



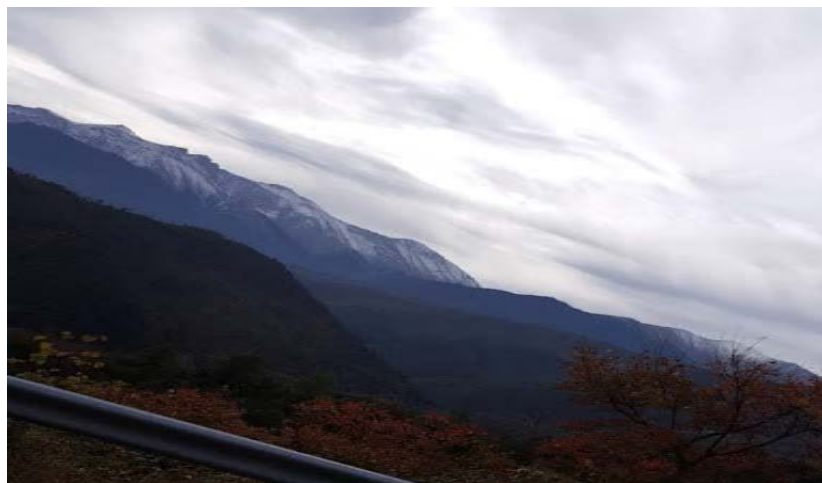
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥΣ ΡΑΦΑΕΛΛΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΝΔΟ-ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2022





ΡΑΦΑΕΛΛΑ ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥΣ
Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ:5519

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΝΔΟ-ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας,
Τομέας Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας

Επιβλέπων

Δημήτριος Μπαμπζέλης

Ε.ΔΙ.Π. Α.Π.Θ.



© Ραφαέλλα Χατζηχαράλαμπος , Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΝΔΟ-ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ– Διπλωματική Εργασία

© Rafaella Chatzicharalampous, School of Geology, Dept. of Meteorology and Climatology, 2022

All rights reserved. RESEARCH OF THE INTO-DAILY COURSE AND RAIN IN THE AREA AND THESSALONIKI– *Bachelor Thesis*

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

Εικόνα Εξωφύλλου:.....



Περίληψη

Η διπλωματική εργασία με τίτλο «Μελέτη της ενδο - ημερήσιας πορείας της βροχής στην περιοχή της Θεσσαλονίκης» έχει ως σκοπό την μελέτη των επιπέδων βροχόπτωσης στην πόλη και μέσα από την συχνή καταγραφή του ύψους του επιπέδου της βροχής να διαπιστωθούν οι αλλαγές που παρατηρούνται με την πάροδο των χρόνων. Αυτό αφορά την συχνότητα αλλά και την ποσότητα βροχόπτωσης. Για την πραγματοποίηση της χρησιμοποιήθηκαν ωριαίες τιμές του ύψους της βροχής για την χρονική περίοδο από το 1947 μέχρι και το 2019 οι οποίες συλλέχθηκαν από το Μετεωρολογικό σταθμό Θεσσαλονίκης στο πάρκο του ΑΠΘ.

Πρωτίστως στην μελέτη αυτή αναφερθήκαμε στο θεωρητικό κομμάτι στο οποίο στηρίχθηκε η εργασία μας και αφορούσε κυρίως τον υετό και ειδικότερα πως αυτός καταγράφεται στην Θεσσαλονίκη. Έπειτα παρουσιάζονται οι μετρήσεις καθώς και τα σχεδιαγράμματα που αφορούν το ύψος του επιπέδου βροχόπτωσης αλλά και το αριθμό των περιστατικών βροχής τόσο στην διάρκεια ολόκληρου του έτους όσο και για κάθε εποχή ξεχωριστά για να καταλήξουμε στα τελικά αποτελέσματα.

Μέσα από την μελέτη που πραγματοποιήθηκε διαπιστώνεται ότι η μέση ενδο-ημερήσια πορεία του ύψους της βροχής κατά την διάρκεια του έτους παρουσιάζει μια ανισοκατανομή με 3 μέγιστα που εμφανίζονται τις ακόλουθες ώρες: τα μεσάνυχτα 00:00-01:00 , στις 11:00-12:00 και κατά τις απογευματινές ώρες 17:00-18:00 και ένα ελάχιστο σημείο που καταγράφεται κατά τις πρώτες πρωινές ώρες στις 06:00-07:00. Σε αυτή την κατανομή υπολογίζονται όλες οι εποχές ενώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι τα μέγιστα που παρουσιάζονται οφείλονται κυρίως στο Καλοκαίρι. Στις περιπτώσεις όπου έχουμε μονωμένη την κάθε εποχή η κατανομή αυτή διαφοροποιείται κατά πολύ.



The thesis entitled "Study of the intra-daily course of the rain in the area of Thessaloniki" aims to study the levels of precipitation in the city and through the frequent recording of the height of the level of rain to determine the changes observed over time of the years. This concerns the frequency but also the amount of precipitation. For its implementation, were used hourly values of the amount of rain for the period from 1947 to 2019, which we collected from the Meteorological Station of Thessaloniki.

Primarily in this study we referred to the theoretical part on which our work was based and it mainly concerned the rain and in particular how it is recorded in Thessaloniki. Then the measurements are presented as well as the diagrams concerning the height of the precipitation level and the number of rain incidents both during the whole year and for each season separately to arrive at the final results.

Through the study carried out, it is found that the average intra-day course of the amount of rain during the year presents an uneven distribution with 3 maxima appearing at the following times: midnight 00:00-01:00, at 11:00- 12:00 and during the afternoon hours 17:00-18:00 and a minimum point recorded during the early morning hours at 06:00-07:00. In this distribution, all seasons are calculated, while we should mention that the maxima presented are mainly due to the summer. In the cases where we isolate each season, this distribution varies greatly.



Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκη και πιο συγκεκριμένα στο Τμήμα Γεωλογίας στον Τομέα Μετεωρολογίας- Κλιματολογίας.

Η ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας θα ήταν αδύνατη χωρίς την καθοδήγηση του καθηγητή μου Μπαμπζέλη Δημήτριο, τον ευχαριστώ πολύ για όλη την πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφερε και για όλη την υπομονή που μου έδειξε. Ευχαριστώ θερμά όλους τους καθηγητές μου για όλες τις γνώσεις και όλη την υποστήριξη που μου πρόσφεραν και μπόρεσα να βγάλω εις πέρας την διπλωματική μου αυτή,

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω βαθύτατα τους φίλους και κυρίως τους γονείς μου οι οποίοι υπήρξαν ένα ανεκτίμητο στήριγμα και τους οφείλω όλη την διαδρομή των σπουδών μου.



Περίληψη.....	5
Abstract.....	6
Ευχαριστίες.....	7
Εισαγωγή.....	9
Κεφάλαιο 1: Ορολογίες	11
1.1 Υετός Σημασία.....	11
1.2 Βροχή.....	12
1.3 Τρόπος Μελέτης της Βροχής.....	13
1.4 Κατηγορίες βροχόπτωσης.....	14
1.5 Μηχανισμός σχηματισμού Βροχής.....	15
Κεφάλαιο 2: Ο υετός στην Ελλάδα.....	19
2.1 Το κλίμα στην Ελλάδα.....	19
2.2 Καταγραφή υετού στην Ελλάδα.....	19
2.3 Περιοχή μελέτης-Θεσσαλονίκη.....	20
2.4 Κλίμα στην Θεσσαλονίκη.....	21
2.5 Ο υετός στην Θεσσαλονίκη.....	21
Κεφάλαιο 3: Ανάλυση Αποτελεσμάτων	23
3.1 Δεδομένα.....	24
3.2 Μεθοδολογία.....	24
3.3 Παρουσίαση και Ανάλυση Διαγραμμάτων.....	25
3.4 Ενδο-ημερήσια πορεία ύψους βροχής.....	25
3.5 Ενδο-ημερήσια πορεία συχνότητας βροχής.....	27
3.6 Μέση ενδο-ημερήσια πορεία- Συχνότητα επί τις 100.....	29
3.7 Ώρα έναρξης και λήξης βροχής.....	31
Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα.....	36
Βιβλιογραφία.....	38

Το νερό είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την δημιουργία και την διατήρηση της ζωής. Είναι το πιο διαδεδομένο υγρό στην φύση αφού καλύπτει ποσοστό 70% της επιφάνειας της γης ενώ αποτελεί βασικό συστατικό κάθε ζωντανού οργανισμού, των διαφόρων υλικών και τροφών και παράλληλα είναι σημαντικό μεταφορικό μέσο, είναι διαλυτικό και προσφέρει ενέργεια. Κανένας ζωντανός οργανισμός δεν μπορεί να συνεχίσει να υπάρχει χωρίς αυτό το στοιχείο. Στον άνθρωπο αντιπροσωπεύει το 60 - 66% του σωματικού βάρους για τον άντρα και το 50 – 55% για τις γυναίκες. (ΔΕΥΑΠ, 2022) Η ποιότητα και η ποικιλία της ζωής αλλά και η καλή καρποφορία της Γης βασίζονται πολύ στο νερό που φτάνει στην Γη. Αυτό γίνεται με την μορφή βροχής. Πιθανότατα το πρώτο μετεωρολογικό στοιχείο που μετρήθηκε από τον άνθρωπο είναι η βροχή λόγω της ζωτικής της σημασίας.

Η βροχή αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες παραμέτρους που επιδρούν και διαμορφώνουν το κλίμα μιας περιοχής. Συνήθως, οι ερευνητές θέλοντας να την μελετήσουν επικεντρώνονται στην ποσότητας ύδατος που πέφτει σε μια οριζόντια επιφάνεια. Εξίσου σημαντικές όμως είναι η συχνότητα, η ένταση και οι ώρες έναρξης και λήξης της βροχής. Η μελέτη των ενδο-ημερήσιων χαρακτηριστικών της βροχής, του ποσού, της συχνότητας, της διάρκειας καθώς και της έντασης της παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και σε αυτό το κομμάτι στηρίζεται η διπλωματική εργασία με την οποία έχω ασχοληθεί.

