



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Συμπλήρωση Χρονοσειρών Βροχόπτωσης σε Ημερήσια
Κλίμακα με Χρήση Συνόλων Τεχνητών Νευρωνικών
Δικτύων**

**Διπλωματική Εργασία
Παπαηλίου Ιωάννης**

**Τριμελής Επιτροπή:
Καθηγητής Καρατζάς Γεώργιος (Επιβλέπων)
Καθηγητής Νικολαΐδης Νικόλαος
Δρ. Τριχάκης Ιωάννης**

Χανιά, Ιούλιος, 2021

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Στην Ευαγγελία και τον Νίκο

Περίληψη

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, εξετάζει τη δημιουργία ενός μοντέλου, το οποίο είναι ικανό να προσομοιώσει και να συμπληρώσει με ακρίβεια, πέντε (5) χρονοσειρές δεδομένων βροχόπτωσης, από πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς, στην περιοχή των Χανίων, στην Κρήτη. Το μοντέλο δημιουργήθηκε με τη χρήση Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου Πρόσθιας Τροφοδότησης (Feedforward Artificial Neural Network). Το χρονικό διάστημα που μελετάται, είναι από την 01/02/2006 έως και τις 31/12/2020.

Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks), στην παρούσα εργασία, έχουν ως στόχο τη δημιουργία ενός συγκεντρωτικού πίνακα, ο οποίος θα περιέχει, πλήρως συμπληρωμένες τις χρονοσειρές βροχόπτωσης, των εξεταζόμενων μετεωρολογικών σταθμών, σε ημερήσια κλίμακα. Ο παραπάνω στόχος, επιτυγχάνεται με τη συμπλήρωση τυχόν κενών στα καταγεγραμμένα δεδομένα βροχόπτωσης των σταθμών, καθώς επίσης και με την προσομοίωση αυτών των τιμών, για το χρονικό διάστημα που ο εκάστοτε σταθμός δεν είχε κατασκευαστεί. Οι προαναφερθέντες εξεταζόμενοι μετεωρολογικοί σταθμοί, είναι οι εξής: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και Σταλός. Τα δεδομένα εισόδου, του μοντέλου, είναι οι καταγεγραμμένες τιμές βροχόπτωσης των πέντε (5) σταθμών, σε ημερήσια κλίμακα, ενώ τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, είναι τα δεδομένα εισόδου που περιέχουν καταγεγραμμένη τιμή, για κάθε έναν από τους πέντε (5) σταθμούς.

Το μοντέλο, ανάλογα με την περίπτωση της καταγεγραμμένης ημέρας, δημιουργεί ένα σύνολο δέκα χιλιάδων (10^4) Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Artificial Neural Network), για κάθε μία περίπτωση που εξετάζει, με σκοπό να προσομοιώσει με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια, τα δεδομένα βροχόπτωσης που έλειπαν και να συμπληρώσει την εκάστοτε χρονοσειρά. Η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων, στοιχειοθετείται με τον υπολογισμό των συντελεστών συσχέτισης, μεταξύ στόχου (target) και προσομοιωμένης τιμής, με τη θεωρητικά βέλτιστη τιμή του κάθε συντελεστή να είναι το ένα (1), τιμή στην οποία υπάρχει πλήρης ταύτιση μεταξύ των δύο προαναφερθεισών, συγκρίσιμων τιμών. Επιπλέον για κάθε σταθμό, στον οποίο προσομοιώνεται η τιμή βροχόπτωσης του, υπολογίζεται η τιμή του συντελεστή Nash - Sutcliffe, ο οποίος μπορεί να πάρει τιμές από πλην άπειρο έως ένα ($-\infty$ έως 1), βάσει του οποίου προσδιορίζεται η εγκυρότητα του μοντέλου, με την τιμή ένα (1) να υποδηλώνει πλήρη ταύτιση ανάμεσα στις προσομοιωμένες τιμές που δίνονται από το μοντέλο και σε αυτές που παρατηρούνται από τους σταθμούς. Τέλος, εξάγεται από τα αποτελέσματα του μοντέλου, η Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) του μοντέλου (RMSE), σε κάθε μία από τις περιπτώσεις (cases) που εξετάζονται.

Βάσει όλων των παραπάνω, τα τελικά αποτελέσματα του μοντέλου, θεωρούνται ακριβή και αξιοποιήσιμα, καθώς σε όλες τις περιπτώσεις, οι παραπάνω δείκτες είναι πολύ κοντά στη μονάδα και τα σφάλματα σχετικά μικρά, αναλογικά με τις τιμές που αναφέρονται. Ο καλύτερος δείκτης εγκυρότητας των αποτελεσμάτων του μοντέλου, είναι η Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) του μοντέλου (RMSE), σε κάθε μία από τις περιπτώσεις (cases), καθώς τα δεδομένα αυτά δεν χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της Εκπαίδευσης (Training), ούτε της Εγκυρότητας (Validation). Επίσης, σημαντικό δείκτη, αποτελούν οι υπολογισμένοι συντελεστές συσχέτισης, μεταξύ στόχου (target) και προσομοιωμένης τιμής, για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) του μοντέλου.

Abstract

This thesis examines the development of a model, which is able to simulate and complete accurately five (5) time series of rainfall data from five (5) meteorological stations in the region of Chania, Crete. The model was created using a Feedforward Artificial Neural Network. The time period studied is from 01/02/2006 to 31/12/2020.

The Artificial Neural Networks (Artificial Neural Network), in this work, aim to create an aggregated table, which will contain, fully populated, the rainfall time series of the studied weather stations, on a daily scale. The above objective is achieved by filling in any gaps in the recorded rainfall data of the stations, as well as by simulating these values for the period of time when the station in question was not constructed. The aforementioned meteorological stations under consideration are the following: Alikianos, Chania, Chania (Centre), Platanias and Stalos. The input data, of the model, are the recorded rainfall values of the five (5) stations, on a daily scale, while the data used for the training of the Artificial Neural Networks, are the input data containing recorded values, for each of the five (5) stations.

The model, depending on the case of the recorded day, creates a set of ten thousand (10^4) Artificial Neural Networks for each case it examines, in order to simulate with the greatest possible accuracy the missing rainfall data and complete the time series. The validity of the results is verified by calculating the correlation coefficients between the target and the simulated value, with the theoretically optimal value of each coefficient being one (1), a value at which there is complete agreement between the two comparable values mentioned above. In addition, for each station, at which its rainfall value is simulated, the value of the Nash - Sutcliffe coefficient is calculated, which can take values from near infinity to one ($-\infty$ to 1), on the basis of which the validity of the model is determined, with a value of one (1) indicating complete agreement between the simulated values given by the model and those observed by the stations. Finally, the model results are used to derive the mean Root Mean Square Error for the model Test data (RMSE) in each of the cases considered.

Based on all the above, the final results of the model are considered accurate and usable, as in all cases, the above indicators are very close to unity and the errors are relatively small, in proportion to the values reported. The best indicator of validity of the model results, is the Root Mean Square Error for the model's Test data (RMSE), in each of the cases, as these data are not used during Training, nor Validation. Also, an important indicator is the calculated correlation coefficients between target and simulated value for the model Test data.

Περιεχόμενα

Περίληψη	4
Abstract.....	5
Πίνακας Περιεχόμενων Εικόνων.....	8
Πίνακας Περιεχόμενων Πινάκων	11
Ευχαριστίες.....	12
Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή.....	13
1.1 - Πρόλογος.....	13
1.2 - Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	14
1.3 - Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας.....	15
1.4 - Υδρολογικός Κύκλος.....	17
1.5 - Περιοχή Μελέτης.....	19
1.6 - Βιολογικοί Νευρώνες.....	21
1.7 - Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα	23
1.8 - Συναρτήσεις Ενεργοποίησης.....	26
1.8.1 - Συνάρτηση Κατωφλίου.....	26
1.8.2 - Ημι-γραμμική Συνάρτηση	27
1.8.3 - Σιγμοειδής Συνάρτηση	27
1.9 - Αλγόριθμος Εκπαίδευσης Levenberg - Marquardt.....	29
1.10. - Κριτήρια Αξιολόγησης	30
1.10.1 - Συντελεστής Συσχέτισης (R).....	30
1.10.2 - Nash - Sutcliffe.....	30
1.10.3 - Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος.....	31
Κεφάλαιο 2 - Μεθοδολογία	32
2.1 - Εισαγωγή Στο Μοντέλο	33
2.2 - Κώδικας Δημιουργίας Πίνακα Δεδομένων	36
2.3 - Κώδικας Δημιουργίας Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων	38
2.4 - Κώδικας Δημιουργίας Γραφημάτων.....	41
2.5 - Κώδικας Δημιουργίας Τελικού Πίνακα Αποτελεσμάτων	42
2.6 - Κώδικας Συντελεστή Απόδοσης Μοντέλου Nash – Sutcliffe	42
Κεφάλαιο 3 - Αποτελέσματα Μοντέλου.....	43
3.1 - Ακρίβεια Αποτελεσμάτων Μοντέλου.....	46
3.2 - Συντελεστής Απόδοσης Μοντέλου Nash - Sutcliffe	52
3.3 - Παρουσίαση Χρονοσειρών Μοντέλου	53
3.4 - Παρουσίαση Καταγεγραμμένων Χρονοσειρών Βροχόπτωσης	62
Κεφάλαιο 4 - Συζήτηση	63

4.1 - Γραφήματα Συντελεστών Συσχέτισης Μοντέλου	63
4.2 - Γραφήματα Χρονοσειρών Μοντέλου	69
Κεφάλαιο 5 - Συμπεράσματα.....	111
Κεφάλαιο 6 - Βιβλιογραφία	113
Διεθνείς.....	113
Ιστοσελίδες	114
Κεφάλαιο 7 - Παραρτήματα	115

Πίνακας Περιεχομένων Εικόνων

Εικόνα 1: Θέσεις Μετεωρολογικών Σταθμών.....	15
Εικόνα 2: Υδρολογικός Κύκλος, [U.S.G.S., 2021].....	17
Εικόνα 3: Δεδομένα Θερμοκρασίας, Μετεωρολογικού Σταθμού Σούδας, Χανιά, [Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, 2021]	19
Εικόνα 4: Δεδομένα Βροχόπτωσης, Μετεωρολογικού Σταθμού Σούδας, Χανιά, [Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, 2021]	20
Εικόνα 5: Ανεμολογικά Δεδομένα, Μετεωρολογικού Σταθμού Σούδας, Χανιά, [Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, 2021]	20
Εικόνα 6: Η Βασική Δομή Ενός Νευρικού Κυττάρου [Γκίμπα, Τζιαμπίρη, 2001]	21
Εικόνα 7: Μεταφορά Μηνυμάτων Μεταξύ Νευρώνων [Τάσκος, 2010].....	22
Εικόνα 8: Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο, Πρόσθιας Τροφοδότησης. [Γεωργούλη, 2015]	23
Εικόνα 9: Μοντέλο Τεχνητού Νευρώνα, [Haykin, 2009].....	24
Εικόνα 10: Συνάρτηση Κατωφλίου [Haykin, 2009].....	26
Εικόνα 11: Ημι-γραμμική Συνάρτηση [Ψούνης, 2015].....	27
Εικόνα 12: Σιγμοειδής Συνάρτηση [Haykin, 2009]	28
Εικόνα 13: Διάγραμμα Ροής Μοντέλου.....	33
Εικόνα 14: Κώδικας Δεδομένων από Meteo σε txt [Τριχάκης, 2021]	34
Εικόνα 15: Κώδικας Δημιουργίας Πίνακα Δεδομένων.....	36
Εικόνα 16: Διάγραμμα Χρονοσειρών Βροχόπτωσης	37
Εικόνα 17: Κώδικας Δημιουργίας Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων.....	39
Εικόνα 18: Διάγραμμα Ροής Κώδικα	40
Εικόνα 19: Κώδικας Δημιουργίας Γραφημάτων	41
Εικόνα 20: Κώδικας Δημιουργίας Τελικού Πίνακα Αποτελεσμάτων	42
Εικόνα 21: Κώδικας Συντελεστή Απόδοσης Μοντέλου Nash – Sutcliffe	42
Εικόνα 22: Περιπτώσεις Καταγεγραμμένων Τιμών Βροχόπτωσης	44
Εικόνα 23: Case 2.....	47
Εικόνα 24: Case 3.....	47
Εικόνα 25: Case 6.....	48
Εικόνα 26: Case 11	48
Εικόνα 27: Case 14.....	49
Εικόνα 28: Case 15.....	49
Εικόνα 29: Case 22.....	50
Εικόνα 30: Case 24.....	50
Εικόνα 31: Case 29.....	51
Εικόνα 32: Ετήσια Αποτελέσματα Προσομοιωμένων Τιμών Βροχόπτωσης, 2006-2020.....	53
Εικόνα 33: Συμπληρωμένες Χρονοσειρές Τιμών Βροχόπτωσης, 2006-2020.....	53
Εικόνα 34: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2006	54
Εικόνα 35: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2007	54
Εικόνα 36: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2008	55
Εικόνα 37: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2009	55
Εικόνα 38: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2010	56
Εικόνα 39: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2011	56
Εικόνα 40: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2012	57
Εικόνα 41: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2013	57
Εικόνα 42: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2014	58
Εικόνα 43: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2015	58
Εικόνα 44: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2016	59
Εικόνα 45: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2017	59

