όσο και

της έντασης της βροχής, ωστόσο, η εξάρτηση αυτή επικεντρώνεται κυρίως στην άνοιξη και το καλοκαίρι και λιγότερο στο φθινόπωρο και το χειμώνα, δηλαδή τους ανοιξιάτικους και καλοκαιρινούς μήνες υπάρχει μεγαλύτερη μεταβολή της ποσότητας και της έντασης της βροχής σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος από ότι τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς. Τα συμπεράσματα αυτά μας επιτρέπουν να υποθέσουμε με ικανοποιητική βεβαιότητα ότι, όσο αναφορά το υψόμετρο και το γεωγραφικό μήκος, ισχύουν ανεξαρτήτως του τύπου καιρού η των αιτιών που προκαλούν την βροχόπτωση, αντιθέτως, για το γεωγραφικό πλάτος δεν μπορούμε να υποθέσουμε το ίδιο (βλέπε και περαιτέρω έρευνα στο 6.2). Με δεδομένο ότι η οικιστική ανάπτυξη στην Αττική κατευθύνεται ως επί το πλείστον σε δύο άξονες, προς τα ανατολικά (στα Μεσόγεια) και προς τα βόρεια, τα προηγούμενα μας επιτρέπουν να πούμε ότι στον δεύτερο θα πρέπει να αναμένουμε μεγαλύτερες διαφοροποιήσεις στην παράμετρο της βροχόπτωσης σε σχέση με τον πρώτο. Ένα άλλο πεδίο στο οποίο στο οποίο είναι χρήσιμα τα παραπάνω συμπεράσματα είναι αυτός των παρατηρήσεων της βροχόπτωσης από radar ή μετεωρολογικούς δορυφόρους. Οι παρατηρήσεις αυτές επηρεάζονται σημαντικά από το ανάγλυφο [14] και αφού από τα δεδομένα βροχόπτωσης των μετεωρολογικών σταθμών που μελετήθηκαν στην εργασία αυτή προέκυψε ειδικά για το υψόμετρο μεγάλη εξάρτηση, συμπεραίνουμε ότι οι δύο αυτές πηγές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε αντιδιαστολή τόσο για σύγκριση όσο και για εξαγωγή ακριβέστερων συμπερασμάτων για την κατανομή της βροχόπτωσης.

Επίσης, και στις τρεις μελέτες ο υετός ανά μέρα βροχής φαίνεται να εξαρτάται λιγότερο από τις τρεις παραμέτρους σε σχέση με τα άλλα δεδομένα που μελετήσαμε, κάτι που σημαίνει ότι, ανεξαρτήτως εποχής, οι μεταβολές της συνολικής βροχόπτωσης εξισορροπούνται από τις μεταβολές των ημερών βροχής, δηλαδή, οι σταθμοί που έχουν περισσότερη βροχόπτωση έχουν και περισσότερες μέρες βροχής ή αλλιώς, οι μέρες βροχής είναι ανάλογες της συνολικής βροχόπτωσης. Το γεγονός αυτό μπορεί να μας φανεί χρήσιμο σε περιπτώσεις που έχουμε τμηματικά δεδομένα από κάποιον σταθμό αφού, με χρήση στατιστικών μεθόδων, αν έχουμε μόνο τη συνολική βροχόπτωση ενός σταθμού μπορούμε να υπολογίσουμε προσεγγιστικά τις μέρες βροχής και το αντίστροφο.

Αθροίζοντας τους σταθμούς που εξαιρέθηκαν τις περισσότερες φορές από τις μελέτες, προκύπτουν τα εξής, ο σταθμός Πεντέλη εξαιρέθηκε δώδεκα φορές, ο σταθμός Π. Φάληρο πέντε και οι υπόλοιποι από τέσσερις και κάτω. Δηλαδή, ο σταθμός Πεντέλη εξαιρέθηκε υπερδιπλάσιες φορές ακόμα και από τον δεύτερο, τον σταθμό Π. Φάληρο και επιπροσθέτως επέμεινε και στις τρεις μελέτες, υποδεικνύοντας είτε κάποια αστοχία των δεδομένων ή των οργάνων του σταθμού ή ότι υπάρχουν ειδικοί τοπικοί παράγοντες που χρειάζονται περαιτέρω έρευνα. Το συμπέρασμα αυτό είναι λίγο επισφαλές, δεδομένου ότι όλοι οι σταθμοί που μελετήθηκαν ήταν σε υψόμετρο κάτω των 300m και μόνο της Πεντέλης πάνω από τα 700m (βλέπε και περαιτέρω έρευνα στο 6.2).