Αδιαμφισβήτητα η Ελλάδα είναι μια χώρα με Μεσογειακό κλίμα με ζεστά καλοκαίρια και σχετικά ήπιους αλλά βροχερούς χειμώνες. Η ψυχρή περίοδος αφορά κυρίως τους μήνες από μέσα του Οκτωβρίου μέχρι και τα τέλη Μαρτίου όμως οι βροχές που καταγράφονται αυτούς τους μήνες σπάνια κρατάνε για πολύ και η έντονη βροχόπτωση καταγράφεται μονάχα λίγες ώρες την μέρα.

Αυτό το σκηνικό όμως διαφοροποιείται με τα χρόνια αφού δεν παρουσιάζεται μια ομοιομορφία γενικά στην καταγραφή του περιστατικού βροχής για αυτό και πολλοί Έλληνες ερευνητές κατά καιρούς χρησιμοποιώντας δεδομένα

βροχόπτωσης, από μετεωρολογικούς σταθμούς επιχείρησαν να μελετήσουν εκτεταμένα το καθεστώς της βροχόπτωσης. Το 1989 σε τοπική κλίμακα οι Katsoulis and Kambetzidis, σε πανελλήνια κλίμακα ο Bloutsos το 1993, οι Pnevmatikos and Katsoulis το 2006 ενώ για παρατήρηση και ανάλυση της βροχόπτωσης σε Μεσόγειο και Ευρώπη είχε προβεί ο Σαχσαμάνογλου το 1992 , το 2001 οι Feidas and Lalas και πολλοί άλλοι σπουδαίοι ερευνητές. Στην παρούσα εργασία έχω προσπαθήσει να μελετήσω και να γράψω τα βασικά χαρακτηριστικά της βροχόπτωσης σε ενδο-ημερήσια βάση για τοπική κλίμακα (Θεσσαλονίκη) για την περίοδο 1947-2019.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρατηρήσουμε και να σχολιάσουμε τις πάνω παραμέτρους σχετικά με την βροχή σε ενδο-ημερήσια βάση για την περιοχή της Θεσσαλονίκης για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα που αφορά 72 ολόκληρα χρόνια. Αρχικά έχω αναφερθεί σε ορολογικές έννοιες του υετού, στον τρόπο σχηματισμού του και στα βασικά του γνωρίσματα. Έπειτα έχω αναλύσει αυτά τα χαρακτηριστικά για την πόλη της Θεσσαλονίκης όπου παρουσιάζεται κυρίως πολυπλοκότερη διακύμανση της βροχόπτωσης, αυτό αποδίδεται για παράδειγμα στις βροχές των θερμών καταιγίδων στο τέλος της άνοιξης και στη αρχή του καλοκαιριού, παράλληλα οφείλεται στην ανομβρία της χειμερινής περιόδου, στις πρόωρες μετωπικές διαταράξεις του Οκτωβρίου και σε πολλά άλλα. Αξίζει να επισημάνουμε ότι η μελέτη αυτή δεν αφορά μόνο την καταγραφή του ύψους της βροχόπτωσης ετησίως, αλλά και την ώρα έναρξης και λήξης των περιστατικών υετού, καθώς επίσης γίνεται ξεχωριστά περιγραφή των πιο πάνω παραμέτρων για τις τέσσερις εποχές του χρόνου.

Στην συνέχεια έχω περιγράψει τον τρόπο καταγραφής των διαφόρων τιμών που περιγράφουν τον υετό, την μεθοδολογία που έχει ακολουθηθεί και τα διαγράμματα που έχουν προκύψει για να ολοκληρωθεί αυτή η μελέτη όπου παρουσιάζονται τόσο τα σχόλια και οι γενικές παρατηρήσεις όσο και τα τελικά συμπεράσματα.

Ορολογίες – Σημασία υετού

Υετός Σημασία

«υώ» αρχαίο ελληνικό ρήμα, που σημαίνει ότι στέλνω βροχή και από αυτό παράγεται ο υετός. (Βικιπαίδεια, 2022) Με τον όρο αυτό εννοούμε οτιδήποτε πέφτει από τα σύννεφα, από τον ουρανό σε μορφή είτε υγρή είτε στερεή καταλήγοντας στην επιφάνεια της γης. Για να πραγματοποιηθεί όμως αυτό προηγείται μια διαδικασία που σχετίζεται με την εξάτμιση των επιφανειακών νερών. Ο Υετός περιλαμβάνει μια τεράστια γκάμα ξεκινώντας από τα διάφορα είδη βροχής, το χιόνι, το χαλάζι, το χιονόνερο και γενικότερα ότι άλλο φθάνει στο έδαφος υπό μορφή υγρασίας όπως είναι η πάχνη και η δρόσος. Εκείνο που διαμορφώνει τις πιο πάνω μορφές υδάτων είναι η υγρασία, τα κατακόρυφα ρεύματα αέρα που υπάρχουν στην συγκεκριμένη περιοχή κυρίως όμως η θερμοκρασία για αυτό και ανάλογα με τις τιμές της διακρίνουμε τις πιο κάτω περιπτώσεις:

- i. Αν η θερμοκρασία είναι πολύ κάτω από τους 0 °C (βαθμούς Κελσίου) τότε έχουμε χιόνι
- ii. Αν είναι πάνω από τους 0 °C τότε έχουμε την βροχή ή αν είναι αρκετό κρύο τότε πέφτει υπό μορφή χιονιού.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι οι 0 °C αποτελούν και το σημείο παγιοποίησης του νερού ή το σημείο πήξης του. Σε αυτή την μελέτη έχω αναλύσει και έχω σχολιάσει τον υετό υπό μορφή βροχής.

Βροχή

Είναι ένα φαινόμενο του υετού το οποίο αφετηρία έχει την συμπύκνωση των υδρατμών στην ατμόσφαιρα, που με την συσσώρευση τους αποκτούν περισσότερο βάρος και λόγω της βαρυτικής δύναμης έχουμε την πτώση νερού με την μορφή σταγόνων. (coolweb.gr, 2022) Αυτό μπορεί να προκύψει και από μικρούς παγοκρυστάλλους που ενώνονται μεταξύ τους δημιουργούν τις νιφάδες χιονιού που όταν βαραίνουν αρχίζουν να πέφτουν στην Γη. Κατά την διαδρομή τους περνάνε από διάφορα στρώματα τα οποία παρουσιάζουν θερμοκρασία μεγαλύτερη από αυτή που βρίσκονταν και έτσι λιώνουν και πέφτουν πάλι υπό μορφή υδροσταγόνων. (Μαγούλης, Α, Καραδήμας, Χ., 2013) Οι βροχές ποικίλουν στον τρόπο που παρατηρείται συμπύκνωση των υδρατμών και έτσι έχουμε τις:

- ➔ *Μετωπικές Βροχές* όπου οι θερμές αέριες μάζες συναντώνται με τις πολικές αέριες μάζες, ο θερμός αέρας ανυψώνεται και ψύχεται έτσι οι υδρατμοί υγροποιούνται και έχουμε την βροχή. Αυτό παρατηρείται στα μέσα γεωγραφικά πλάτη.
- ➔ *Βροχές οριζόντιας και κατακόρυφης μεταφοράς* όπου ο θερμός αέρας ανυψώνεται πολύ γρήγορα προς τα πάνω, τα ρεύματα αυτά διαστέλλονται και δημιουργούν σύννεφα που φέρνουν έντονη βροχή ενώ σε κάποιες περιπτώσεις έχουμε καταιγίδες, κεραυνούς, αστραπές. Παρατηρείται συνήθως σε τροπικές περιοχές όπου το έδαφος υπερθερμαίνεται από τον ήλιο.
- ➔ *Ορογραφικές ή Βροχές ανάγλυφου* αυτό το συναντάμε σε βουνοπλαγιές που έχουν προσανατολισμό προς τις ακτές. Ο τρόπος που δημιουργείται οφείλεται κυρίως στον αέρα που κινείται πάνω από θάλασσες και είναι πλούσιος σε υδρατμούς και όταν περνά στην ξηρά και ιδίως πάνω από τα βουνά ανυψώνεται, ψύχεται, οι υδρατμοί υγροποιούνται με επακόλουθο τις βροχές.

Η διάμετρος των σταγονιδίων της βροχής είναι περίπου 0,05 – 0,06 εκατοστά και αν έχουμε απότομες μεταβολές της έντασης της βροχής τότε αυτό ονομάζεται **Όμβρος**, αν όμως η ένταση της είναι πολύ μικρή και τα σταγονίδια είναι πολύ μικρά και πολυάριθμα που ακολουθούν τα αέρια ρεύματα τότε έχουμε την **Ψιχάλα**.

Τρόπος Μελέτης της Βροχής

Η πορεία που καταγράφει η βροχή σε μια περιοχή σε ένα έτος αποτελεί σημαντικό στοιχείο για τον προσδιορισμό του κλίματος της, όπως και η βροχόπτωση. Για να περιγράψουμε την βροχή αναφερόμαστε συνήθως στην βροχόπτωση που καταγράφεται σε μια περιοχή και ειδικότερα στο ύψος του επιπέδου βροχόπτωσης και στην ένταση της που μετριέται σε χιλιοστά ανά ώρα με την χρήση βροχόμετρου. (Στάθης, 2015) Υπάρχουν 2 είδη βροχόμετρου:

- ο Ογκομετρικό είναι το πιο απλό όργανο για μέτρηση της βροχής τόσο σχετικά με την χρήση του όσο και την κατασκευή. Αποτελείται από χωνί που είναι φτιαγμένο από ψευδάργυρο με γνωστό εμβαδόν στομίου και διάμετρο 10 – 13 cm. Το νερό συλλέγεται και μετριέται σε γυάλινο ογκομετρικό σωλήνα που τοποθετείται στο Μετεωρολογικό σταθμό σε σημείο μακριά από αντικείμενα που ενδεχομένως θα επηρέαζαν την συλλογή νερού. Ο ογκομετρικός σωλήνας έχει υποδιαιρέσεις που αντιστοιχούν στα χιλιοστά του ύψους της βροχής
- ο Δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο για να έχουμε ακρίβεια σε δέκατα του χιλιοστού. Αποτελείται από χωνί ψευδαργύρου που καταλήγει σε μεταλλικό κύλινδρο με στρόφιγγα στο άκρο του και με μια πλάγια



διακλάδωση που ενώνεται σε ένα γυάλινο σωλήνα. Το συνολικό μήκος των 2 σωλήνων είναι από 40 – 100 cm. Τα εκατοστά της κλίμακας μετράνε χιλιοστά του ύψους βροχής και τα χιλιοστά μας δείχνουν τα δέκατα του χιλιοστού.