Εικόνα 46: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2018	60
Εικόνα 47: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2019	60
Εικόνα 48: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2020	61
Εικόνα 49: Καταγεγραμμένες Χρονοσειρές Βροχόπτωσης	62
Εικόνα 50: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Οκτώβριος 2006 [Meteo.gr]...	69
Εικόνα 51: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Οκτώβριος 2006 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	70
Εικόνα 52: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Μάιος 2007 [Meteo.gr]	71
Εικόνα 53: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Μάιος 2007 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	72
Εικόνα 54: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Δεκέμβριος 2008 [Meteo.gr] ..	73
Εικόνα 55: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Δεκέμβριος 2008 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	74
Εικόνα 56: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Φεβρουάριος 2009 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά),.....	75
Εικόνα 57: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Φεβρουάριος 2009 [Meteo.gr]	76
Εικόνα 58: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Φεβρουάριος 2010 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	77
Εικόνα 59: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Δεκέμβριος 2010 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	78
Εικόνα 60: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Σεπτέμβριος 2011 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	79
Εικόνα 61: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Οκτώβριος 2011 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	80
Εικόνα 62: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά (Κέντρο), Οκτώβριος 2011 [Meteo.gr].....	81
Εικόνα 63: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Νοέμβριος 2012 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	82
Εικόνα 64: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Φεβρουάριος 2012 [Meteo.gr]	83
Εικόνα 65: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Νοέμβριος 2012 [Meteo.gr]	84
Εικόνα 66: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Ιούλιος 2013 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	85
Εικόνα 67: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Ιανουάριος 2013 [Meteo.gr] ..	86
Εικόνα 68: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Αύγουστος 2014 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	88
Εικόνα 69: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Δεκέμβριος 2014 [Meteo.gr]	89
Εικόνα 70: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Ιούλιος 2015 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	91
Εικόνα 71: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Νοέμβριος 2015 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	92
Εικόνα 72: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Νοέμβριος 2015 [Meteo.gr]	93
Εικόνα 73: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Δεκέμβριος 2016 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	95
Εικόνα 74: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Πλατανιάς, Δεκέμβριος 2016 [Meteo.gr]	96
Εικόνα 75: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Σεπτέμβριος 2017 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	98
Εικόνα 76: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Μάιος 2017 [Meteo.gr]	99

Εικόνα 77: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Απρίλιος 2018 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	101
Εικόνα 78: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Μάιος 2018 [Meteo.gr] ..	102
Εικόνα 79: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Ιανουάριος 2019 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	104
Εικόνα 80: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Ιανουάριος 2019 [Meteo.gr]	105
Εικόνα 81: Πίνακας Δεδομένων Βροχόπτωσης, Φεβρουάριος 2019 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	106
Εικόνα 82: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Φεβρουάριος 2019 [Meteo.gr]	106
Εικόνα 83: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Μάρτιος 2020 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά).....	108
Εικόνα 84: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Μάρτιος 2020 [Meteo.gr]	109
Εικόνα 85: Case 2 - Μεταβλητές	115
Εικόνα 86: Case 3 - Μεταβλητές	115
Εικόνα 87: Case 6 - Μεταβλητές	116
Εικόνα 88: Case 11 - Μεταβλητές	116
Εικόνα 89: Case 14 - Μεταβλητές	117
Εικόνα 90: Case 15 - Μεταβλητές	117
Εικόνα 91: Case 22 - Μεταβλητές	118
Εικόνα 92: Case 24 - Μεταβλητές	118
Εικόνα 93: Case 29 - Μεταβλητές	119
Εικόνα 94: Αθροιστική Βροχόπτωση Σταθμών 2006-2020	119
Εικόνα 95: Αποτελέσματα Μοντέλου [1 ^η Γραμμή: Case 2 - Case 3 - Case 6, 2 ^η Γραμμή: Case 11 - Case 14 - Case 15, 3 ^η Γραμμή: Case 22 - Case 24 - Case 29]	120
Εικόνα 96: Ετήσια Αθροίσματα Σταθμών 2006-2020.....	121
Εικόνα 97: Καταγεγραμμένες Χρονοσειρές Βροχόπτωσης.....	122

Πίνακας Περιεχομένων Πινάκων

Πίνακας 1: Πίνακας P	35
Πίνακας 2: Περιπτώσεις (Cases)	45
Πίνακας 3: Ταυτιζόμενες Περιπτώσεις Καταγεγραμμένων Ημερών Βροχόπτωσης	45
Πίνακας 4: Συντελεστές Συσχέτισης Μεταξύ Στόχων (Targets) και Προσομοιωμένων Τιμών	46
Πίνακας 5: Τιμές του συντελεστή απόδοσης μοντέλου Nash – Sutcliffe	52
Πίνακας 6: Case 2	64
Πίνακας 7: Case 3	64
Πίνακας 8: Case 6	65
Πίνακας 9: Case 11	65
Πίνακας 10: Case 14	66
Πίνακας 11: Case 15	66
Πίνακας 12: Case 22	67
Πίνακας 13: Case 24	67
Πίνακας 14: Case 29	68
Πίνακας 15: Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE) - Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος (RMSE)	68
Πίνακας 16: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2006	70
Πίνακας 17: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2007	72
Πίνακας 18: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2008	74
Πίνακας 19: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2009	76
Πίνακας 20: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2010	78
Πίνακας 21: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2011	81
Πίνακας 22: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2012	84
Πίνακας 23: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2013	87
Πίνακας 24: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2014	90
Πίνακας 25: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2015	94
Πίνακας 26: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2016	97
Πίνακας 27: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2017	100
Πίνακας 28: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2018	103
Πίνακας 29: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2019	107
Πίνακας 30: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2020	110

Ευχαριστίες

Με το πέρας των πέντε ετών φοίτησης μου στη Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, έφτασε η στιγμή να ευχαριστήσω όλους όσους με στήριξαν αυτά τα χρόνια. Αρχικά, να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου, που είναι πάντα δίπλα μου και με στηρίζουν σε κάθε απόφαση μου, πολλά περισσότερα χρόνια από τα τελευταία πέντε.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ, οφείλεται επίσης, στον καθηγητή Γεώργιο Καρατζά, του οποίου η διδασκαλία με οδήγησε στην ενασχόληση μου με την Μηχανική των Ρευστών και το γενικότερο ενδιαφέρον μου, προς τον κλάδο των Υδατικών Πόρων.

Ένα ιδιαίτερα μεγάλο ευχαριστώ, στον δάσκαλο και φίλο, Δρ. Ιωάννη Τριχάκη, για την εμπιστοσύνη, την υπομονή και την πολύτιμη βοήθεια του, καθ' όλη τη διάρκεια της διπλωματικής εργασίας. Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ, στην μεταπτυχιακή, πλέον, φοιτήτρια της σχολής, Βασιλική Δημητρίου, για την ιδιαίτερη συμβολή της.

Τέλος, ένα ευχαριστώ, σε κάθε ένα ξεχωριστά, από τα μέλη της τριμελούς επιτροπής, που αφιέρωσαν το χρόνο τους για την εξέταση και τη διόρθωση, της διπλωματικής μου, εργασίας.

Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

1.1 - Πρόλογος

Τα τελευταία χρόνια, λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τις σημαντικές μεταβολές που συμβαίνουν στον πλανήτη, όπως η αύξηση της θερμοκρασίας του, η συχνότερη παρατήρηση ακραίων καιρικών φαινομένων και οι μεταβολές του κλίματος σε πολλές περιοχές, [I.P.C.C., 2021], παρατηρείται αυξημένο επιστημονικό ενδιαφέρον προς την εκπόνηση μελετών, που αφορούν έναν από τους πιο πολύτιμους και αναγκαίους φυσικούς πόρους, το νερό. Το παραπάνω προκύπτει, καθώς κάνοντας μία κατηγοριοποίηση, για παράδειγμα, στην αναζήτηση του Google Scholar, παρατηρεί κανείς, πως τα επιστημονικά άρθρα που αφορούν τη Συμπλήρωση Χρονοσειρών Βροχόπτωσης (Gap-Filling of Rainfall Time Series) και εκδόθηκαν τη χρονιά 2000 ανέρχονται στα 74, για τη χρονιά 2010 στα 461, ενώ για τη χρονιά 2020 στα 1390 [Google Scholar, 2021]. Το νερό, όντας ζωτικής σημασίας για τους έμβιους οργανισμούς, αποτελεί έναν από τους πιο πολύτιμους και αναγκαίους φυσικούς πόρους του πλανήτη. Επομένως η δημιουργία μοντέλων που αποσκοπούν στην εκτίμηση των παρόντων, αλλά και μελλοντικών, αποθεμάτων του, είναι μείζονος σημασίας.

Η επιτυχημένη δημιουργία, αξιόπιστων μοντέλων, για την πρόβλεψη των υδάτινων αποθεμάτων μιας συγκεκριμένης περιοχής, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ποσότητα και την ποιότητα, των κλιματικών και υδρολογικών δεδομένων που αξιοποιούνται [Canchala - Nastar et al., 2019]. Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία για την πραγματοποίηση μιας τέτοιας μελέτης, είναι τα διαθέσιμα δεδομένα για τη βροχόπτωση στην περιοχή ενδιαφέροντος [Nkuna, Odiyo, 2011]. Η πιθανότητα ύπαρξης σφαλμάτων ή κενών, εντός μιας διαθέσιμης χρονοσειράς δεδομένων βροχόπτωσης, είναι υπαρκτή και μπορεί να οφείλεται σε σφάλματα των οργάνων μέτρησης, μία πιθανή βλάβη αυτών, ή σε κάποιο ακραίο καιρικό φαινόμενο [Caldera, et al., 2016]. Επομένως, η ανάπτυξη ενός μοντέλου, ικανό να προσομοιώσει, ή και να συμπληρώσει, με ακρίβεια μία χρονοσειρά δεδομένων βροχόπτωσης, είναι αναγκαία [Caldera, et al., 2016].

1.2 - Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Τα προαναφερθέντα μοντέλα, έχουν κοινό στόχο, όμως μπορεί να διαφέρουν στη διαδικασία επεξεργασίας και ανάλυσης των δεδομένων, ή ακόμα και στα ίδια τα δεδομένα. Για παράδειγμα, με στόχο την συμπλήρωση τυχόν κενών τιμών εντός μίας χρονοσειράς δεδομένων βροχόπτωσης, έχει πραγματοποιηθεί στο παρελθόν η εκπαίδευση ενός Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου (Artificial Neural Network), με βάση μία χρονοσειρά δεδομένων βροχόπτωσης τριάντα τεσσάρων (34) ετών, στη νοτιοδυτική Κολομβία, [Canchala - Nastar et al., 2019], ενώ παρόμοια χρονοσειρά δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε για τη λεκάνη απορροής του ποταμού Lununhu, στη Νότια Αφρική, [Nkuna, Odiyo, 2011]. Έχοντας παρόμοιο στόχο, για τη βραχώδη περιοχή Badulu Oya, στη Σρι Λάνκα, πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αποτελεσμάτων, επτά (7) διαφορετικών μεθόδων, όπως η Γραμμική Παλινδρόμηση (Linear Regression), Κανονική Αναλογία (Normal Ratio method), κ.α., όπου για τους σταθμούς που έχουν σχετικά χαμηλούς συντελεστές συσχέτισης με τους γειτονικούς σταθμούς, η μέθοδος της Αντίστροφης Τετραγωνικής Απόστασης (Inverse Distance Squared) και η μέθοδος του Κανονικής Κατανομής (Normal Ratio), υπερέχουν των άλλων. [Caldera, et al., 2016].

Κάνοντας χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, και ταυτόχρονα της μεθόδου Wavelet (Wavelet Regression), εκπονήθηκε μελέτη για την πρόβλεψη της μηνιαίας χρονοσειράς βροχόπτωσης, στην περιοχή Ασάμ της Ινδίας. Για την πραγματοποίηση της μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν τα διαθέσιμα δεδομένα βροχόπτωσης για την περιοχή, από το 1901 έως και το 2002. Η σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων τους, έδειξε ότι τα αποτελέσματα της μεθόδου Wavelet (Wavelet Regression), ήταν πιο ακριβή από αυτά των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων [Goyal, 2013]. Κάνοντας επίσης χρήση διαφορετικών μεθόδων, χρησιμοποιώντας Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα και τη μέθοδο παλινδρόμησης RT (Regression Trees), πραγματοποιήθηκε η συμπλήρωση δεδομένων κατακρήμνισης, για τον κόλπο Chesapeake, στις Η.Π.Α., χρησιμοποιώντας δεδομένα επτά (7) ετών, από 39 μετεωρολογικούς σταθμούς. Η μελέτη συνέκρινε, επίσης, τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων μεταξύ της κάθε μίας ξεχωριστά, καθώς και με αυτά της από κοινού χρήσης τους, με την τελευταία μέθοδο να δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα [Kim, Pachepsky, 2010].

Οι παραπάνω αναφορές, έχουν ως κοινό στόχο, την προσομοίωση μίας χρονοσειράς δεδομένων βροχόπτωσης. Η αξία της παραπάνω προσπάθειας, όμως, έγκειται στην σημασία των τιμών της βροχόπτωσης μιας περιοχής, ως δεδομένα και μεταβλητές, για τη δημιουργία ερευνητικών μοντέλων, τα οποία θα αφορούν την προσομοίωση της υπόγειας ροής των υδάτων μίας περιοχής, τη μελέτη τυχόν φαινομένων ρύπανσης, στερεομεταφοράς κ.α. Για παράδειγμα, στην εργασία με τίτλο “Προσομοίωση της Υπόγειας Ροής και Προσδιορισμός της Ζώνης Υφαλμύρισης στη Βιομηχανική Περιοχή (ΒΙ.ΠΕ.) Ηρακλείου Κρήτης”, [Τριχάκης, 2004], στην οποία έχουμε δημιουργία μοντέλου PTC (Princeton Transport Code), για την προσομοίωση της κίνησης του υπογείου νερού και τον προσδιορισμό του μετώπου της υφαλμύρισης, όπου τα δεδομένα της βροχόπτωσης για την περιοχή μελέτης είναι απαραίτητα για τη δημιουργία του μοντέλου. Με τη χρήση του παραπάνω μοντέλου, PTC, εκπονήθηκε και η εργασία “Μελέτη της Υπόγειας Ροής στον Κάμπο Χανίων με χρήση του μοντέλου PTC (Princeton Transport Code)”, [Γκούμας, 2016]. Με τη χρήση των τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Artificial Neural Networks), εκπονήθηκε η μελέτη “Εκτίμηση της Στάθμης Υπογείων Υδάτων Στην Ευρύτερη Περιοχή του Ποταμού Δούναβη με Χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων”, [Λάνδρος, 2019]. Για την κατασκευή του παραπάνω μοντέλου, απαραίτητα δεδομένα εισόδου για το μοντέλο, ήταν τα δεδομένα της βροχόπτωσης της περιοχής μελέτης.