Συνοψίζοντας, από την εργασία αυτή προέκυψε ότι, στην Αττική, υπάρχει αξιολογητή αλληλεπίδραση της θέσης και του υψομέτρου ενός μετεωρολογικού σταθμού με την καταγεγραμμένη βροχόπτωση, ωστόσο, αξιοσημείωτο είναι ότι τα αποτελέσματα δεν διαφοροποιούνται σημαντικά για τις πέντε από τις έξι μεταβλητές που εξετάστηκαν (Συνολική βροχόπτωση, Μέρες βροχής, Μέρες ≥ 2 mm, Μέρες ≥ 20 mm, Μέρες ≥ 50 mm), άρα είναι παραπλήσια τόσο για την ένταση όσο και για την ποσότητα της βροχόπτωσης, ενώ, εξαίρεση ήταν η μεταβλητή υετός ανά μέρα βροχής, όπου παρατηρήθηκε εντελώς διαφορετική συμπεριφορά σε σχέση με τις υπόλοιπες.

6.2: Περαιτέρω έρευνα

Ενδιαφέρον, τουλάχιστον από μετεωρολογικής-κλιματολογικής απόψεως, παρουσιάζει η περαιτέρω έρευνα του συμπεράσματος (μέσω του υετού ανά μέρα βροχόπτωσης) ότι οι μέρες βροχής είναι ανάλογες της συνολικής βροχόπτωσης, ώστε να διαπιστωθεί αν παρουσιάζεται και σε άλλες περιοχές. Από την άλλη, τα συμπεράσματα για το υψόμετρο, το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος έρχονται σε συμφωνία με διάφορες άλλες σχετικές έρευνες που έχουν γίνει για την κατανομή των βροχοπτώσεων στην Ελλάδα [15] αλλά και παγκοσμίως [1][16], θα είχε όμως ενδιαφέρον, για τους λόγους που αναλύθηκαν στο 6.1, η επανάληψη της μελέτης που έγινε στην εργασία αυτή με διαχωρισμό των δεδομένων με βάση τον τύπο καιρού ή τα αίτια που προκάλεσαν το κάθε επεισόδιο βροχής, αντί των εποχών του έτους, ειδικά για το γεωγραφικό πλάτος.

Το γεγονός ότι όλοι οι σταθμοί της έρευνας βρίσκονταν σε υψόμετρο κάτω των 300m, εκτός του σταθμού Πεντέλη που ήταν στα 729m, υποδεικνύει ότι θα είχε ενδιαφέρον να επαναληφθεί μία ανάλογη μελέτη με περισσότερους σταθμούς υψομέτρων από 300 έως 1000m, δεδομένου ότι υπάρχει σε κάποιες περιοχές οικιστική ανάπτυξη και πάνω από τα 500m.

Βιβλιογραφία

- 1: <http://www.noa.gr/>
- 2: http://www.meteo.noa.gr/iersd_main_gr.htm
- 3: G. Donald Ahrens 1999 Βασικές αρχές μετεωρολογίας Ίων
- 4: Damodar Dharmanand Kosambi 1982 Culture and Civilization of Ancient India in Historical Outline Vikas Publishing House Pvt.Ltd, India
- 5: Mary Bellis 2011 Rain Gauge About.com
http://inventors.about.com/od/rstartinventions/a/Rain_Gauge.htm
- 6: Nikos Mamassis 2009
- 7: American meteorological society Glossary of meteorology
<http://amsglossary.allenpress.com/glossary>
- 8: K. Szesztay Some aspects of hydrological network design with special regard to mountainous areas <http://iahs.info/redbooks/a068/06833.pdf>
- 9: <http://www.hydroscope.gr/>
- 10: <http://hoa.ntua.gr/>
- 11: <http://www.metar.gr/>
- 12: <http://users.ntua.gr/ge02172/kairos.htm>
- 13: X. Καρόνη-Π. Οικονόμου 2010 Στατιστικά μοντέλα παλινδρόμησης Συμμεών
- 14: Papathanasiou C., Safiolea E., Kalogiros Y. and Mimikou M. (2007)
“Comparative analysis of rain gauge and radar precipitation estimates in the Attiki area”, *Proc. 10th International Conference on Environmental Science and Technology, 5 - 7 September 2007, Kos, Greece.*
- 15: Πουράνης Σπύρος 2010 Δημιουργία χωρικής βάσης κλιματικών στοιχείων
http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/3588/3/pouraniss_rainfall.pdf
- 16: <http://www.wetterzentrale.de/klima/index.html>