Η βροχή συνήθως είναι ένα φαινόμενο που δεν παρουσιάζει συνεχής και ίδια ροή και ένταση κατά την διάρκεια της ημέρας, ενώ μπορεί να περάσει κάποιο χρονικό διάστημα δίχως την συλλογή σταγόνων και στο μεσοδιάστημα να έχουμε και την εμφάνιση ήλιου. Εμφανίζεται τότε μεγάλη πιθανότητα η στάθμη στους ογκομετρικούς σωλήνες να αρχίσει να μειώνεται λόγω της εξάτμισης που πραγματοποιείται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Αυτοί είναι κάποιοι από τους εξωτερικούς παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν σφάλματα και αλλοιώσεις κατά την διαδικασία των μετρήσεων. Η γνώση της διάρκειας κάθε επεισοδίου βροχής και η συχνή ανάλυση και καταγραφή των εντάσεων της βροχής είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος μείωσης των σφαλμάτων ώστε να έχουμε πιο ορθά και σαφή συμπεράσματα. Παραδείγματος χάρη αν σε μια μέρα έχουμε αρκετά επεισόδια βροχής τότε προσθέτοντας τα ύψη των επιμερούς επεισοδίων, προκύπτει το ημερήσιο ύψος και η ημερήσια διάρκεια το ίδιο γίνεται και για τον κάθε μήνα όπου αθροίζοντας τις ημερήσιες καταγραφές μας δίνει την συνολική μηνιαία αναφορά.

Κατηγορίες Βροχόπτωσης

Ανάλογα με την ένταση της μπορεί να διαχωριστεί σε τρεις κατηγορίες:

- ➔ *Ισχυρή βροχόπτωση* έχουμε όταν το ύψος που καταγράφεται είναι πάνω από 6 χιλιοστά την ώρα. Σε μια τέτοια περίπτωση μπορούν να παρατηρηθούν ακραία καιρικά φαινόμενα όπως είναι και το χαλάζι.
- ➔ *Μέτρια* αν έχουμε ύψος από 2 μέχρι και 6 χιλιοστά την ώρα

➔ *Ασθενής βροχόπτωση* όταν το ύψος βροχής που καταγράφεται είναι μέχρι 2 χιλιοστά την ώρα.

Μηχανισμός σχηματισμού Βροχής

Για την ύπαρξη υετού και την εμφάνιση βροχής ευθύνεται ο κύκλος νερού δηλαδή ο υδρολογικός κύκλος που περιγράφει την ύπαρξη και τον τρόπο κυκλοφορίας του νερού στην επιφάνεια της Γης. Η ύπαρξη και η συνέχιση της ζωής στην Γη οφείλεται στο νερό, ένα μέσο που μπορεί να αλλάξει μορφή από υγρή σε αέρια από στερεό σε υγρό και αέριο και αντίστροφα, ενώ βρίσκεται συνεχώς σε κίνηση. Ο κύκλος αυτός δεν είναι έχει αρχή και τέλος, δεν είναι κάτι νέο ή κάτι που συμβαίνει τα τελευταία χρόνια στην γη αλλά αντιθέτως συμβαίνει από την στιγμή εμφάνισης ζωής στην γη αλλά με διαφορετικό ρυθμό πραγματοποίησης.

Για να τον περιγράψουμε θα θεωρήσουμε ότι η αρχή γίνεται στην θάλασσα. (Μπαρδανίκα, 2017) Πρώτα από όλα ο Ήλιος θερμαίνει το νερό στη θάλασσα, στις λίμνες και στα ποτάμια έτσι εξατμίζεται και ανυψώνεται στον αέρα υπό μορφή ατμού. Νερό εξατμίζεται και από το έδαφος ενώ με την διαπνοή των φυτών έχουμε και πάλι υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Η διαπνοή μαζί με την εξάτμιση μπορεί να περιγράφουν με τον όρο εξατμισοδιαπνοή. Οι υδρατμοί λόγω των ρευμάτων αέρα ανυψώνονται στα ανωτέρω στρώματα της ατμόσφαιρας όπου έχουμε χαμηλότερες θερμοκρασίες λόγω των μικρότερων πιέσεων που επικρατούν. Ένα μέρος των υδρατμών συμπυκνώνεται και έτσι δημιουργούνται τα σύννεφα. Τα σταγονίδια που σχηματίζουν τα σύννεφα σιγά σιγά αυξάνονται και μεγαλώνουν με αποτέλεσμα λόγω της επίδρασης της βαρυτικής δύναμης να πέφτουν στην γη υπό μορφή βροχής. Τα σταγονίδια μπορούν να πέσουν και υπό μορφή χιονιού αλλά αυτό για να γίνει εξαρτάται από τις συνθήκες που επικρατούν εκείνη την στιγμή στην συγκεκριμένη περιοχή και αφορά τον αέρα και την θερμοκρασία.

Το νερό που πέφτει στην επιφάνεια της Γης καταλήγει το μεγαλύτερο ποσοστό του σε ωκεανούς, λίμνες και ποτάμια και ένα άλλο ποσοστό διαπερνά το έδαφος και σχηματίζει το υπόγειο νερό με την διαδικασία της διήθησης.



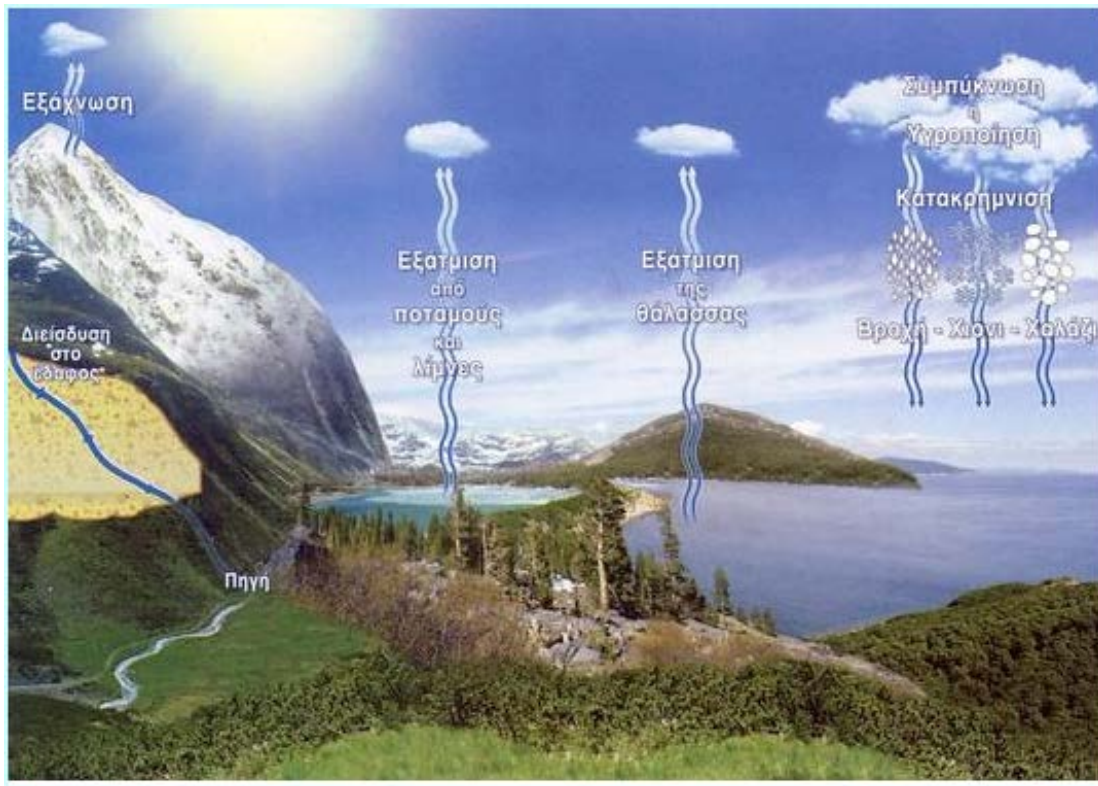
Σχήμα 1.1 Ο υδρολογικός κύκλος – Μηχανισμός σχηματισμού Βροχής (Βικιπαίδεια , Κύκλος του νερού)

Σύμφωνα με την Γεωλογική Υπηρεσία των ΗΠΑ (USGS) ο υδρολογικός κύκλος μπορεί να διαχωριστεί σε 16 μέρη στην: (usgs.gov, 2022)

- Αποθήκευση νερού στους ωκεανούς. Υπολογίζεται ότι το 96% του νερού της γης είναι αποθηκευμένο στην θάλασσα, ενώ 88% από αυτό εξατμίζεται και λαμβάνει μέρος στον κύκλο του νερού
- Εξάτμιση. Το νερό από υγρό στοιχείο γίνεται αέριο, γίνεται υδρατμός και μπαίνει στην ατμόσφαιρα. Για να γίνει η εξάτμιση απαραίτητη είναι η παροχή θερμότητας.