1.3 - Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Έχοντας ως βάση, όλα τα παραπάνω, αντιλαμβάνεται κανείς, πως δεν μπορεί να υπάρξει ορθή υδρολογική μελέτη μιας περιοχής, δίχως ακριβή δεδομένα για τη βροχόπτωση, στην περιοχή αυτή. Η συγκεκριμένη διπλωματική, έχει ως στόχο τη δημιουργία ενός μοντέλου, το οποίο είναι ικανό να προσομοιώσει και να συμπληρώσει με ακρίβεια, πέντε (5) χρονοσειρές δεδομένων βροχόπτωσης, από πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς, στην περιοχή των Χανίων, στην Κρήτη. Το μοντέλο δημιουργήθηκε με τη χρήση Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου (Artificial Neural Network), σε περιβάλλον MATLAB.

Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου, δημιουργήθηκε κώδικας, ο οποίος εισάγει ως δεδομένα εισόδου, τις καταγεγραμμένες χρονοσειρές βροχόπτωσης, από τους εξής πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς, στην ευρύτερη περιοχή των Χανίων:

- Σταθμός 1: Αλικιανός, Υψόμετρο: 95m
- Σταθμός 2: Χανιά, Υψόμετρο: 137m
- Σταθμός 3: Χανιά (Κέντρο) , Υψόμετρο: 7m
- Σταθμός 4: Πλατανιάς, Υψόμετρο: 12m
- Σταθμός 5: Σταλός, Υψόμετρο: 93m



Εικόνα 1: Θέσεις Μετεωρολογικών Σταθμών

Η δημιουργία του κώδικα, επομένως, απαιτεί ως μοναδική μεταβλητή, τα δεδομένα βροχόπτωσης της εκάστοτε περιοχής μελέτης. Για τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, τα διαθέσιμα δεδομένα ήταν:

- Αλικιανός: Πλήθος Δεδομένων: 3044, Έναρξη Χρονοσειράς Δεδομένων: 01/09/2012
- Χανιά: Πλήθος Δεδομένων: 5448, Έναρξη Χρονοσειράς Δεδομένων: 01/02/2006
- Χανιά (Κέντρο): Πλήθος Δεδομένων: 3745, Έναρξη Χρονοσειράς Δεδομένων: 01/10/2010
- Πλατανιάς: Πλήθος Δεδομένων: 2011, Έναρξη Χρονοσειράς Δεδομένων: 01/07/2015
- Σταλός: Πλήθος Δεδομένων: 792, Έναρξη Χρονοσειράς Δεδομένων: 01/11/2018

Η συγκεκριμένη μελέτη, αφορά τα δεδομένα βροχόπτωσης, που λήφθηκαν έως και τις 31/12/2020.

Συνοψίζοντας, ο στόχος της συγκεκριμένης μελέτης, επιτυγχάνεται με την εξαγωγή και την αποτίμηση ως προς την εγκυρότητά τους, των συμπληρωμένων χρονοσειρών δεδομένων βροχόπτωσης, για τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς, από την 01/02/2006 έως και τις 31/12/2020. Η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων, αναφέρεται στον υπολογισμό των συντελεστών συσχέτισης, στον υπολογισμό της τιμής του συντελεστή Nash - Sutcliffe, ο οποίος μπορεί να πάρει τιμές από πλην άπειρο έως ένα ($-\infty$ έως 1), βάσει του οποίου προσδιορίζεται η εγκυρότητα χρήσης του μοντέλου, σε σχέση με τη χρήση των υπάρχοντων δεδομένων. Τέλος, η Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) του μοντέλου (RMSE), σε κάθε μία από τις περιπτώσεις (cases) που εξετάζονται, αποτελεί τον σημαντικότερο δείκτη για την αξιοπιστία του μοντέλου και τη δυνητική χρήση των αποτελεσμάτων του.

1.4 - Υδρολογικός Κύκλος

Σύμφωνα με τη Γεωλογική Υπηρεσία των Η.Π.Α. (U.S.G.S.), ο υδρολογικός κύκλος, διακρίνεται σε 16 βασικά σημεία, ως εξής:

- Αποθήκευση νερού στη θάλασσα
- Εξάτμιση
- Εξατμισοδιαπνοή
- Εξάχνωση
- Αποθήκευση νερού στην ατμόσφαιρα
- Συμπύκνωση
- Κατακρήμνισμα
- Αποθήκευση νερού σε πάγους και χιόνια
- Απορροή από λιώσιμο του χιονιού
- Επιφανειακή απορροή
- Ροή σε υδατορέμματα
- Αποθήκευση γλυκού νερού
- Διήθηση
- Αποθήκευση υπόγειου νερού
- Εκφόρτιση υπόγειου νερού
- Πηγές



Εικόνα 2: Υδρολογικός Κύκλος, [U.S.G.S., 2021]

Ο υδρολογικός κύκλος, είναι ουσιαστικά, η περιγραφή της παρουσίας και των κινήσεων του νερού, στην επιφάνεια του πλανήτη, κάτω από αυτήν, αλλά και στην ατμόσφαιρα που τον περιβάλλει. Ορίζοντας ως σημείο εκκίνησης αυτής της περιγραφής τους ωκεανούς, το νερό θερμαίνεται από τον ήλιο, με αποτέλεσμα ένα μέρος του να εξατμίζεται και να ανυψώνεται στην ατμόσφαιρα, με τη μορφή ατμού. Παρόμοια κίνηση νερού, προς την ατμόσφαιρα, παρατηρείται στα ποτάμια, τις λίμνες, το έδαφος και τα φυτά, τα οποία προσφέρουν υδρατμούς στην ατμόσφαιρα, μέσω της διαδικασίας της διαπνοής τους. Τέλος, μέσω της διαδικασίας της εξάχνωσης, ποσότητα υδρατμών καταλήγει απευθείας στην ατμόσφαιρα του πλανήτη, προερχόμενη από τους πάγους και τα χιόνια, δίχως τη μετατροπή της, σε υγρή μορφή. [U.S.G.S., 2021]

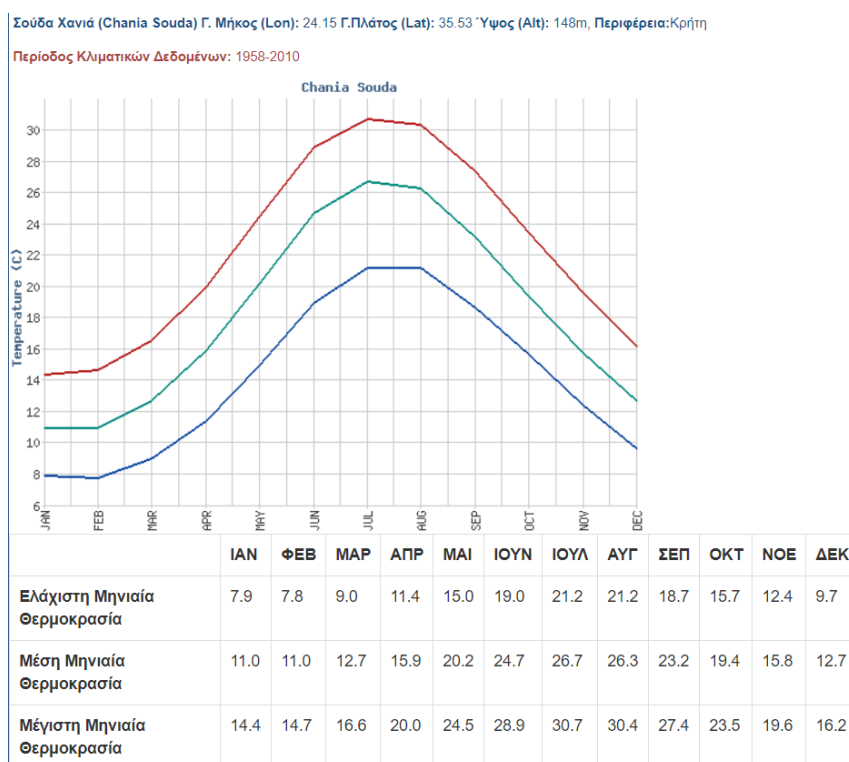
Στη συνέχεια, ανοδικά ρεύματα οδηγούν τους υδρατμούς, σε ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, όπου επικρατούν συνθήκες χαμηλότερης θερμοκρασίας και πίεσης, έχοντας ως αποτέλεσμα, τη συμπύκνωση ενός μέρους της μάζας υδρατμών και, συνεπώς, τη δημιουργία των σύννεφων. Τα σταγονίδια, που αποτελούν τα σύννεφα, συγκρούονται μεταξύ τους, δημιουργώντας σταγονίδια μεγαλύτερης μάζας, τα οποία κατακρημνίζονται, με συχνότερη μορφή, κατακρήμνισης, τη βροχή και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, το χιόνι. Οι μεγαλύτερες ποσότητες κατακρημνισμάτων, καταλήγουν στους ωκεανούς. [U.S.G.S., 2021]

Η σημαντικότερη ποσότητα κατακρημνισμάτων που καταλήγει σε χερσαία επιφάνεια του πλανήτη, μεταφέρεται στους ωκεανούς, με τη μορφή της ροής σε υδατορεύματα, δηλαδή μέσω ποταμών, ρέοντας υπό την επίδραση της βαρύτητας. Ωστόσο, κάποιες ποσότητες του νερού των κατακρημνισμάτων, καταφέρνουν να διαπεράσουν την επιφάνεια του εδάφους, και να διηθηθούν. Τα υπόγεια ύδατα, μπορούν να τροφοδοτήσουν υπόγειους υδροφορείς, να σχηματίσουν πηγές στην επιφάνεια του πλανήτη, ή και να καταλήξουν, επίσης, στους ωκεανούς. Τέλος, τροφοδοτούνται, μέσω των κατακρημνισμάτων και οι λίμνες του πλανήτη, που σε συνδυασμό με τα προαναφερθέντα, αποτελούν τις κυριότερες αποθήκες γλυκού νερού της Γης. [U.S.G.S., 2021]

1.5 - Περιοχή Μελέτης

Η ευρύτερη περιοχή της Κρήτης, χαρακτηρίζεται ως ένας μεταβατικός ενδιάμεσος τύπος, μεταξύ του Χερσαίου Μεσογειακού και του Ερημοειδούς Μεσογειακού κλίματος, με τον τελευταίο να αφορά κυρίως την Ανατολικότερη πλευρά του νησιού. Όσον αφορά την περιοχή μελέτης, η ευρύτερη περιοχή των Χανίων, ανήκει στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο, με ήπιους χειμώνες, έχοντας ως εξαίρεση ορισμένες ορεινές περιοχές του νομού, που χαρακτηρίζονται από δριμύτερους χειμώνες, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες περιοχές του νομού, με αποτέλεσμα να συγκαταλέγονται στον υγρό βιοκλιματικό όροφο. Η παραλιακή ζώνη του νομού, χαρακτηρίζεται από εύκρατο μεσογειακό κλίμα, με σημαντικά μεγάλης διάρκειας θερμές και ξηρές περιόδους, με συνήθεις περιπτώσεις εξαίρεσης, να αποτελούν οι περίοδοι από το Νοέμβριο ενός έτους, ως το Μάρτιο του επόμενου. [Ταπόγλου, 2010], [Γκούμας, 2016].

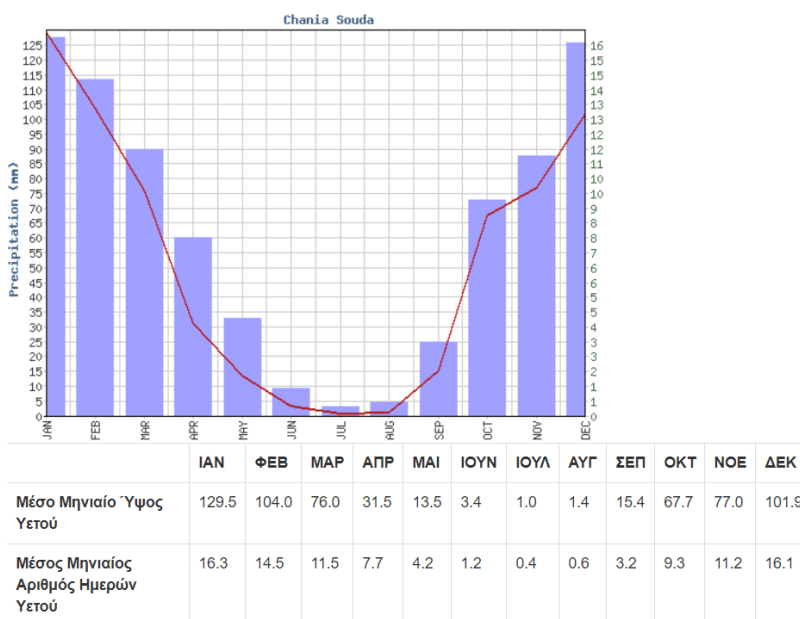
Η κλιματική ποικιλία της περιοχής, και οι διαφοροποιήσεις που επικρατούν, οφείλονται στο έντονο ανάγλυφο του νομού και τις μορφολογικές διαφοροποιήσεις, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα, την οροσειρά των Λευκών Ορέων, εκτεινόμενη με μήκος 60 και πλάτος 35 χιλιομέτρων. Επικρατώντας ουσιαστικά στο μεγαλύτερο τμήμα του νομού Χανίων, με ψηλότερη κορυφή 2.453 μέτρα, συνολικά 58 υπερβαίνουν τα 2.000 μέτρα. [Wikipedia, 2021]



Εικόνα 3: Δεδομένα Θερμοκρασίας, Μετεωρολογικού Σταθμού Σούδας, Χανιά, [Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, 2021]

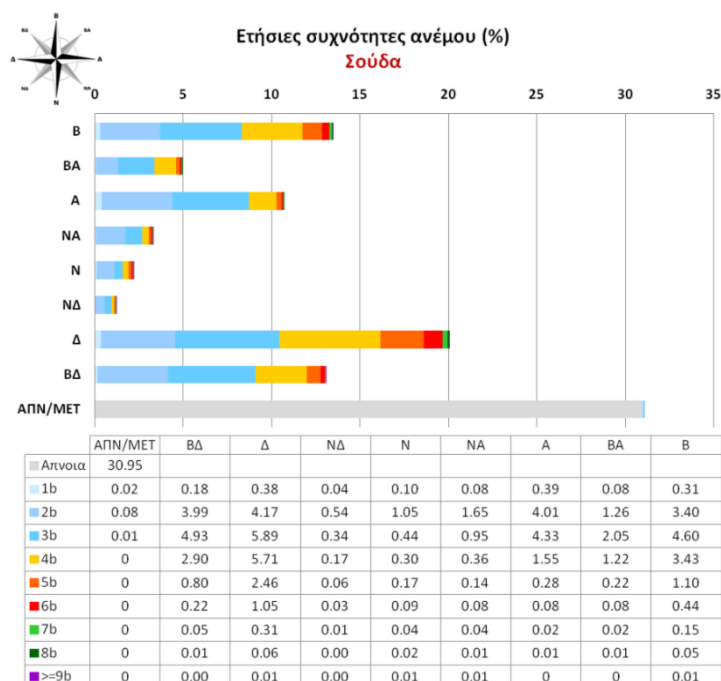
Σούδα Χανιά (Chania Souda) Γ. Μήκος (Lon): 24.15 Γ.Πλάτος (Lat): 35.53 Ύψος (Alt): 148m, Περιφέρεια:Κρήτη

Περίοδος Κλιματικών Δεδομένων: 1958-2010



Εικόνα 4: Δεδομένα Βροχόπτωσης, Μετεωρολογικού Σταθμού Σούδας, Χανιά, [Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, 2021]

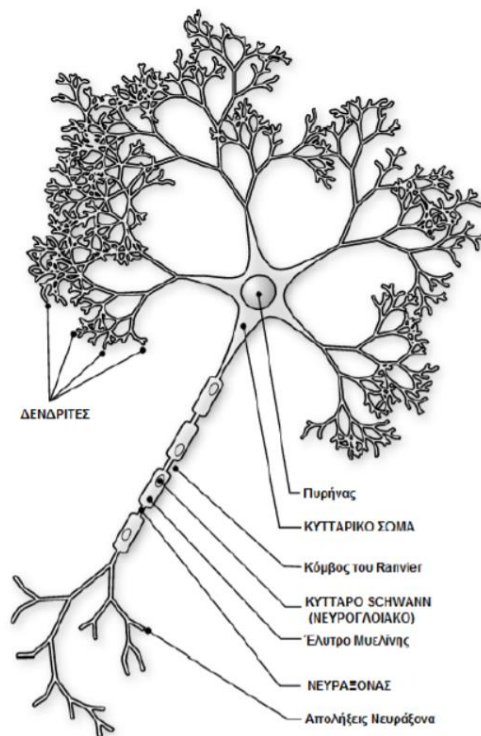
Όσον αφορά τα ανεμολογικά στοιχεία της περιοχής, χαρακτηρίζεται από βόρειους, δυτικούς και βορειοδυτικούς ανέμους, κυρίως κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ σημαντικό είναι το ποσοστό νηνεμίας που επικρατεί στην περιοχή.



Εικόνα 5: Ανεμολογικά Δεδομένα, Μετεωρολογικού Σταθμού Σούδας, Χανιά, [Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, 2021]

1.6 - Βιολογικοί Νευρώνες

Οι νευρώνες, είναι εξειδικευμένοι τύποι κυττάρων, οι οποίοι αποτελούν τη βασική μονάδα επεξεργασίας των συστημάτων πληροφοριών, που απαρτίζουν το νευρικό σύστημα του ανθρώπου. Υπολογίζεται πως στον ανθρώπινο εγκέφαλο, υπάρχουν περισσότεροι από 10 δισεκατομμύρια (10^9) νευρώνες. Ανάλογα τη λειτουργία που επιτελεί, ένας νευρώνας, διαχωρίζεται σε κεντρομόλος, ή φυγόκεντρος. Πιο συγκεκριμένα, οι κεντρομόλοι νευρώνες, μεταφέρουν πληροφορίες από τους περιφερειακούς υποδοχείς, προς το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα, ενώ οι φυγόκεντροι μεταφέρουν ηλεκτρικά σήματα από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα. [Johnson, 2012]

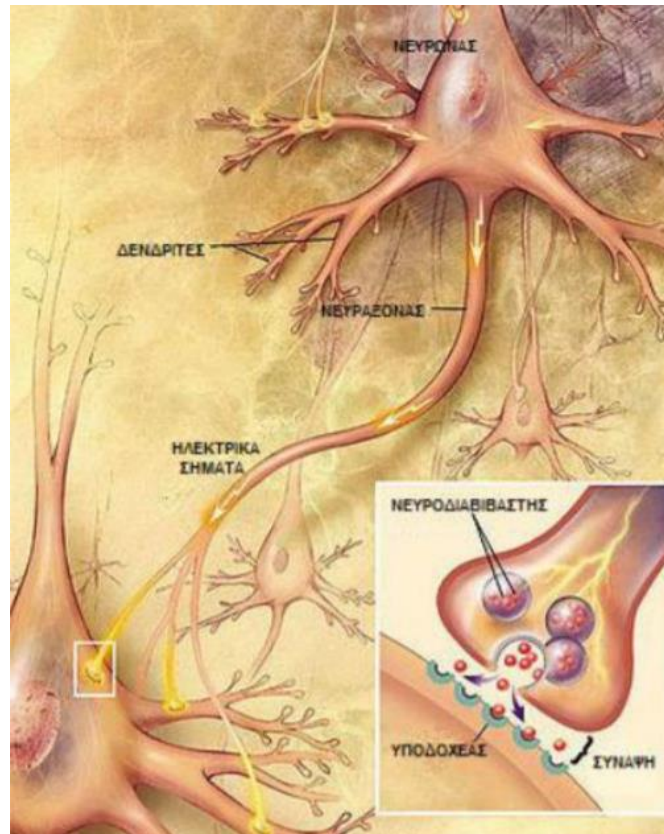


Εικόνα 6: Η Βασική Δομή Ενός Νευρικού Κυττάρου [Γκίμπα, Τζιαμπήρη, 2001]

Ένας νευρώνας αποτελείται από:

- Σώμα: Αποτελεί το μεγαλύτερο και κεντρικό τμήμα του κυττάρου, μεταξύ των δενδριτών και του νευράξονα. Σε αυτό, περιλαμβάνεται ο πυρήνας του κυττάρου.
- Άξονα ή Νευράξονα: Κάθε νευρώνας διαθέτει ένα μόνο άξονα. Είναι λεπτή ίνα, που μεταφέρει τα νευρικά σήματα από τον νευρώνα
- Δενδρίτες: Οι πύλες εισόδου του νευρώνα, οι οποίες δέχονται τα ηλεκτρικά σήματα από άλλους νευρώνες. Τα ηλεκτρικά σήματα, μεταφέρονται μέσω των Συνάψεων, που αποτελούν τα σημεία που ενώνονται οι διακλαδώσεις του άξονα ενός νευρώνα, με τους δενδρίτες άλλων νευρώνων

- Απολήξεις του Νευράξονα: Η πλειοψηφία αυτών, βρίσκεται στους δένδριτες του νευρώνα. Οι απολήξεις, μέσω των οποίων ένας νευρώνας λαμβάνει βιοχημικά σήματα από άλλους νευρώνες, ονομάζονται συνάψεις.



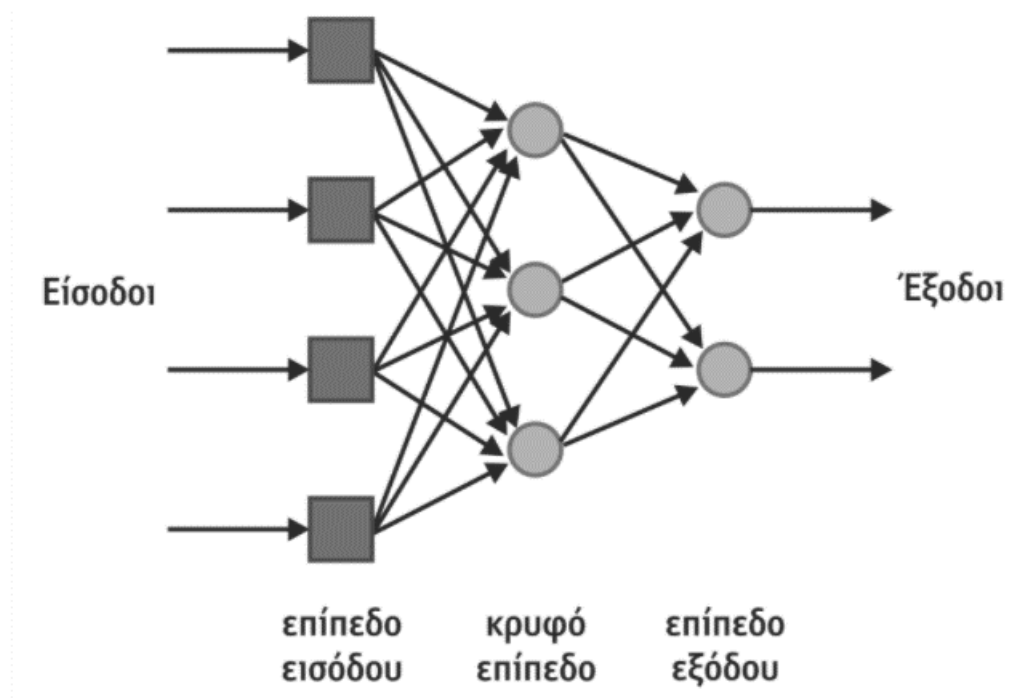
Εικόνα 7: Μεταφορά Μηνυμάτων Μεταξύ Νευρώνων [Τάσκος, 2010]

1.7 - Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο (Artificial Neural Network), είναι ένας παράλληλος καταναεμημένος επεξεργαστής που έχει μία φυσική κλίση στην αποθήκευση και απόδοση εμπειρικής γνώσης. Μοιάζει με τον ανθρώπινο εγκέφαλο, στα εξής:

- Η γνώση λαμβάνεται από το δίκτυο μέσω μιας διαδικασίας εκπαίδευσης
- Η αποθήκευση της γνώσης γίνεται μέσω των βαρών που υπάρχουν στις συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων [Amit, 1989].

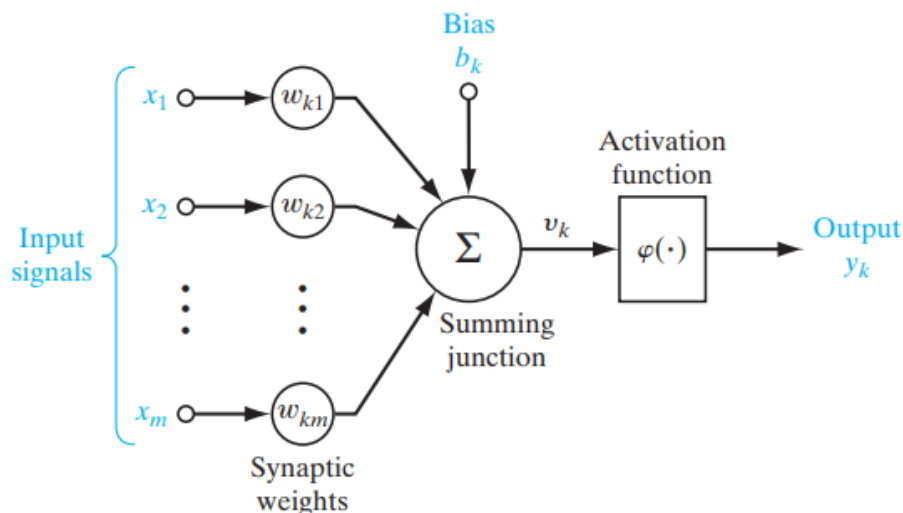
Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks), αποτελούν μια προσπάθεια προσέγγισης της λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου από μία μηχανή και έχουν την ικανότητα να εκτελούν υπολογισμούς με μαζικό, παράλληλο τρόπο [Hopfield, 1985]. Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, είναι, δηλαδή, μαθηματικά μοντέλα τα οποία είναι εμπνευσμένα από τη δομή και τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου. Ορίζονται από πυκνά, διασυνδεδεμένα υπολογιστικά στοιχεία (processing units), τα οποία είναι ικανά να πραγματοποιούν μαζικά, παράλληλους υπολογισμούς για την επεξεργασία των δεδομένων, που δέχονται στην είσοδο τους. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, θα εκπονηθεί με τη δημιουργία Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων Πρόσθιας Τροφοδότησης (Feedforward Artificial Neural Networks). Σε αυτό του είδους τα Νευρωνικά Δίκτυα, διακρίνεται ένα επίπεδο εισόδου, ένα επίπεδο εξόδου και κανένα, ένα ή περισσότερα κρυφά επίπεδα. Το είδος μάθησης του Δικτύου, είναι μάθηση υπό επίβλεψη (Supervised Learning). Ο αριθμός των νευρώνων των κρυφών επιπέδων του Δικτύου, δεν είναι προκαθορισμένος, αλλά εξαρτάται από την πολυπλοκότητα της συνάρτησης ενεργοποίησης, τον αλγόριθμο εκπαίδευσης, κ.α.