- Εξατμισοδιαπνοή. Η μεταφορά του νερού στην ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα της εξάτμισης από την επιφάνεια του εδάφους αλλά και της διαπνοής από τα φύλλα των φυτών. Η διαπνοή αυξάνεται όσο αυξάνεται η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία και μειώνεται με την αύξηση των ανέμων.
- Εξάχνωση. Η μετατροπή του στερεού νερού (πάγος) σε αέρια μορφή (υδρατμούς) χωρίς να υπάρχει η υγρή φάση. Η εξάχνωση γίνεται κυρίως σε μεγάλα υψόμετρα όπου έχουμε χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση ή σε ξηρή ατμόσφαιρα με δυνατούς ανέμους
- Αποθήκευση νερού στην ατμόσφαιρα σε ατμούς, σύννεφα και υγρασία
- Συμπύκνωση. Το νερό από αέρια παίρνει υγρή μορφή και έχουμε και τον σχηματισμό σύννεφων. Η ομίχλη καθώς και το θόλωμα στα τζάμια αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα.
- Κατακρημνίσματα. Ο κύριος τρόπος όπου έχουμε πτώση βροχής στην επιφάνεια της Γης
- Αποθήκευση νερού σε πάγους και χιόνια
- Απορροή από λιώσιμο χιονιού
- Επιφανειακή απορροή. Η απορροή κατακρημνισμάτων πάνω από το έδαφος
- Ροή σε υδατορεύματα. Η ροή του νερού μέσα στα ποτάμια
- Αποθήκευση γλυκού νερού. Το γλυκό νερό είναι στην επιφάνεια της Γης
- Διήθηση. Το νερό κινείται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και συγκεκριμένα προς τα πετρώματα και τα εδαφικά στρώματα
- Αποθήκευση υπόγειου νερού. Η ποσότητα νερού που βρίσκεται για αρκετά χρόνια κάτω από την επιφάνεια της Γης
- Εκφόρτιση υπόγειο νερού. Η έξοδος του νερού από το υπέδαφος

- Πηγές Σημεία από τα οποία το νερό βγαίνει στην επιφάνεια.
Συνήθως οι πηγές μπορούν να δημιουργηθούν σε ασβεστόλιθους.
Έχουμε και τις θερμές πηγές όπου το νερό είναι ζεστό
- Παγκόσμια κατανομή νερού. Τρόπος που περιγράφεται η κατανομή του νερού στην Γη



Σχήμα 1.2 Μέρη του Υδρολογικού Κύκλου
(Φυσική Περιβάλλοντος, Δρ. Δήμητρα Παπαδάκη)



Κεφάλαιο 2:

Ο υετός στην Ελλάδα

Το κλίμα στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι μια χώρα η οποία λόγω της μοναδικότητας που παρουσιάζει ως προς γεωλογική και μορφολογική άποψη έχει πολλές τοπικές παραλλαγές όσο αφορά το κλίμα ενώ αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το κλίμα μπορεί να παρουσιάζει πολλές διαφοροποιήσεις ακόμα και σε περιοχές που βρίσκονται σχετικά κοντά η μια από την άλλη. Το κλίμα της είναι κυρίως Μεσογειακό με θερμά και ξερά καλοκαίρια και υγρούς, βροχερούς και ήπιους χειμώνες.

Γενικότερα επικρατούν 2 εποχές στην χώρα. (Αξυπόλυτος, Εμμανουήλ Α., Σπυρίδων Π. Μουρελάτος., 2015) Από την μια έχουμε την θερμή και άνομβρη περίοδο που διαρκεί από τα μέσα του Απριλίου μέχρι και τα μέσα του Οκτώβρη και από την άλλη την βροχερή και ψυχρή περίοδο που αφορά από τα μέσα Οκτωβρίου μέχρι και τα τέλη Μαρτίου. Οι θερμοκρασίες ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή που βρίσκεσαι και έχουμε θερμοκρασίες υπό το 0 °C στις βόρειες και ηπειρωτικές περιοχές κατά την περίοδο του χειμώνα ενώ στην κεντρική Ελλάδα και στα νησιά οι θερμοκρασίες αυτές είναι πολύ υψηλότερες. Κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών η μέση θερμοκρασία της χώρας κυμαίνεται από 26 – 34 °C και σε περιπτώσεις καύσωνα όπου ο υδράργυρος μπορεί να σκαρφαλώσει μέχρι και τους 43 °C.

Καταγραφή Υετού στην Ελλάδα

Βροχές στην χώρα καταγράφονται από τα μέσα του Φθινοπώρου αλλά κυρίως από τον μήνα Οκτώβριο, αλλά δεν διαρκούν για μέρες και οι συννεφίες τις περισσότερες εξαφανίζονται από τις ηλιόλουστες μέρες. Χειμερινές κακοκαιρίες καταγράφονται στην χώρα τον μήνα Ιανουάριο και Φεβρουάριο. Υψηλά επίπεδα βροχοπτώσεις έχουμε συνήθως στις πλαγιές της χώρας που έχουν προσανατολισμό προς το νότο. Επιπλέον οι βροχές που πέφτουν μπορούν να περιγράψουν ως ορογραφικές βροχές ή βροχές ανάγλυφου και αυτό το φαινόμενο είναι πιο συχνό στα ελληνικά βουνά. Οι βροχές αυτές οφείλονται στις υγρές μάζες που προέρχονται από την Μεσόγειο και στην οροσειρά της Πελοποννήσου και της Πίνδου δημιουργούν παρατεταμένες βροχές. Το ύψος των βροχοπτώσεων μπορούν να φτάσουν ετησίως μέχρι και τα 2 μέτρα. Στην υπόλοιπη Ελλάδα το ύψος των βροχοπτώσεων είναι περίπου 0,5 μέτρα ανά έτος γεγονός που δείχνει την τεράστια διαφορά μεταξύ των περιστατικών βροχής που καταγράφονται στην χώρα.

Περιοχή μελέτης - Θεσσαλονίκη

Η Θεσσαλονίκη είναι πόλη της Βόρειας Ελλάδας, αποτελεί την έδρα του Δήμου Θεσσαλονίκης και είναι η μεγαλύτερη πόλη της Μακεδονίας σε πληθυσμό με 1.057.825 κατοίκους στην απογραφή του 2001 και με έκταση 3.683 Km². Είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη στην Ελλάδα μετά την Αθήνα. Ιδρύθηκε το 316 π.Χ. από τον στρατηγό Κάσσανδρο, που της έδωσε το όνομα της αδερφής του Μεγάλου Αλεξάνδρου. Πολιούχος άγιος της πόλης είναι ο Άγιος Δημήτριος.

Βρέχεται στα ανατολικά από τον Στρυμονικό κόλπο και στα δυτικά από τον Θερμαϊκό. (diocles.civil.duth.gr, 2022) Στο κεντρικό τμήμα του νομού προς Βόρεια είναι η Λίμνη Κορώνεια και ανατολικότερα η δεύτερη μεγαλύτερη λίμνη της Ελλάδας η Λίμνη Βόλβη, γύρω από την πόλη έχουμε πολλά βουνά και συγκεκριμένα στο βόρειο και στο κεντρικό τμήμα όπως είναι ο Χορτιάτης, το Κερδύλιο και ο Βερτίσκοι. Το μεγαλύτερο μέρος της είναι πεδινό. Επιπλέον υπάρχουν 3 ποταμοί δυτικά της πόλης ο Αξιός, ο Εχέδωρος και ο Λουδιάς.

Κλίμα στην Θεσσαλονίκη

Το κλίμα της πόλης μπορεί να χαρακτηριστεί ως υγρό με ψυχρό χειμώνα όπου εμφανίζονται και χιόνια και θερμά καλοκαίρια. Γενικότερα το κλίμα της μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεσογειακό με αρκετές ηλιόλουστες μέρες και θερμοκρασίες όπου η μέση τιμή κυμαίνεται στους 16 °C με την χαμηλότερη θερμοκρασία που έχει καταγραφεί στην πόλη να είναι -15 °C και την υψηλότερη στους 43 °C.

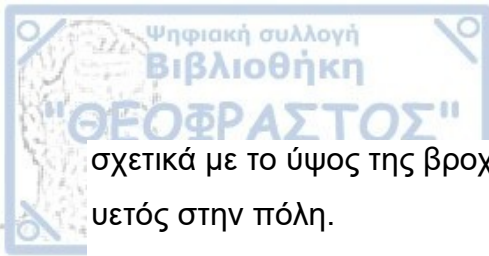
Τα καλοκαίρια είναι ζεστά και ξηρά, το φθινόπωρο είναι δροσερό και καταγράφονται οι πρώτες βροχές, η άνοιξη έχει σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες και οι χειμώνες είναι ήπιοι και κρύοι με μέση θερμοκρασία τον Ιανουάριο στους 4,8 °C.

Χιόνια στην πόλη πέφτουν από τον Νοέμβρη ακόμη και τον Μάρτιο αλλά δεν διαρκούν για πολύ αφού λιώνουν μέσα σε λίγες ώρες με εξαιρέσεις χιονιάδες που χτύπησαν την πόλη το 1968, 1988, 2001, 2017 και 2019. Ακόμη έχουν καταγραφεί εξαιρέσεις και τον μήνα Απρίλιο όπου έπεσαν χιόνια και εντός της πόλης και συγκεκριμένα στο κέντρο της.

Ο υετός στην Θεσσαλονίκη

Οι βροχές στην Θεσσαλονίκη είναι συχνό φαινόμενο αλλά δεν διαρκούν πολύ ενώ λόγω της Πίνδου το ύψος της βροχόπτωσης ετησίως φτάνει περίπου τα 526,4 χιλιοστά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η Πίνδος δεν επιτρέπει στους δυτικούς, υγρούς ανέμους να περάσουν στην ανατολική Ελλάδα. Οι βροχές μπορεί να παρατηρηθούν σε ελάχιστες περιπτώσεις σαν ψιχάλες, ή σαν μικρές μπόρες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες κυρίως τον Ιούνιο και τέλη Αυγούστου, ενώ είναι έντονες από τον μήνα Νοέμβριο.

Σε πρόσφατη μελέτη που πραγματοποίησε η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για την Θεσσαλονίκη για την χρονική περίοδο από το 1959 μέχρι και το 2010 για τον υετό δημοσίευσε τις μέσες μέγιστες και ελάχιστες μηνιαίες τιμές



σχετικά με το ύψος της βροχής και στο μέσο αριθμό ημερών όπου παρατηρείται υετός στην πόλη.

Σύμφωνα λοιπόν με αυτά τα στοιχεία το μέγιστο ύψος βροχόπτωσης καταγράφεται τον μήνα Δεκέμβριο με μέσο ύψος 55,1 mm και το ελάχιστο τον Αύγουστο με μέσο ύψος 19,3 mm. Το ίδιο παρατηρείται και στον αριθμό ημερών όπου παρατηρούνται περιστατικά βροχόπτωσης στην Θεσσαλονίκη με τον μέγιστο μέσο αριθμό να είναι 12,7 ημέρες για τον μήνα Δεκέμβριο και τον ελάχιστο μέσο αριθμό για τον Αύγουστο που αντιστοιχούν σε 5,1 ημέρες (ΕΜΥ 2022)

Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα καταπιαστούμε με το πειραματικό κομμάτι και την ανάλυση των αποτελεσμάτων μας. Τις μετρήσεις που έχω στην διάθεση μου κάνοντας την κατάλληλη επεξεργασία με την χρήση διαφόρων προγραμμάτων τις έχω μετατρέψει σε σχεδιαγράμματα που το κάθε ένα από αυτά περιγράφει μια κατάσταση του υετού. Ειδικότερα έχουν προκύψει 10 διαφορετικά διαγράμματα για τις εξής περιπτώσεις μέσης ενδο - ημερήσιας πορείας της βροχής:

1. Καταγραφή του ύψους της βροχόπτωσης σχετικά με όλα τα χρόνια μελέτης
2. Καταγραφή του ύψους για την κάθε εποχή ξεχωριστά
3. Αριθμός περιπτώσεων περιστατικού βροχής σε όλα τα χρόνια μελέτης
4. Αριθμός περιπτώσεων βροχής για τις διάφορες εποχές
5. Συχνότητα εκφρασμένη επί της εκατό για εμφάνιση περιστατικών βροχής για τα 72 έτη
6. Συχνότητα για τις τέσσερις εποχές
7. Ώρα έναρξης και ώρα λήξης των περιστατικών βροχής

Όλα αυτά αφορούν μετρήσεις που έχω πάρει από τον Μετεωρολογικό σταθμό του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου σχετικά με την καταγραφή του υετού για την χρονική περίοδο από το 1947 – 2019, δηλαδή αφορούν μετρήσεις για περίοδο 72 χρόνων.

3.1 Δεδομένα:

Τα δεδομένα που έχω μελετήσει και έχω χρησιμοποιήσει για την δημιουργία των διαγραμμάτων είναι οι ωριαίες τιμές ύψους βροχής, οι οποίες πάρθηκαν μετά από επεξεργασία ταινιών βροχογράφου του Μετεωρολογικού σταθμού Θεσσαλονίκης του ΑΠΘ, για την χρονική περίοδο 1947 – 2019. Ο τύπος του σταθμού είναι συμβατικός και αυτόματος, με γεωγραφικό μήκος 22.95735 , γεωγραφικό πλάτος 40.63190 και υψόμετρο 32m. (Κλιματολογίας, 2022)

3.2 Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε έχει ως εξής: Αρχικά κατασκευάζεται πίνακας δεδομένων διαστάσεων 26666 γραμμών που αντιστοιχούν στις ημέρες βροχής για τα 72 έτη μελέτης x 24 στηλών που αφορούν τις 24 ώρες της ημέρας. Ο πίνακας που προέκυψε στην συνέχεια διαχωρίζεται σε επιμέρους πίνακες, ανά εποχή και ανά μήνα για τις σχετικές μελέτες. Έπειτα παρουσιάζεται η μέση ενδο-ημερήσια πορεία βροχής για την περίοδο 1947-2019 σε ετήσια αλλά και σε εποχιακή βάση.

Επιπλέον παρουσιάζεται η ενδο-ημερήσια κατανομή της συχνότητας βροχόπτωσης επί τοις 100 δηλαδή οι περιπτώσεις περιστατικών βροχής ανά ώρα δια το σύνολο του 24ώρου επί της εκατό. Παράλληλα γίνεται προσπάθεια μελέτης της ώρας έναρξης και ώρας λήξης της βροχόπτωσης εντός του 24ωρου.

Τέλος μελετάται η ενδο-ημερήσια πορεία της έντασης ανά εποχή και ανά μήνα. Ως ένταση βροχής για κάθε ώρα της ημέρας ορίζεται το πηλίκο του ύψους της βροχής κατά την ώρα αυτή προς τον αριθμό των περιστατικών βροχόπτωσης

την αντίστοιχη ώρα. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι όλες οι ενδο-ημερήσιες πορείες μελετώνται σε τοπική χειμερινή ώρα.

3.3 Παρουσίαση και Ανάλυση Διαγραμμάτων – Σχολιασμός

Τα αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάζονται σε διαφορετικά διαγράμματα ανάλογα με την κάθε περίπτωση ξεχωριστά ενώ ακολουθεί εκτενής σχολιασμός

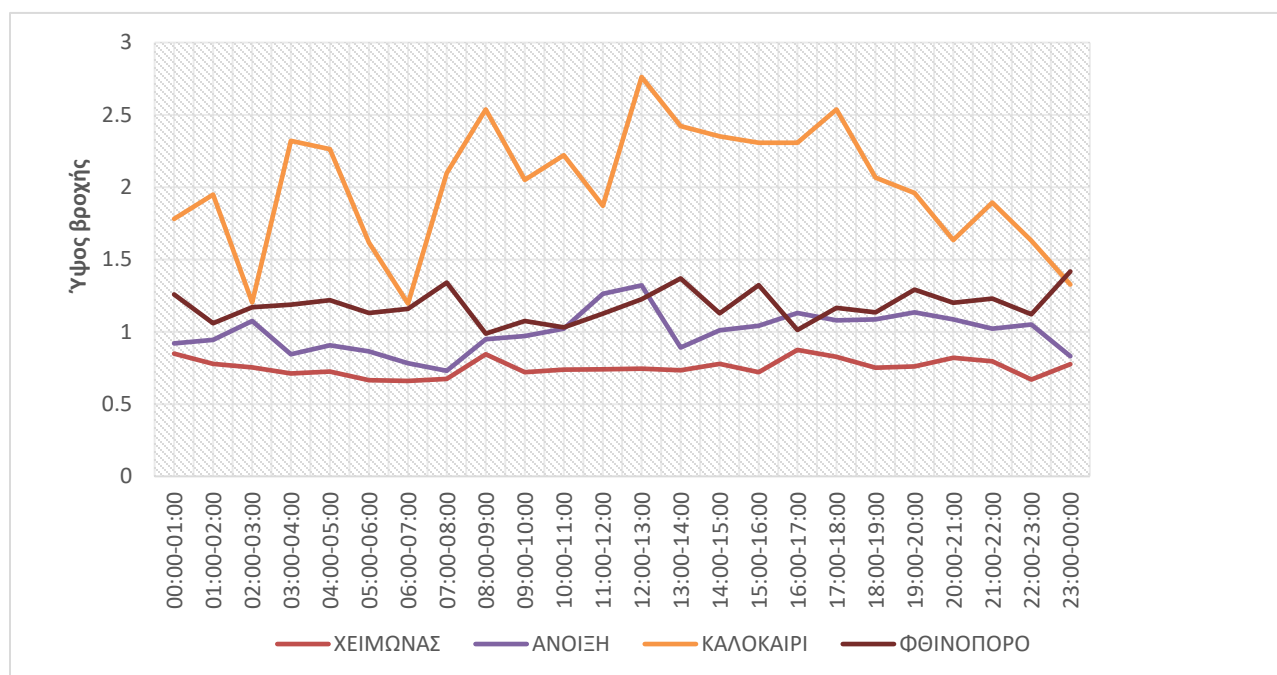
3.4 Ενδο-ημερήσια πορεία ύψους Βροχής:

Η μέση ενδο-ημερήσια πορεία σχετικά με το ύψος βροχής για την διάρκεια των 72 χρόνων παρουσιάζεται πιο κάτω και αυτό επαναλαμβάνεται σχετικά με το τι παρατηρείται για τις τέσσερις εποχές του χρόνου.



Διάγραμμα 1: Σχηματική απεικόνιση της μέσης ενδο- ημερήσιας πορείας της βροχής αναφορικά με το ύψος για τα έτη 1949 – 2019.

Με βάση την απεικόνιση διαπιστώνεται ότι για το έτος παρουσιάζεται τριπλή κύμανση της βροχόπτωσης. Παρατηρούνται 3 μέγιστα τα οποία καταγράφονται στις ακόλουθες χρονικές περιπτώσεις: τα μεσάνυχτα 00:00-01:00, κατά τις 11:00 - 12:00 και κατά τις απογευματινές ώρες 17:00-18:00. Παράλληλα παρατηρείται και 1 ελάχιστο κατά τις πρώτες πρωινές ώρες 06:00-07:00. Είναι προφανές ότι για αυτό, όπως βλέπουμε και στο διάγραμμα 2 που συμβάλλει κυρίως το Καλοκαίρι.



Διάγραμμα 2: Καμπύλη κατανομής της ενδο- ημερήσιας πορείας της βροχής σχετικά με το ύψος της όπως αυτή περιγράφεται για τις τέσσερις εποχές του χρόνου.



Για το πρώτο μέγιστο που παρατηρείται και στο διάγραμμα 1 συμβάλλουν όλες οι εποχές αλλά κυρίως το καλοκαίρι και το ίδιο συμβαίνει και για τα άλλα 2 το ίδιο. Κατά την ψυχρή περίοδο του έτους (χειμώνας) δίνονται τιμές που αφορούν το ύψος σχεδόν καθ'όλη την διάρκεια της μέρας.