Εικόνα 8: Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο, Πρόσθιας Τροφοδότησης. [Γεωργούλη, 2015]

Τα προαναφερθέντα, υπολογιστικά στοιχεία, είναι γνωστά ως τεχνητοί νευρώνες, οι οποίοι είναι οργανωμένοι σε στρώματα (layers). Κάθε ένα από τα υπολογιστικά στοιχεία, μπορεί να έχει πολλαπλά στοιχεία εισόδου (input), αλλά μοναδικό στοιχείο εξόδου (output). Η σύνδεση μεταξύ των νευρώνων, μπορεί να διαφέρει ανά περίπτωση, ενώ η σπουδαιότητα της εκάστοτε σύνδεσης, ορίζεται από τον συντελεστή βάρους, για κάθε σύναψη [Πλεύρου, 2012].

- x_m , το σήμα εισόδου του νευρώνα k , στη σύναψη m
- w_{km} , το συναπτικό βάρος, το k αναφέρεται στον εν λόγο νευρώνα
- b_k , η πόλωση, έχει επίδραση στην ελάττωση της εισόδου στην Συνάρτηση Ενεργοποίησης που εφαρμόζεται
- Σ , ο κόμβος άθροισης για την πρόσθεση των σημάτων εισόδου. Οι λειτουργίες αυτές αποτελούν τον γραμμικό αθροιστή u_k . [Amit, 1989], [Πλεύρου, 2012]
- φ , η συνάρτηση ενεργοποίησης
- y_k , το σήμα εξόδου του νευρώνα



Εικόνα 9: Μοντέλο Τεχνητού Νευρώνα, [Haykin, 2009]

Η ευχρηστία και η αποτελεσματικότητα, των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, έχουν ως αποτέλεσμα, να είναι ευρέως εφαρμόσιμα σε πολλούς τομείς. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν:

- Αναγνώριση Προτύπων
- Βιολογία
- Βιομηχανία
- Ιατρική
- Μηχανική
- Οικονομία
- Περιβάλλον
- Τηλεπικοινωνίες
- Στρατός
- Χημεία

Πιο αναλυτικά, στον τομέα της αναγνώρισης προτύπων, τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, έχουν εφαρμογές όπως η αναγνώριση εικόνων, κειμένου, κ.α., έχοντας ως αποτέλεσμα την επιτυχημένη δημιουργία εφαρμογών, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να μετατρέπουν κείμενα σε αρχεία ήχου, ή και αντίστροφα [Sejnowski, Rosenberg, 1986]. Επιπλέον, εφαρμογές των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, αφορούν τον τομέα της Βιολογίας, οδηγώντας στην καλύτερη κατανόηση και δημιουργία μοντέλων, για όργανα του ανθρωπίνου σώματος όπως ο εγκέφαλος και τα μάτια [Abeyratne et al., 1991]. Στον τομέα της Βιομηχανίας, η χρήση των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, έχει οδηγήσει στην αυτοματοποίηση συστημάτων ελέγχου, ανάπτυξη ρομποτικής και αναπτυγμένο έλεγχο στη γραμμή παραγωγής [Springer et al., 2013]. Όσον αφορά τον τομέα της Ιατρικής, η ανάπτυξη των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, έχει οδηγήσει στην αποτελεσματικότερη εξαγωγή συμπερασμάτων, αυτόματη διάγνωση ασθενειών και καλύτερο έλεγχο σε καταστάσεις όπως μία χειρουργική επέμβαση [Hopfield, 1985]. Επιπροσθέτως, στον τομέα της Μηχανικής, εφαρμογές των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, αφορούν τον καλύτερο ποιοτικό έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας, ανεπτυγμένα συστήματα ελέγχου που αφορούν είτε τα μηχανήματα που κατασκευάζουν ορισμένα προϊόντα, είτε τα προϊόντα αυτά καθαυτά, σε τομείς όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, η αεροναυπηγική, ακόμα και στις πιο απλές οικιακές συσκευές [Hong, Cho, 1995].

Οι εφαρμογές των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, εφαρμόζονται σε τομείς της Οικονομίας, πραγματοποιώντας αναλύσεις επικινδυνότητας σε δάνεια, επενδύσεις, ή και αναγνώσεις εντύπων [Li, Ma, 2010]. Ένας από σημαντικότερους τομείς, στον οποίο εφαρμόζονται τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, είναι το Περιβάλλον. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες τους, πραγματοποιείται ανάπτυξη μοντέλων, τα οποία είναι ικανά να προσομοιώνουν με ακρίβεια χρονοσειρές δεδομένων σε φαινόμενα ρύπανσης, υπόγειες στάθμες υδροφορέων και προβλέψεις καιρικών φαινομένων [Singh et al., 2004], [Kuligowski, Barros, 1998], γεγονός που αξιοποιείται για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής. Ο τομέας των τηλεπικοινωνιών, ο οποίος γνωρίζει ραγδαία ανάπτυξη τις τελευταίες δεκαετίες, αξιοποιεί τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, δημιουργώντας, για παράδειγμα, το φίλτρο Adaline, [Widrow, Hoff, 1985], το οποίο εφαρμόζεται για τη μείωση των εξωτερικών θορύβων και της ηχώ, στις γραμμές των τηλεφώνων. Όσον αφορά τον Στρατιωτικό τομέα, η χρήση των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, έχει επιφέρει τη δημιουργία μη επανδρωμένων οχημάτων και αεροσκαφών, εξελιγμένα συστήματα ραδιοεντοπιστών (radar), δημιουργία έξυπνων όπλων και κρυπτογραφικά συστήματα [Joly et al., 2004]. Τέλος, στον τομέα της Χημείας, εφαρμογές των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, αφορούν βραχύτερους χρόνους ανάλυσης ουσιών και τη δημιουργία ακριβέστερων συσκευών ανάλυσης δειγμάτων, με εφαρμογή σε χώρους όπως εργαστήρια και στους χώρους ελέγχου των αεροδρομίων [Meiler, 2003].

1.8 - Συναρτήσεις Ενεργοποίησης

Η Συνάρτηση Ενεργοποίησης $\varphi(u)$, ορίζει την έξοδο του νευρώνα. Οι βασικότεροι τύποι συναρτήσεων ενεργοποίησης, είναι οι ακόλουθοι.

1.8.1 - Συνάρτηση Κατωφλίου

Το σήμα εξόδου του νευρώνα k , y_k , δίνεται από την ακόλουθη σχέση

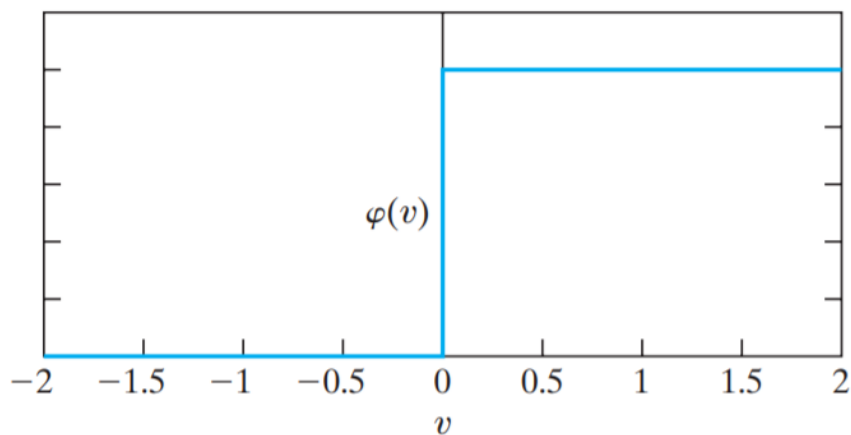
$$y_k = \begin{cases} 1, & s_k \geq 0 \\ 0, & s_k < 0 \end{cases} \text{ και } y_k = \varphi(v)(s_k)$$

Όπου, s_k , είναι η ενεργός είσοδος και δίνεται από τη σχέση

$$s_k = \sum_1^m (w_{jk}x_j + b_k)$$

Η συνάρτηση κατωφλίου δίνεται από την παρακάτω σχέση και παρουσιάζεται γραφικά

$$\text{και } \varphi(v) = \begin{cases} 1, & v \geq 0 \\ 0, & v < 0 \end{cases}$$



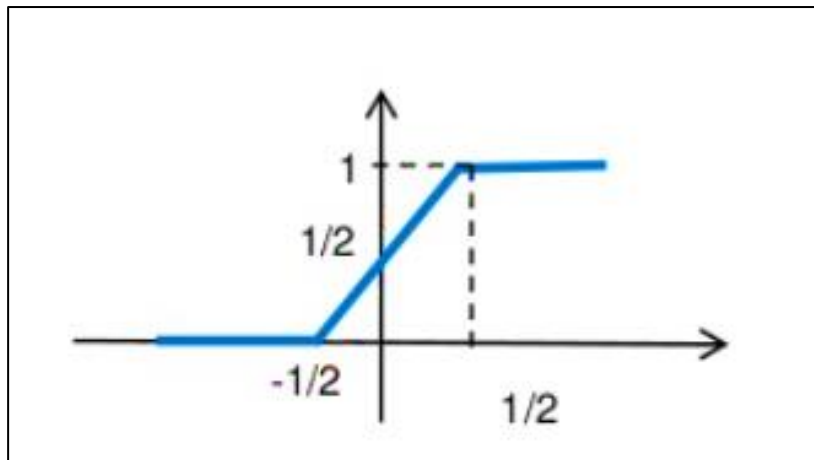
Εικόνα 10: Συνάρτηση Κατωφλίου [Haykin, 2009]

Η έξοδος του νευρώνα, παίρνει τιμή ένα (1), εάν η ενεργός είσοδος είναι μη αρνητική (≥ 0), ενώ παίρνει την τιμή μηδέν (0), εάν η ενεργός είσοδος έχει αρνητική τιμή (< 0). Στη βιβλιογραφία, οι νευρώνες που χρησιμοποιούν αυτού του είδους τη συνάρτηση ενεργοποίησης, συναντώνται ως μοντέλα McCulloch - Pitts.

1.8.2 - Ημι-γραμμική Συνάρτηση

Η ημι-γραμμική συνάρτηση, εκφράζεται μαθηματικά από την ακόλουθη σχέση και στη συνέχεια παρουσιάζεται γραφικά:

$$\varphi(v) = \begin{cases} 1, v \geq \frac{1}{2} \\ v, -\frac{1}{2} < v < \frac{1}{2} \\ 0, v \leq -\frac{1}{2} \end{cases}$$



Εικόνα 11: Ημι-γραμμική Συνάρτηση [Ψούνης, 2015]

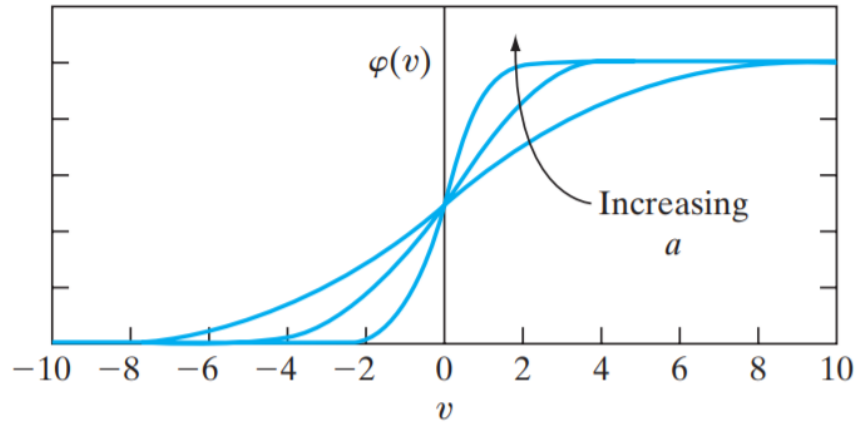
Η έξοδος του νευρώνα, παίρνει τιμές ανάμεσα στην τιμή ένα (1) και την τιμή μηδέν (0).