Το καλοκαίρι υπάρχουν αρκετές ώρες που παρατηρείται περισσότερη βροχόπτωση σε σχέση με τις άλλες εποχές. Αυτό το μέγιστο οφείλεται στα θερμικά αίτια λόγω των συνθηκών αστάθειας που επικρατούν την περίοδο αυτή πάνω στην Ήπειρο. Αυτές οι συνθήκες αστάθειας ενισχύονται από ψυχρές εισβολές στην ανώτερη ατμόσφαιρα.

Η άνοιξη από την άλλη είναι μια μεταβατική εποχή από τον χειμώνα στο καλοκαίρι για αυτό το λόγο παρουσιάζει μικτά χαρακτηριστικά και από τις δύο αυτές εποχές. Με παρόμοιο τρόπο απεικονίζεται και το Φθινόπωρο το οποίο είναι η μεταβατική εποχή μεταξύ Καλοκαιριού και Χειμώνα.

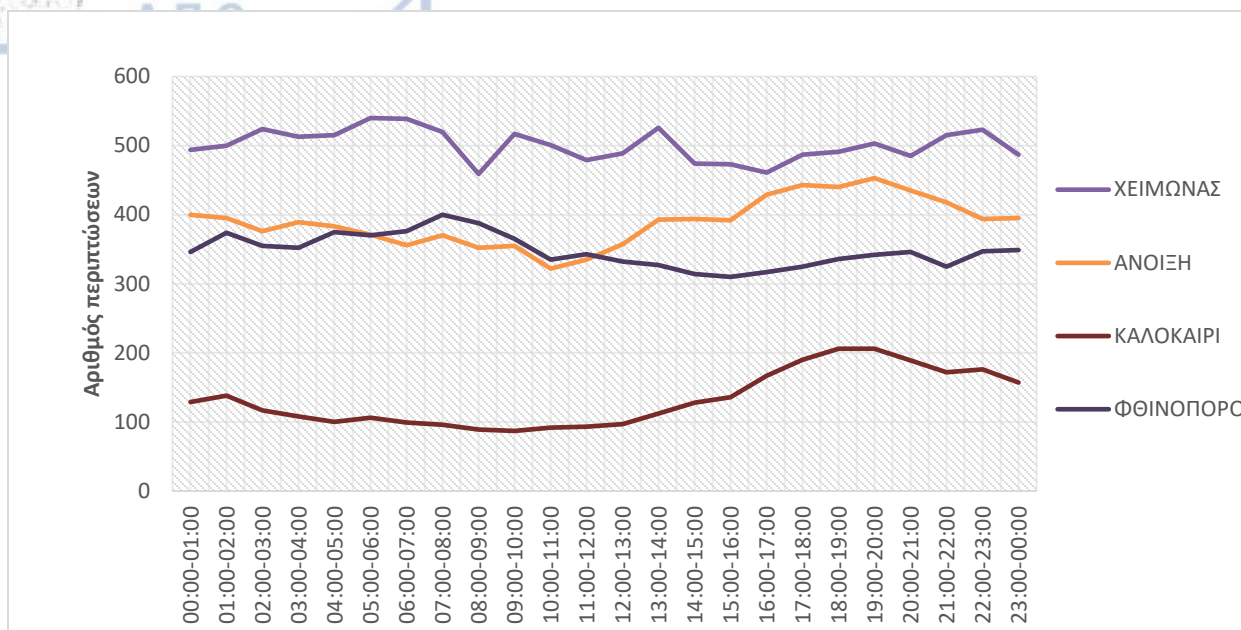
Ενδο- ημερήσια πορεία συχνότητας Βροχής

Σχετικά με τον αριθμό των περιπτώσεων βροχόπτωσης για κάθε ώρα της ημέρας καθ'όλη την διάρκεια των 72 χρόνων η ενδο-ημερήσια πορεία της συχνότητας βροχής παρουσιάζει μια απλή διακύμανση της βροχόπτωσης. Ειδικότερα έχουμε ένα μέγιστο κατά τις βράδυνες ώρες 19:00-20:00 και ένα ελάχιστο κατά τις μεσημεριανές ώρες 11:00-12:00.



Διάγραμμα 3: Αναπαριστά τον αριθμό περιπτώσεων βροχόπτωσης για την μέση ενδο – ημερήσια πορεία της βροχής στην Θεσσαλονίκη αναφορικά με τον αριθμό των περιπτώσεων που καταγράφονται.

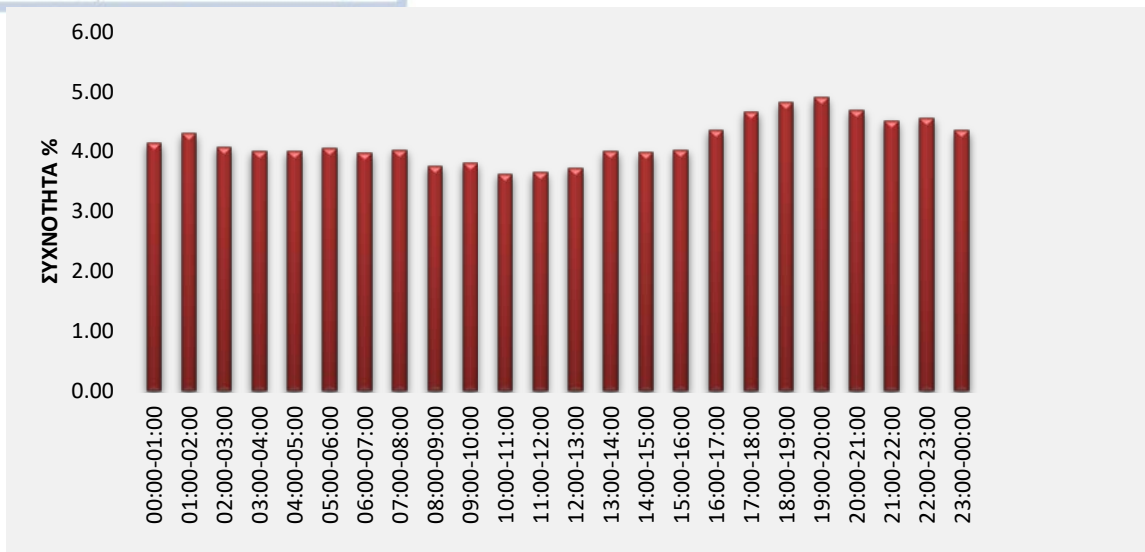
Στο σχεδιάγραμμα απεικόνισης εμφανίζεται το μέγιστο στο οποίο συμβάλλει κυρίως ο Χειμώνας ενώ στην δημιουργία του ελάχιστου συμβάλλει ελάχιστα το Καλοκαίρι αυτό γίνεται εμφανές και μέσα από το διάγραμμα 4 όπου η πιο πάνω απεικόνιση επαναλαμβάνεται και τώρα αφορά τις τέσσερις εποχές του χρόνου.



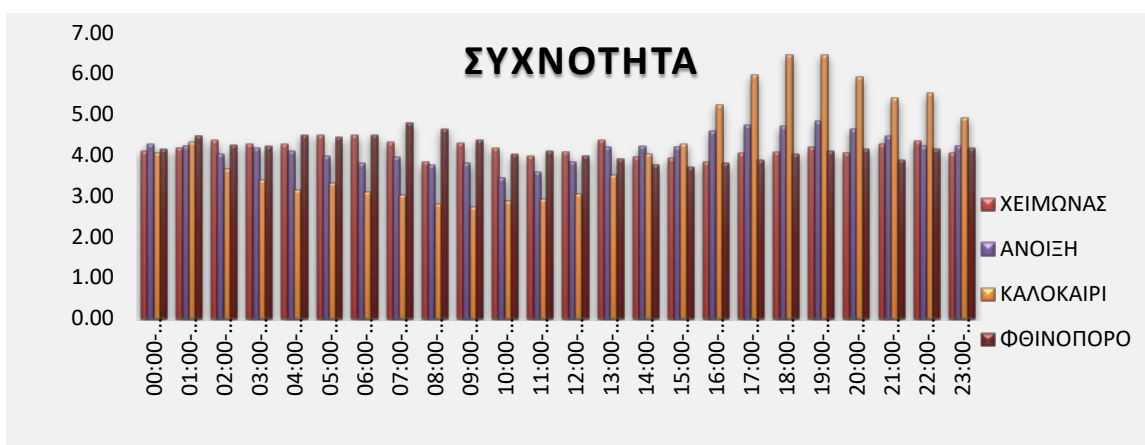
Διάγραμμα 4: Καμπύλη απεικόνισης της μέσης ενδο – ημερήσιας πορείας βροχόπτωσης όσον αφορά τον αριθμό των περιστατικών για τις διάφορες εποχές του χρόνου.

Μέση ενδο- ημερήσια πορεία - Συχνότητα επί τις 100

Παρουσιάζεται η μέση ενδο-ημερήσια πορεία συχνότητας της βροχόπτωσης επί της 100 και πως αυτή διαμορφώνεται σχετικά με την πάροδο των χρόνων για την περίοδο από το 1949- 2019. Γίνεται κατανοητό και είναι απόλυτα λογικό να επιδρούν οι διάφορες εποχές στην συχνότητα παρουσίασης περιστατικών βροχής και αυτό φαίνεται και από τον τρόπο που κατανέμεται η γραφική σχετικά με την ωριαία περιγραφή της βροχόπτωσης.



Διάγραμμα 5: Η μέση ενδο- ημερήσια συχνότητα καταγραφής βροχής για το έτος για την περίοδο 1949 – 2019.



Διάγραμμα 6: Η μέση ενδο – ημερήσια συχνότητας βροχής για τις 4 εποχές του χρόνου επί της 100.

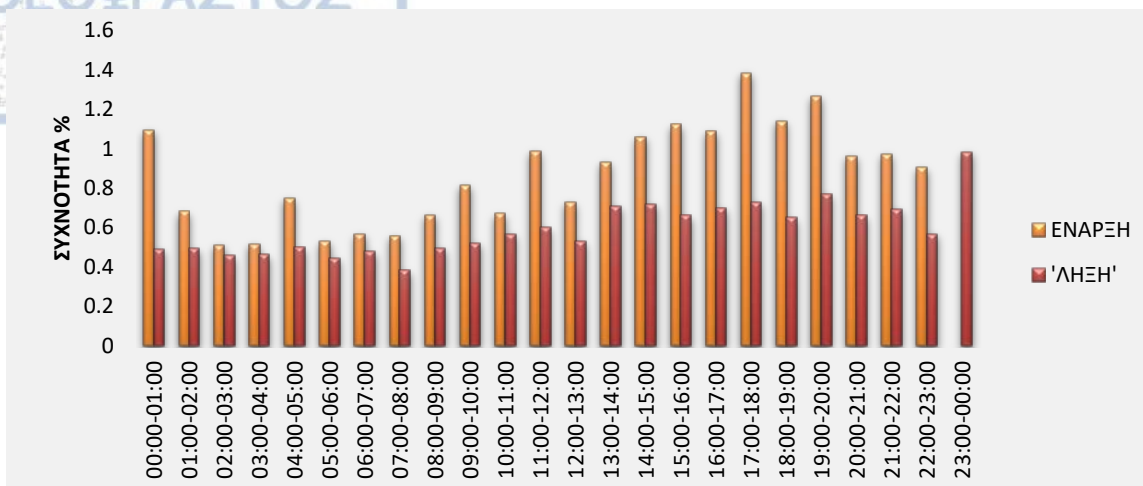
Κατά το καλοκαίρι εμφανίζεται ισχυρότερο το απογευματινό μέγιστο στα χρονικά διαστήματα από τις 18:00 μέχρι και τις 19:00 και από τις 19:00 μέχρι 20:00 λόγω εισροής υγρών θαλάσσιων αέριων μαζών από την παραλία.

Παρουσιάζεται επιπλέον και μέγιστο κατά τις πρώτες πρωινές ώρες 01:00-02:00. Το ελάχιστο σημειώνεται κατά το διάστημα 10:00-11:00 και 11:00-12:00.

Για το απογευματινό μέγιστο συμβάλλουν όλες οι εποχές κυρίως όμως το Καλοκαίρι όπως αυτό φαίνεται ξεκάθαρα στο διάγραμμα 6. Οι χειμερινοί μήνες αλλά κυρίως το Φθινόπωρο που είναι η μεταβατική εποχή μεταξύ Καλοκαιριού και Χειμώνα, συμβάλλουν στο πρώτο μέγιστο που παρουσιάζεται στις 01:00-02:00. Στα διαγράμματα το σύνολο του 24ωρου αποτελεί το 100%.

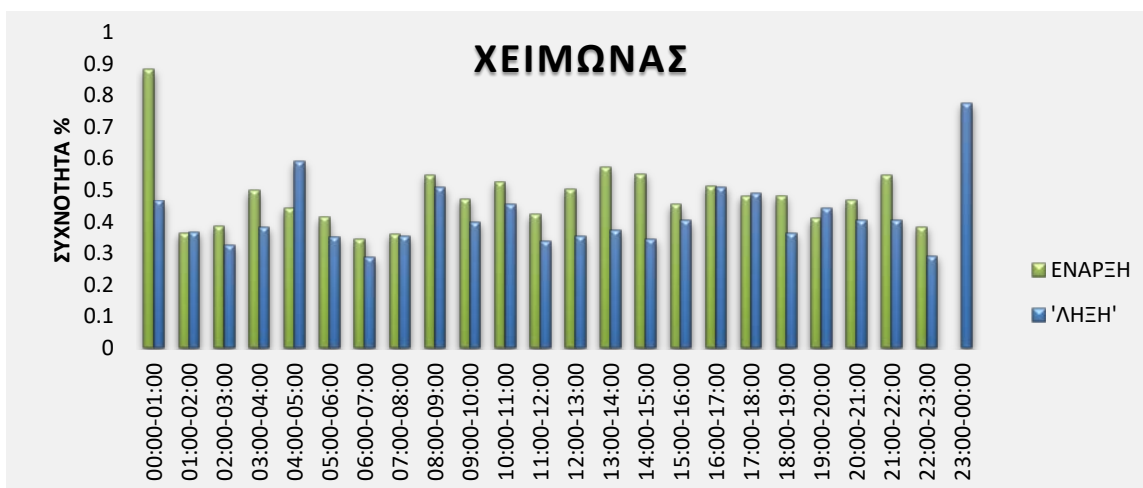
Ωρα έναρξης και λήξης βροχής.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζεται η ενδο-ημερήσια πορεία των περιπτώσεων βροχής σχετικά με την ώρα έναρξης και ώρα λήξης της βροχής επί της 100 (100%). Για τα διαγράμματα που περιγράφουν την κατανομή ανά έτος φαίνεται ότι οι περιπτώσεις έναρξης βροχής υπερτερούν από τις περιπτώσεις της λήξης. Κατά τις βράδυνες ώρες 00:00-01:00 παρουσιάζεται μεγάλη συχνότητα βροχής, όπως επίσης και κατά τις 17:00-18:00 το απόγευμα, με λήξη βροχής κατά τις 23:00-00:00 τα μεσάνυχτα.



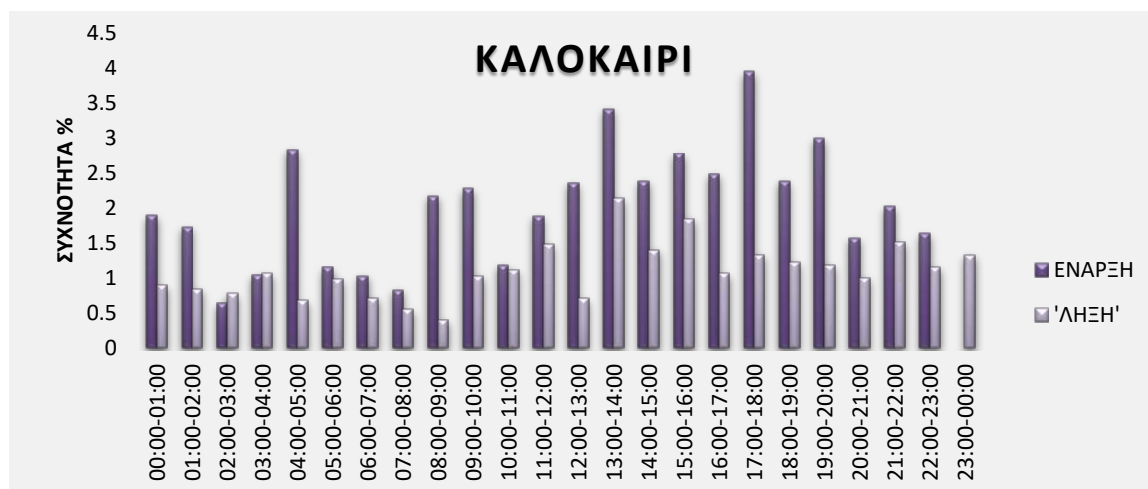
Διάγραμμα 7: απεικόνιση της μέσης ενδο – ημερήσιας πορείας της βροχής σχετικά με την έναρξη και λήξη των περιστατικών για το έτος για τα 72 χρόνια μελέτης.

Ότι έχει απεικονιστεί πιο πάνω αναφέρεται σε όλες τις εποχές του χρόνου για αυτό και πιο κάτω γίνεται μια αναλυτική περιγραφή σχετικά με το τι ακριβώς συμβαίνει σε κάθε εποχή ξεχωριστά καθώς επίσης και πώς διαφοροποιείται το ιστόγραμμα της έναρξης και της λήξης.



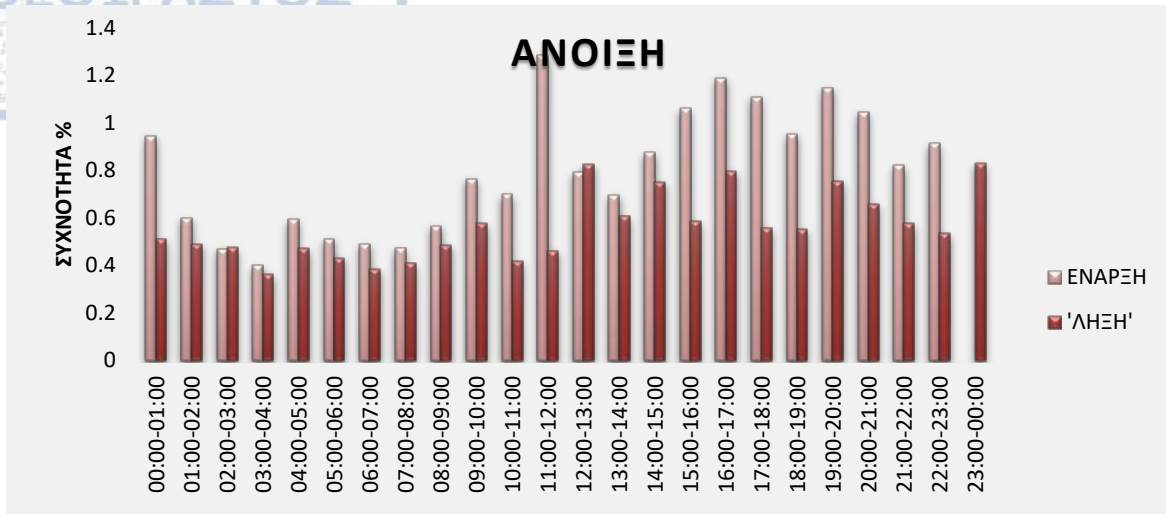
Διάγραμμα 8: Έναρξη και λήξη της μέσης ενδο- ημερήσιας πορείας της βροχής για τον χειμώνα.