1.8.3 - Σιγμοειδής Συνάρτηση

Η σιγμοειδής συνάρτηση, παρουσιάζεται με τη μορφή ενός σίγμα τελικού “ς” και αποτελεί την πιο διαδεδομένη συνάρτηση ενεργοποίησης. Είναι αύξουσα και παρουσιάζει εξομάλυνση μεταξύ γραμμικής και μη-γραμμικής συμπεριφοράς. Η λογιστική συνάρτηση, που παρουσιάζεται στην ακόλουθη σχέση, αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα σιγμοειδούς συνάρτησης και παρουσιάζεται γραφικά

$$\varphi(v) = \frac{1}{(1 + e^{-\alpha v})}$$

Όπου α, η κλίση της συνάρτησης



Εικόνα 12: Σιγμοειδής Συνάρτηση [Haykin, 2009]

Η σιγμοειδής συνάρτηση, σε αντίθεση με τη συνάρτηση κατωφλίου, είναι παραγωγίσιμη συνάρτηση και μπορεί να ισούται με οποιαδήποτε τιμή, ανάμεσα στις τιμές μηδέν (0) και ένα (1).

Οι παραπάνω τρεις (3) συναρτήσεις που παρουσιάστηκαν, παίρνουν τιμές από μηδέν (0) έως ένα (1). Σε περίπτωση όμως, που χρειάζεται να παρθούν τιμές, οι οποίες να κυμαίνονται από μείον ένα (-1) έως ένα (1), τότε χρησιμοποιείται η συνάρτηση προσήμου (signum), η οποία δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\varphi(v) = \begin{cases} 1, & v > 0 \\ 0, & v = 0 \\ -1, & v < 0 \end{cases}$$

Τέλος, σε περίπτωση που είναι απαραίτητη η σιγμοειδής μορφή για τη συνάρτηση ενεργοποίησης και ταυτόχρονα χρειάζεται να παρθούν τιμές με εύρος από μείον ένα (-1) έως ένα (1), τότε χρησιμοποιείται η συνάρτηση της υπερβολικής εφαπτομένης, ως εξής:

$$\varphi(v) = \tanh(v)$$

[Haykin, 2009]

1.9 - Αλγόριθμος Εκπαίδευσης Levenberg - Marquardt

Ο αλγόριθμος Levenberg-Marquardt, αποτελεί την προκαθορισμένη επιλογή αλγορίθμου, σε περιβάλλον MATLAB. Αναπτύχθηκε ανεξάρτητα, από τους Kenneth Levenberg και Donald Marquardt και παρέχει μια αριθμητική λύση στο πρόβλημα της ελαχιστοποίησης, μιας μη γραμμικής συνάρτησης. Αποτελεί ένα συνδυασμό δύο άλλων μεθόδων: της κατάβασης κλίσης (Gradient Descent) και της Gauss - Newton. Με τον κατάλληλο συνδυασμό των δύο προαναφερθεισών μεθόδων, ο αλγόριθμος Levenberg-Marquardt, εκμεταλλεύεται την ταχύτητα σύγκλισης της μεθόδου Gauss - Newton και ταυτόχρονα την βεβαιότητα της σύγκλισης της κατάβασης κλίσης (Gradient Descent), λειτουργώντας ως εξής:

- Εάν η λύση είναι κοντά στην επιθυμητή, τότε ο αλγόριθμος συμπεριφέρεται όπως η μέθοδος Gauss - Newton, προσεγγίζοντας τη λύση με μεγάλη ταχύτητα σύγκλισης, έχοντας ως στόχο την όσο το δυνατό μεγαλύτερη μείωση του σφάλματος
- Εάν η λύση δεν είναι κοντά στην επιθυμητή, τότε ο αλγόριθμος συμπεριφέρεται όπως η μέθοδος της κατάβασης κλίσης (Gradient Descent), συγκλίνοντας πιο αργά, αλλά με μεγαλύτερη ακρίβεια

Η διαδικασία εκπαίδευσης, με χρήση του αλγορίθμου Levenberg-Marquardt, περιγράφεται από την παρακάτω σχέση:

$$w_{k+1} = w_k - (J^T J + \mu I)^{-1} J^T e$$

Όπου:

- W_{k+1} : διάνυσμα βαρών, μετά την k+1 επανάληψη
- W_k : διάνυσμα βαρών, μετά την k επανάληψη
- μ : μία σταθερά. Όταν ισούται με μηδέν (0), η μέθοδος Levenberg-Marquardt, είναι ισοδύναμη με τη μέθοδο Newton
- J : Ιακωβιανό μητρώο
- I : ταυτοτικό μητρώο
- e : διάνυσμα των σφαλμάτων του δικτύου

1.10. - Κριτήρια Αξιολόγησης

1.10.1 - Συντελεστής Συσχέτισης (R)

Ο Συντελεστής Συσχέτισης (R), δηλώνει την αναλογία διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής από την ανεξάρτητη. Η τιμή ένα (1) του συντελεστή, είναι η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει και υποδηλώνει ότι υπάρχει πλήρης ταύτιση μεταξύ των δύο προαναφερθεισών, συγκρίσιμων τιμών. Υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$R = \frac{\sum_t (O_t - \bar{O})(S_t - \bar{S})}{\sqrt{\sum_t (O_t - \bar{O})^2 \sum_t (S_t - \bar{S})^2}}$$

Όπου:

- S_t : η προσομοιωμένη από το μοντέλο τιμή βροχόπτωσης
- O_t : η παρατηρούμενη τιμή βροχόπτωσης
- \bar{O} : η μέση τιμή των παρατηρήσεων
- \bar{S} : η μέση τιμή των προσομοιωμένων τιμών

1.10.2 - Nash - Sutcliffe

Ο συντελεστής απόδοσης μοντέλου Nash - Sutcliffe, δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=0}^n (X(i) - x(i))^2}{\sum_{i=0}^n (x(i) - \bar{x}(i))^2}$$

- $X(i)$: η προσομοιωμένη από το μοντέλο τιμή βροχόπτωσης, για τη χρονική στιγμή i
- $x(i)$: η παρατηρούμενη τιμή βροχόπτωσης, για τη χρονική στιγμή i
- $\bar{x}(i)$: η μέση τιμή των παρατηρήσεων

Ο συντελεστής Nash – Sutcliffe, μπορεί να πάρει τιμές από πλην άπειρο έως ένα ($-\infty$ έως 1), όπου για τις τιμές αυτές ισχύουν τα εξής:

- Εάν $NSE=1$, τότε υπάρχει πλήρης ταύτιση ανάμεσα στις προσομοιωμένες τιμές που δίνονται από το μοντέλο και σε αυτές που παρατηρούνται από τους σταθμούς.
- Εάν $NSE=0$, τότε οι τιμές που προσομοιώνονται από το μοντέλο, δίνουν ίδιο αποτέλεσμα με το να χρησιμοποιούταν η μέση τιμή των παρατηρούμενων τιμών των σταθμών, ως μοντέλο πρόβλεψης, για κάθε χρονική στιγμή.
- Εάν $NSE<0$, τότε το μοντέλο είναι πρακτικά μη αξιοποιήσιμο, καθώς οι τιμές που προσομοιώνονται από αυτό, δίνουν ανακριβέστερο αποτέλεσμα σε σχέση με το να χρησιμοποιούταν η μέση τιμή των παρατηρούμενων τιμών των σταθμών, ως μοντέλο πρόβλεψης, για κάθε χρονική στιγμή.

1.10.3 - Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος

Ο δείκτης RMSE, δηλώνει την απόκλιση μεταξύ των παρατηρούμενων και των προσομοιωμένων τιμών και υποδεικνύει το κατά πόσο είναι συγκεντρωμένα, τα δεδομένα, γύρω από τη γραμμή καλύτερης προσαρμογής. Υπολογίζεται από τον εξής τύπο:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_1^N (O_t - S_t)^2}{N}}$$

Όπου:

- S_t : η προσομοιωμένη από το μοντέλο τιμή βροχόπτωσης
- O_t : η παρατηρούμενη τιμή βροχόπτωσης

Κεφάλαιο 2 - Μεθοδολογία

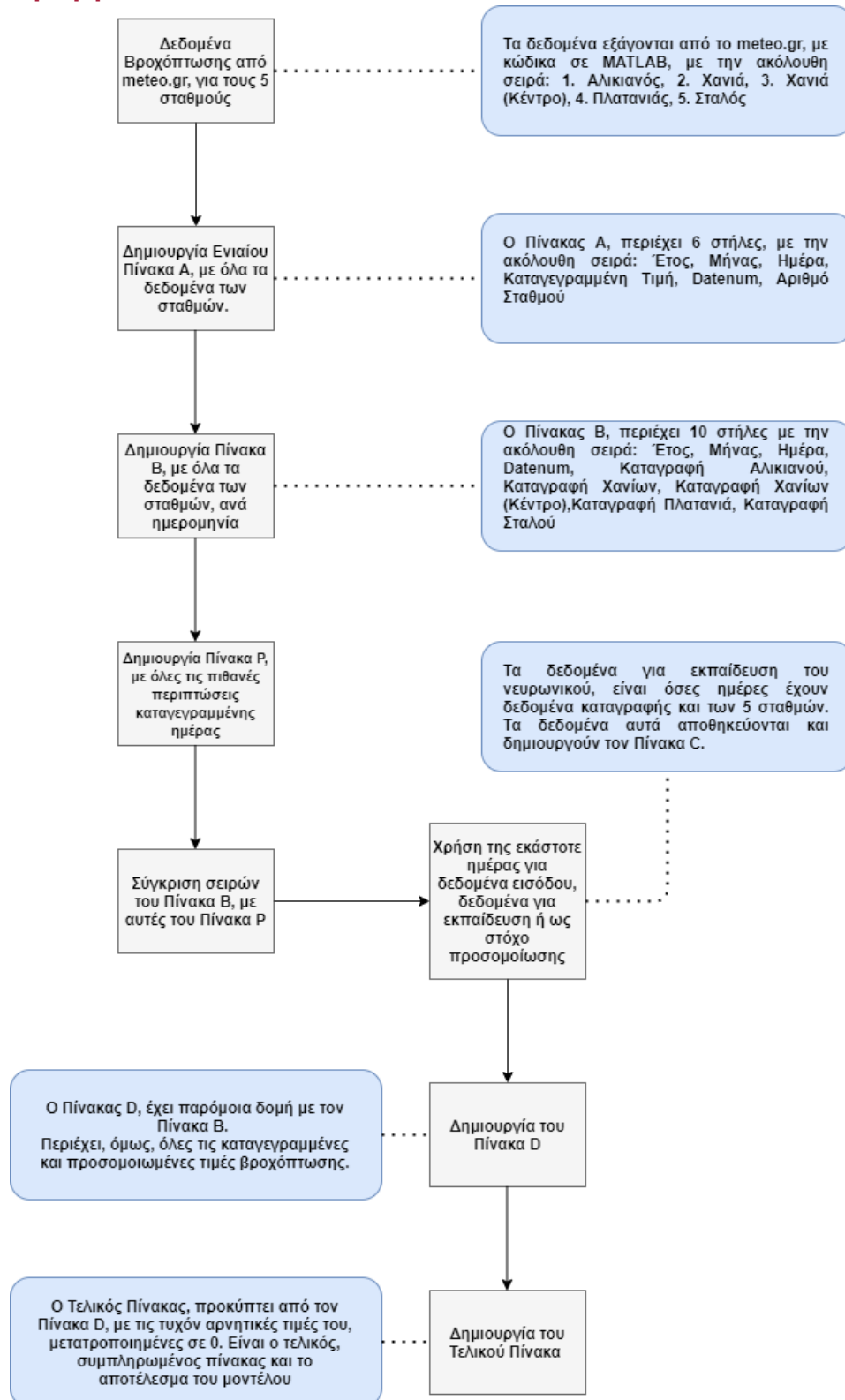
Όπως έχει προαναφερθεί, ως στόχος της συγκεκριμένης μελέτης έχει οριστεί, η δημιουργία πέντε (5) συμπληρωμένων χρονοσειρών δεδομένων βροχόπτωσης, για τους πέντε (5), εξεταζόμενους, μετεωρολογικούς σταθμούς, από την 01/02/2006 έως και τις 31/12/2020. Η αποτίμηση, όμως, των αποτελεσμάτων ως προς την εγκυρότητά τους, είναι εξίσου σημαντική, με εξαγωγή τους.

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο, περιλαμβάνει αναλυτικά τη δημιουργία κάθε κώδικα που χρησιμοποιήθηκε, για τη δημιουργία του μοντέλου, την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και την αξιολόγηση αυτών. Η διαδικασία αυτή, ξεκινά με την εξαγωγή των καταγεγραμμένων τιμών βροχόπτωσης, για τον εκάστοτε μετεωρολογικό σταθμό, που αφορούν το χρονικό πλαίσιο που μελετάται. Τα δεδομένα αυτά, είναι διαθέσιμα στο Meteo.gr και εξάχθηκαν με τη χρήση κώδικα, σε περιβάλλον MATLAB. Η προεπεξεργασία των δεδομένων αυτών, ολοκληρώθηκε με την εισαγωγή τους, υπό τη μορφή πίνακα, σε περιβάλλον MATLAB, με την ακόλουθη δομή:

- Όσον αφορά τις στήλες, αποτελείται από έξι (6), με την ακόλουθη σειρά: Έτος, Μήνας, Ημέρα, Καταγεγραμμένη Τιμή Βροχόπτωσης, Αριθμός Datenum και Αριθμός Σταθμού.
Η αρίθμηση των σταθμών είναι η εξής: 1. Αλικιανός, 2. Χανιά, 3. Χανιά (Κέντρο), 4. Πλατανιάς, 5. Σταλός
- Όσον αφορά τις γραμμές, οι τιμές είναι καταταγμένες ανά σταθμό, ακολουθώντας τη χρονολογική κατάταξη των καταγεγραμμένων τιμών τους

Ο παραπάνω πίνακας, αποτελεί τον Πίνακα Α, του οποίου η χρήση αναλύεται στο ακόλουθο διάγραμμα ροής.