Για τους χειμερινούς μήνες φαίνεται ότι κυρίως στις 01:00-02:00 υπερτερεί με διαφορά η έναρξη βροχής και λήγει στις 04:00-05:00 τα ξημερώματα. Στις 04:00-05:00 υπερτερούν οι περιπτώσεις λήξης της βροχής. Παράλληλα για τον χειμώνα δεν φαίνεται κάποια άλλη συστηματική διαφορά με εξαίρεση το διάστημα 13:00-15:00 όπου αρχίζουν οι βροχοπτώσεις.



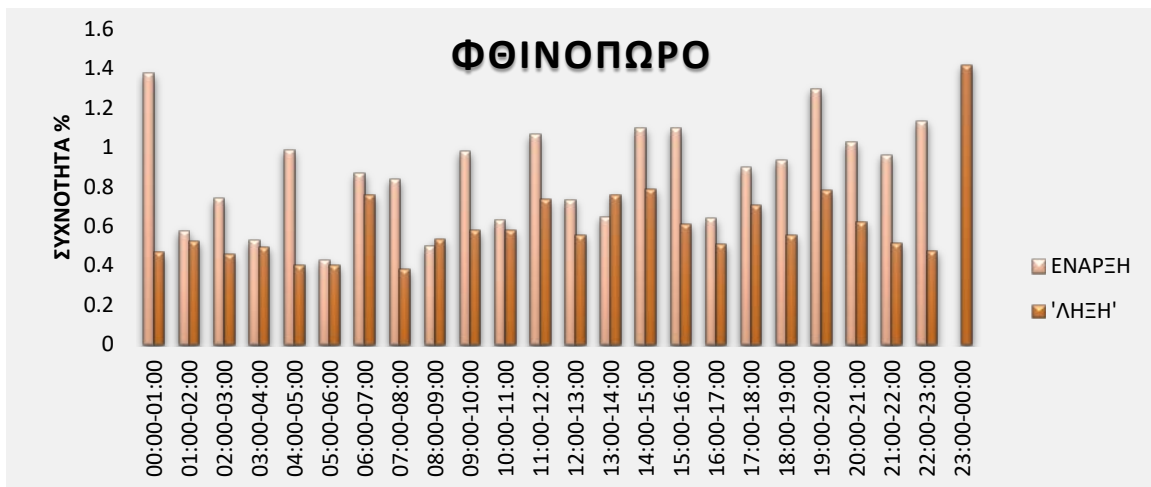
Διάγραμμα 9: Έναρξη και λήξη της μέσης ενδο- ημερήσιας πορείας της βροχής για το καλοκαίρι.

Το καλοκαίρι όπως φαίνεται και από το διάγραμμα δεν παρουσιάζει κάποια συστηματική διαφορά έναρξης και λήξης της βροχής, παρά μόνο η έντονη έναρξη βροχόπτωσης σχεδόν σε όλο το 24ωρο. Φαίνεται να αρχίζει η βροχής στο διάστημα 04:00-05:00 και να λήγει στο διάστημα 05:00-09:00 και από το μεσημέρι 13:00-14:00 να αρχίζει και πάλι μέχρι τις 19:00 το απόγευμα.



Διάγραμμα 10: Έναρξη και λήξη της μέσης ενδο- ημερήσιας πορείας της βροχής για την άνοιξη.

Από όλα όσα έχουν περιγραφεί την άνοιξη βλέπουμε να διαφοροποιείται η έναρξη βροχής και ειδικότερα φαίνεται να υπερτερεί παρουσιάζοντας 3 μέγιστα στις συγκεκριμένες χρονικές περιόδους 11:00-12:00, 16:00-17:00 και 19:00-20:00



Διάγραμμα 11: Έναρξη και λήξη της μέσης ενδο- ημερήσιας πορείας της βροχής για το φθινόπωρο.



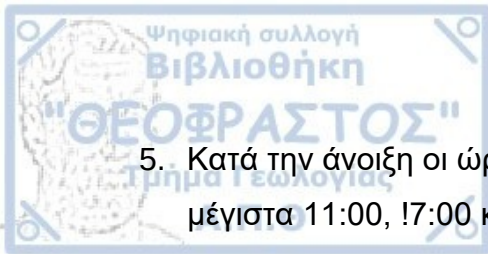
Τέλος αναφορικά με το Φθινόπωρο παρουσιάζονται πολλά μέγιστα
έναρξης βροχής καθ' όλη την διάρκεια του 24ωρου εκτός τις ώρες 23:00-00:00 τα
μεσάνυχτα όπου υπερτερεί η λήξη βροχής.

Κεφάλαιο 4:

Συμπεράσματα

Ο υετός όπως αυτός περιγράφεται μέσα από τις μετρήσεις αλλά και τα διαγράμματα που αφορούν την πόλη της Θεσσαλονίκης για την χρονική περίοδο που αφορά το 1949 – 2019 φαίνεται να είναι ένα σχετικά συχνό φαινόμενο με κάποιες διαφοροποιήσεις που σχετίζονται κυρίως με το ύψος, τον αριθμό των περιστατικών, την συχνότητα και τις ώρες έναρξης και λήξης. Συγκεκριμένα:

1. Το μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης καταγράφεται κατά τους χειμερινούς μήνες γεγονός που δικαιολογεί απόλυτα και το Μεσογειακό κλίμα της πόλης. Έπειτα ακολουθεί το φθινόπωρο και η άνοιξη που είναι μια ενδιάμεση κατάσταση μεταξύ του καλοκαιριού και του χειμώνα. Το καλοκαίρι όπως είναι και αναμενόμενο έχει το χαμηλότερο ύψος βροχόπτωσης
2. Η συχνότητα και η καταγραφή περισσότερων περιστατικών βροχής στην Θεσσαλονίκη γίνεται και πάλι στο χειμώνα όπου παρουσιάζει και αρκετά μέγιστα κυρίως κατά τις πρώτες πρωινές ώρες αλλά και κοντά στο μεσημέρι δηλαδή 11:00 - 12:00. Η συχνότητα περιστατικών βροχής είναι πιο μεγάλη κατά τις απογευματινές και βραδινές κυρίως ώρες.
3. Σχετικά με τους μήνες του φθινοπώρου και της άνοιξης καθ' όλη την μελέτη βλέπουμε ότι ακολουθούν μια ενδιάμεση κατάσταση μεταξύ Καλοκαιριού και Χειμώνα.
4. Η ώρα έναρξης και η ώρα λήξης των περιστατικών βροχής διαφοροποιούνται ανά εποχή του χρόνου όπου το χειμώνα οι ώρες έναρξης υπερτερούν έναντι της λήξης, το καλοκαίρι δεν παρατηρείται κάποια αλλαγή αλλά η πιθανότητα έναρξης κάποιου περιστατικού βροχής είναι παρόμοια σε όλες της ώρες



5. Κατά την άνοιξη οι ώρες όπου είχαμε έναρξη βροχής παρουσίαζαν 3 μέγιστα 11:00, 17:00 και 19:00 που είναι οι ενδιάμεσες χρονικές στιγμές κατά την διάρκεια της ημέρας.
6. Αναφορικά τώρα με διαγράμματα που αφορούν το έτος για την μέση ενδο-ημερήσια περιγραφή έχουμε να παρουσιάζονται κάποια μέγιστα που οφείλονται κυρίως στο καλοκαίρι και στις θερμές αέριες μάζες



Βιβλιογραφία – Πηγές:

- Αξυπόλυτος, Εμμανουήλ Α., Σπυρίδων Π. Μουρελάτος. "Χρήση του λογισμικού ArcGIS για τη μελέτη της χωρικής κατανομής των βροχοπτώσεων στην Ελλάδα." (2015).
- Αριστείδης, Καστρίδης, και Στάθης Δημήτριος. "ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΟΡΕΙΝΗΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ."
- Κοτσιφάκης, Κ., «Ανάλυση και επεξεργασία δορυφορικών δεδομένων για την εκτίμηση της βροχόπτωσης και τη διάκριση των καταιγιδόφορων συστημάτων» Μέτρηση βροχόπτωσης
- Μαγούλης, Άγγελος, and Χρήστος Καραδήμας. "Χωρική και χρονική κατανομή των βροχοπτώσεων στην περιοχή της Θεσσαλίας." (2013).
- Μαχαιράς, Π., «Χαρακτηριστικά ωριαίων βροχοπτώσεων στην Θεσσαλονίκη», Πανελλήνιο Συνέδριο της ΕΥΕ
- Μπαρδανίκα, Π. (2017). *Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών μέσω εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας: Ο Κύκλος του νερού* (Doctoral dissertation).
- Νικολάκης, Δ. Ι., and Παναγιώτης Θ. Νάστος. "Χωρική συμμεταβολή βροχής και θερμοκρασίας αέρα στον ελληνικό χώρο. Μια διαφορετική προσέγγιση Spatial covariability of precipitation and air temperature in Greece. A different approach." *Πανελλήνια και Διεθνή Γεωγραφικά Συνέδρια, Συλλογή Πρακτικών 1* (2007): 362-371.
- Πεταλάς, Χ., Φ. Πλιάκας, Ιωάννης Β. Διαμαντής, and Α. Καλλιώρας. "Μελέτη της κατανομής των βροχοπτώσεων και της επιφανειακής απορροής στην περιφέρεια της ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης για την περίοδο 1964-1998." *Δελτίον της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας* 36, no. 2 (2004): 1054-1063.



Σάλμα, Χ., Α. Μπαρτζώκας, “Μελέτη της ενδο-ημερήσιας πορείας της βροχής στην περιοχή των Ιωαννίνων”

Στάθης, Δημήτριος. "ΤΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ." (2015)., Μαθήματα Δασικής Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, Μέτρηση Βροχής

Διαδικτυακές Πηγές

Βικιπαίδεια Υετός

Coolweb. Gr, Πώς δημιουργείται η Βροχή

diocles.civil.duth.gr, Γεωγραφικά στοιχεία, Θεσσαλονίκη

Δ.Ε.Υ.Α.Π, Η σημασία του νερού

Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Κλιματολογία, Κλίμα ανά περιοχή

Τομέας Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο

Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

USGS.gov, special topics, water science school, “o-ydrologikos-kyklos-water-cycle-greek”