2.1 - Εισαγωγή Στο Μοντέλο



Εικόνα 13: Διάγραμμα Ροής Μοντέλου

Το παραπάνω διάγραμμα ροής, επεξηγεί τη ροή σκέψης για τη δημιουργία του μοντέλου. Ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή των δεδομένων από το meteo.gr, είναι ο ακόλουθος:

```
stnames={'alikianos','platanias','stalos','chania','chaniacenter'};
for st=1:length(stnames)
    stnam=char(stnames{st});
    if not(exist(stnam,'dir'))
        status=mkdir(stnam);
    end
    for ii=2006:2020
        for jj=1:12
            k=['01';'02';'03';'04';'05';'06';'07';'08';'09';'10';'11';'12'];
            urlstr=['http://meteosearch.meteo.gr/data/',stnam,'/', num2str(ii),'-',k(jj,:),'.txt'];
            filstr=[num2str(pwd),'\',stnam,'\',num2str(ii),'-',k(jj,:),'.txt'];
            try
                urlwrite(urlstr,filstr);
            catch
                fprintf('Ο minas %2d του etous %4d den exei dedomena\n',jj,ii)
            end
        end
    end
end
```

Εικόνα 14: Κώδικας Δεδομένων από Meteo σε txt [Τριχάκης, 2021]

Ο κώδικας, αποθηκεύει σε αρχεία κειμένου (text files), τα δεδομένα για τις καταγεγραμμένες τιμές βροχόπτωσης για τους εξής σταθμούς: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός. Η περίοδος μελέτης, αφορά τα έτη 2006 έως 2020, από την αρχή λειτουργίας, δηλαδή, του παλαιότερου σταθμού από τους παραπάνω πέντε (5), έως τη λήξη του προηγούμενου, χρονολογικά, έτους.

Έπειτα από τη λήψη των δεδομένων, και την εισαγωγή τους σε περιβάλλον MATLAB, θα πρέπει να προσδιοριστούν, οι καταγεγραμμένες ημέρες που υπάρχουν στα παραπάνω δεδομένα. Ο προσδιορισμός αυτός, αναφέρεται στην ύπαρξη ή όχι, καταγεγραμμένης τιμής σε κάθε έναν από τους πέντε (5) σταθμούς μελέτης. Εάν δεν υπάρχει τιμή καταγραφής, τότε στους εισαχθέντες πίνακες των δεδομένων, από το meteo.gr, αναγράφεται NaN (Not a Number), στη θέση του σταθμού και της ημερομηνίας που δεν υπάρχει καταγεγραμμένη τιμή και, η τιμή αυτή, θα πρέπει να προσομοιωθεί από το μοντέλο που θα δημιουργηθεί.

Αρχικά δημιουργείται ο Πίνακας P, ο οποίος περιλαμβάνει σε κάθε μία (1), από τις συνολικά τριάντα δύο (32) του γραμμές, μία (1) πιθανή περίπτωση ημέρας καταγραφής ως εξής:

- Η τιμή μηδέν (0), σημαίνει πως ο εκάστοτε σταθμός, έχει καταγεγραμμένη τιμή βροχόπτωσης, για την εκάστοτε ημέρα καταγραφής
- Η τιμή ένα (1), σημαίνει πως ο εκάστοτε σταθμός, δεν έχει καταγεγραμμένη τιμή βροχόπτωσης, αναγράφεται, δηλαδή, NaN (Not a Number) για την εκάστοτε ημέρα καταγραφής

Αριθμός Γραμμής	Αλικιανός	Χανιά	Χανιά (Κέντρο)	Πλατανιάς	Σταλός
1	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0
4	0	0	1	0	0
5	0	0	0	1	0
6	0	0	0	0	1
7	1	1	0	0	0
8	1	0	1	0	0
9	1	1	0	0	0
10	1	0	0	1	0
11	1	0	0	0	1
12	0	1	1	0	0
13	0	0	1	1	0
14	0	0	0	1	1
15	0	0	1	0	1
16	0	1	0	1	0
17	1	1	1	0	0
18	1	1	0	1	0
19	1	1	0	0	1
20	1	0	1	1	0
21	1	0	1	0	1
22	1	0	0	1	1
23	0	1	1	1	0
24	0	0	1	1	1
25	0	1	0	1	1
26	0	1	1	0	1
27	1	1	1	1	0
28	0	1	1	1	1
29	1	0	1	1	1
30	1	1	0	1	1
31	1	1	1	0	1
32	1	1	1	1	1

Πίνακας 1: Πίνακας P

2.2 - Κώδικας Δημιουργίας Πίνακα Δεδομένων

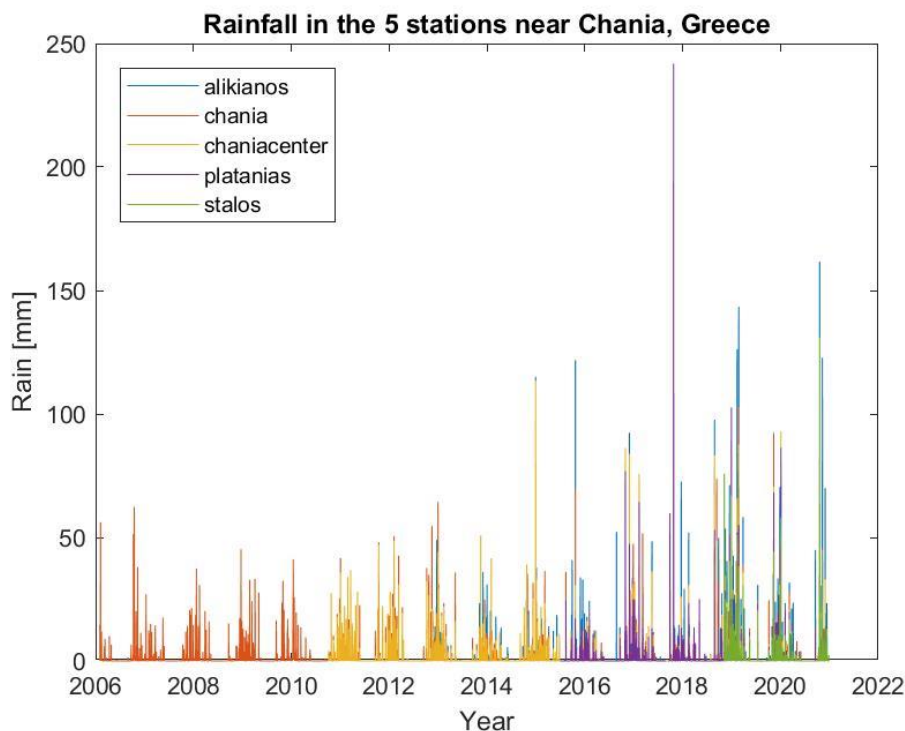
Ο παρακάτω κώδικας, περιλαμβάνει, ως σχόλια (%), αναλυτικά τα βήματα δημιουργίας του Πίνακα B, ο οποίος περιλαμβάνει τις τιμές όλων των καταγεγραμμένων τιμών βροχόπτωσης, από τους πέντε (5), σταθμούς παρακολούθησης.

```
% Eisagogi anagnvristikou kathe stathmou stin stili 6 os eksis: alikianos:1
% chania: 2, chaniacenter: 3, platanias: 4, stalos: 5
alikianos(:,6)=1; chania(:,6)=2; chaniacenter(:,6)=3; platanias(:,6)=4;
stalos(:,6)=5;
% Dimiourgia eniaiou pinaka olon ton dedomenon
A=[alikianos; chania; chaniacenter; platanias; stalos];
% Dimiourgia stilis 5 me ta noumera datenum
A(:,5)=datenum(A(:,1),A(:,2),A(:,3));
% Ypologismos arxikis kai telikis imeras
st_day=min(A(:,5)); end_day=max(A(:,5));
% Dimiourgia pinaka B me sostes diastaseis kai midenikes times
B=zeros(end_day-st_day+1,9);
% Metatropi ton midenikon timon se NaN (not a number)
B=B./B;
% Simplirosi 4 proton stilon toy B me xronia, mina, mera kai datenum
B(1:end_day-st_day+1,1)=year(st_day:end_day);
B(1:end_day-st_day+1,2)=month(st_day:end_day);
B(1:end_day-st_day+1,3)=day(st_day:end_day);
B(1:end_day-st_day+1,4)=st_day:end_day;
% Gia kathe grammi tou A
for k=1:size(A,1);
    % Gia kathe grammi tou B
    for ii=st_day:end_day
        % An to datetime toy A isoutai me ti grammi tou B
        if A(k,5)==ii
            % Elegkse se poio stathmo antistoixei i timi kai bale sth sosti
            % stili tin timi tis vroxoopsis stili 5: alikianos, 6: chania,
            % 7:chaniacenter, 8: platanias, 9: stalos
            switch A(k,6)
                case 1
                    B(ii-st_day+1,5)=A(k,4);
                case 2
                    B(ii-st_day+1,6)=A(k,4);
                case 3
                    B(ii-st_day+1,7)=A(k,4);
                case 4
                    B(ii-st_day+1,8)=A(k,4);
                case 5
                    B(ii-st_day+1,9)=A(k,4);
            end
        end
    end
end
% Ftiakse diagramma gia tis 5 xronoseires me x apo st_day eos end_day
plot(st_day:end_day,B(:,5:9))
% Dimiourgia titlou aksona x
xlabel('Year')
% Metatropi timon x aksona se imerominies
datetick('x','yyyy')
% Dimiourgia titlou aksona y
ylabel('Rain [mm]')
% Dimiourgia titlou grafimatos
title('Rainfall in the 5 stations near Chania, Greece')
% Dimiourgia ypomnimatos !!prosoxi sti seira!!
legend('Location','northwest','alikianos','chania','chaniacenter','platanias','stalos')
saveas(gcf,
```

Εικόνα 15: Κώδικας Δημιουργίας Πίνακα Δεδομένων

Βάσει του παραπάνω διαγράμματος ροής, θα πραγματοποιηθεί σύγκριση των δύο παραπάνω δημιουργημένων Πινάκων, P και B, και θα ελεγχθεί εάν η εκάστοτε πιθανή περίπτωση, ταυτίζεται με κάποια από παρατηρημένες, του Πίνακα B.

Ο παραπάνω κώδικας, δημιουργεί, επιπλέον, ένα διάγραμμα, το οποίο περιλαμβάνει τις χρονοσειρές των δεδομένων βροχόπτωσης, για κάθε έναν από τους πέντε (5), σταθμούς παρακολούθησης, το οποίο απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα. Η καταγραφή των δεδομένων βροχόπτωσης, αφορά το χρονικό διάστημα, μεταξύ 01/02/2006 – 31/12/2020. Τέλος, το συγκεκριμένο διάγραμμα, αποθηκεύεται σε καθορισμένο σημείο από το χρήστη, το οποίο ορίζεται στο τέλος του κώδικα.



Εικόνα 16: Διάγραμμα Χρονοσειρών Βροχόπτωσης

Με βάση και το παραπάνω διάγραμμα για τα δεδομένα καταγεγραμμένων βροχοπτώσεων, όπως προαναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 1, διαθέσιμα καταγεγραμμένα στοιχεία, υπάρχουν ως εξής:

- Αλικιανός: Έναρξη Χρονοσειράς Δεδομένων: 01/09/2012
- Χανιά: Έναρξη Χρονοσειράς Δεδομένων: 01/02/2006
- Χανιά (Κέντρο): Έναρξη Χρονοσειράς Δεδομένων: 01/10/2010
- Πλατανιάς: Έναρξη Χρονοσειράς Δεδομένων: 01/07/2015
- Σταλός: Έναρξη Χρονοσειράς Δεδομένων: 01/11/2018

2.3 - Κώδικας Δημιουργίας Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

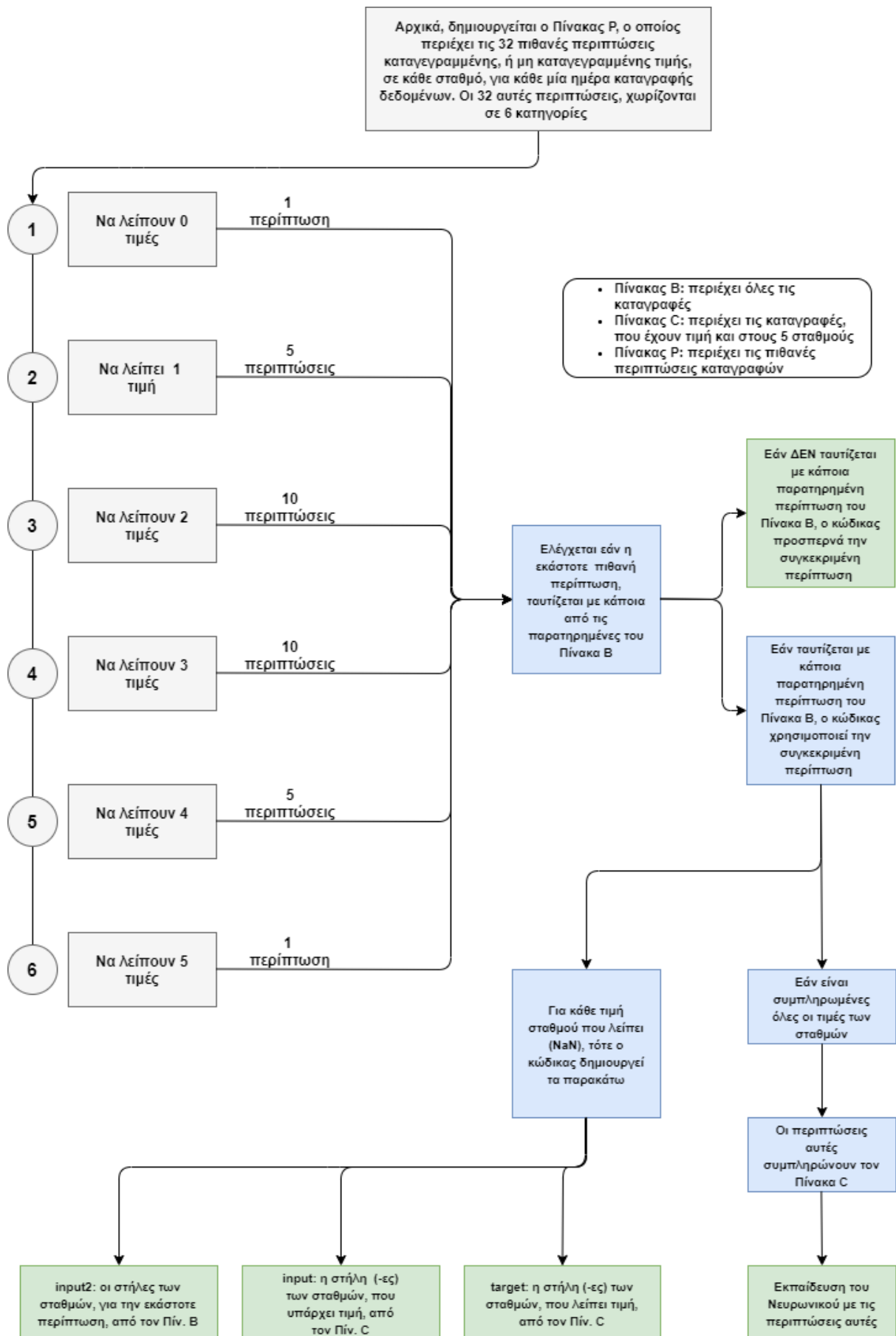
Για την καλύτερη κατανόηση του κώδικα, καθώς και για την ευκολότερη τυχόν χρήση του, σε μελλοντικό επίπεδο, επεξηγούνται παρακάτω, οι βασικότερες εντολές του:

- Γραμμή 1: Εισάγονται τα δεδομένα εισόδου, δηλαδή ο Πίνακας B
- Γραμμή 3: Γίνεται εκκαθάριση (clear), των μεταβλητών ,που αποθηκεύουν τα καλύτερα αποτελέσματα κάθε Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου
- Γραμμή 4: Εισαγωγή δείκτη (index) p, ο οποίος συμβολίζει την εκάστοτε περίπτωση
- Γραμμή 5: Δημιουργία παραθύρου, για τη δημιουργία διαγραμμάτων
- Γραμμή 6: Εκκαθάριση του υπομνήματος των διαγραμμάτων (legend)
- Γραμμή 7: Δημιουργία του υπομνήματος των διαγραμμάτων (legend), ως συστοιχία κελιών (cell array)
- Γραμμή 8: Δημιουργία βρόχου, για τις περιπτώσεις (p), του Πίνακα P, που υπάρχει καταγεγραμμένη (-ες) τιμές βροχόπτωσης σταθμού(-ων), αλλά όχι και των πέντε (5)
- Γραμμή 9: Εάν η εκάστοτε πιθανή περίπτωση (p), ταυτίζεται με κάποια καταγεγραμμένη, του Πίνακα B, τότε ξεκινάει η ανάλυση. Διαφορετικά, ο κώδικας, προσπερνά τη συγκεκριμένη περίπτωση (p)
- Γραμμές 11-14: Δημιουργία κενών μεταβλητών input, input2, target, MV
- Γραμμή 15: Δημιουργία βρόχου για τις στήλες, των σταθμών, του Πίνακα P
- Γραμμή 16: Εάν το στοιχείο του Πίνακα P, είναι 1, δηλαδή NaN (Not a Number), τότε δεν υπάρχει καταγεγραμμένη τιμή βροχόπτωσης, του σταθμού
- Γραμμή 17: Τοποθετείται στο "target", η στήλη που αντιστοιχεί στον σταθμό, από τον Πίνακα C
- Γραμμή 18: MV, είναι μεταβλητή για τις στήλες των σταθμών που δεν έχουν καταγεγραμμένη τιμή
- Γραμμή 20: input: δεδομένα προς εκπαίδευση, input2: δεδομένα προς εκτίμηση
- Γραμμές 24-27: αναστροφή των γραμμών σε στήλες, για την είσοδο των δεδομένων στο Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο
- Γραμμή 28: Εισαγωγή βρόχου για τη δημιουργία συνόλου δέκα χιλιάδων (10.000) Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων
- Γραμμή 29: Εμφάνιση αριθμού των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, χρησιμοποιείται για αποσφαλμάτωση (debugging) του κώδικα
- Γραμμή 30: Δημιουργία Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου, έως 200 κόμβων, που επιλέγονται τυχαία
- Γραμμή 31: Πραγματοποιείται η εκπαίδευση του Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου, με βάση τις παραπάνω μεταβλητές, input και target
- Γραμμή 32: Στο $y\{i\}$, τοποθετούνται οι προσομοιωμένες τιμές
- Γραμμή 36: Εάν δεν υπάρχει η μεταβλητή perf
- Γραμμή 39: Μεταβλητή perf(i), η επίδοση (performance) του εκάστοτε Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου, το οποίο, εάν δώσει αρνητική προσομοιωμένη τιμή, της προστίθεται ποινή ώστε να απορριφθεί
- Γραμμή 39: Εάν το performance , είναι καλύτερο από το bestperf, τότε αποθηκεύει τις καλύτερες τιμές των μεταβλητών, αντικαθιστώντας τις προηγούμενες
- Γραμμή 49: Δημιουργία βρόχου για κάθε σταθμό του target
- Γραμμή 50: Μεταβλητή DV, είναι το καλύτερο αποτέλεσμα του κάθε input
- Γραμμή 51: Εάν η τιμή του DV είναι αρνητική, τότε αντικαθίσταται με 0
- Γραμμή 52: Δημιουργία των εννέα (9) γραφημάτων, όσα και οι περιπτώσεις (cases) που εμφανίζονται στα παρατηρήματα δεδομένα
- Γραμμή 66: Αναστροφή των γραμμών σε στήλες
- Γραμμή 67: Μεταβλητή T, αποθηκεύονται τα αποτελέσματα (results) τις κάθε περίπτωσης

- Γραμμή 68: Αποθηκεύονται τα αρχεία, τύπου ".mat"
- Γραμμή 69: Γίνεται εκκαθάριση (clear), των αποθηκευμένων μεταβλητών

```
load('olamesakaioitigrapsei.mat')
D=B;
clear bestperf bestnet besttr y net perf
pind=0;
fig1=figure(1);
clear leg
leg=[];
for p=2:31
    if ismember(p,unique(B(:,10)))
        pind=pind+1;
        input= [];
        input2= [];
        target= [];
        MV=[];
        for m=1:5
            if P(p,m)==1
                target=[target C(:,m+4)];
                MV=[MV m+4];
            else
                input= [input C(:,m+4)];
                input2= [input2 B(B(:,10)==p,m+4)];
            end
        end
        input=input';
        target=target';
        input2=input2';
        dates=C(:,4)';
        for i=1:10000
            disp(i)
            net = feedforwardnet(floor(200*rand(1)+1));
            [net, tr] = train(net,input,target);
            y{i}= net(input);
            % dummy=y{i};
            % dummy(dummy<0)=0;
            % y{i}=dummy;
            if ~exist('perf','var')
                bestperf=Inf;
            end
            perf(i) = perform(net,y{i},target)+10000*sum(sum(y{i}<0));
            if perf(i)<bestperf
                bestperf=perf(i);
                bestnet=net;
                besttr=tr;
                besty=y{i};
                besti=i;
            end
        end
        %figure()
        for n=1:size(target,1)
            DV= bestnet(input);
            DV(DV<0)=0;
            subplot(3,3,pind)
            hold on
            plot(dates,target(n,:),dates,DV(n,:))
            ob=['observed',num2str(n)];
            si=['simulated',num2str(n)];
            leg{2*n-1}=ob;
            leg{2*n}=si;
            legend('location','northwest',leg)
            datetick('x','yyyy')
            xlim([min(dates),max(dates)])
        end
        %ypologismos me to kalytero diktyo tw n timwn poy leipoun ston pinaka B gia
        %thn periptwsi p
        %pinakas D poy tha isoutai me bestnet(input2)
        D(B(:,10)==p,MV)=bestnet(input2);
        T= ['resultnet',num2str(p),'.mat'];
        save(T,'best','y','D','target')
        clear input target input2 MV bestperf bestnet besttr perf besty besti
        leg=[];
    end
end
```

Εικόνα 17: Κώδικας Δημιουργίας Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων



Εικόνα 18: Διάγραμμα Ροής Κώδικα

2.4 - Κώδικας Δημιουργίας Γραφημάτων

Για την καλύτερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων, είναι απαραίτητη η δημιουργία τεσσάρων (4) γραφημάτων (plots), όπου θα παρουσιάζονται για τις περιπτώσεις (cases), οι συσχετίσεις μεταξύ:

- Γράφημα 1, **Μπλε χρώμα**, συσχέτιση Εκπαίδευσης (Training), μεταξύ target - προσομοιωμένης τιμής
- Γράφημα 2, **Πράσινο χρώμα**, συσχέτιση Εγκυρότητας (Validation) μεταξύ target - προσομοιωμένης τιμής
- Γράφημα 3, **Κόκκινο χρώμα**, συσχέτιση Δοκιμής (Test) μεταξύ target - προσομοιωμένης τιμής
- Γράφημα 4, **Μαύρο χρώμα**, συσχέτιση Όλων των Δεδομένων (All Data) μεταξύ target - προσομοιωμένης τιμής

```
load('olamesakaiotigrapsei.mat')
for p=2:31
    if ismember(p,unique(B(:,10)))
        figure()
        T= ['resultnet',num2str(p),'.mat'];
        load(T)
        subplot(2,2,1)
        plot(target(besttr.trainInd), besty(besttr.trainInd),'bo',[0 max(max(target))],[0 max(max(target))],'k-')
        axis equal
        xlim([0 max(max(target))])
        ylim([0 max(max(target))])
        R=corrcoef(target(besttr.trainInd), besty(besttr.trainInd));
        titlestr=['Training: R = ', num2str(R(1,2))];
        title(titlestr)
        xlabel('Target [mm]')
        ylabel('Simulated [mm]')
        subplot(2,2,2)
        plot(target(besttr.valInd), besty(besttr.valInd),'go',[0 max(max(target))],[0 max(max(target))],'k-')
        axis equal
        xlim([0 max(max(target))])
        ylim([0 max(max(target))])
        R=corrcoef(target(besttr.valInd), besty(besttr.valInd));
        titlestr=['Validation: R = ', num2str(R(1,2))];
        title(titlestr)
        xlabel('Target [mm]')
        ylabel('Simulated [mm]')
        subplot(2,2,3)
        plot(target(besttr.testInd), besty(besttr.testInd),'ro',[0 max(max(target))],[0 max(max(target))],'k-')
        axis equal
        xlim([0 max(max(target))])
        ylim([0 max(max(target))])
        R=corrcoef(target(besttr.testInd), besty(besttr.testInd));
        titlestr=['Test: R = ', num2str(R(1,2))];
        title(titlestr)
        xlabel('Target [mm]')
        ylabel('Simulated [mm]')
        subplot(2,2,4)
        plot(target, besty,'ko',[0 max(max(target))],[0 max(max(target))],'k-')
        axis equal
        xlim([0 max(max(target))])
        ylim([0 max(max(target))])
        R=corrcoef(target, besty);
        titlestr=['All data - case ',num2str(p),': R = ', num2str(R(1,2))];
        title(titlestr)
        xlabel('Target [mm]')
        ylabel('Simulated [mm]')
    end
end
```

Εικόνα 19: Κώδικας Δημιουργίας Γραφημάτων

2.5 - Κώδικας Δημιουργίας Τελικού Πίνακα Αποτελεσμάτων

Ο ακόλουθος κώδικας, δημιουργεί έναν πίνακα, στον οποίο τοποθετούνται οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, καθώς και οι παρατηρημένες τιμές των σταθμών, συμπληρώνοντας τη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης των πέντε (5) σταθμών, για το χρονικό διάστημα μεταξύ 01/02/2006 - 31/12/2020. Τυχόν αποτελέσματα του μοντέλου, που έχουν αρνητική τιμή, μετατρέπονται σε μηδέν (0).

```
load('olamesakaiotigrapsei.mat')
Telikos_Pinakas=D;
Telikos_Pinakas(Telikos_Pinakas<0)=0;
```

Εικόνα 20: Κώδικας Δημιουργίας Τελικού Πίνακα Αποτελεσμάτων

2.6 - Κώδικας Συντελεστή Απόδοσης Μοντέλου Nash – Sutcliffe

Ο ακόλουθος κώδικας, δημιουργεί έναν πίνακα, στον οποίο τοποθετούνται οι τιμές του συντελεστή Nash – Sutcliffe, ως εξής:

- Ο πίνακας αποτελείται από πέντε (5) στήλες, όσοι και οι σταθμοί, τοποθετημένοι με την ίδια σειρά που έχουν οριστεί στους παραπάνω πίνακες, των δύο (2) προηγούμενων κωδίκων
- Οι γραμμές του πίνακα, αποτελούνται από τις περιπτώσεις του πίνακα P
- Εάν κάποια από τις περιπτώσεις δεν υπάρχει, η γραμμή του πίνακα συμπληρώνεται με 0, σε κάθε στήλη
- Εάν υπάρχει η αντίστοιχη περίπτωση, τότε στην αντίστοιχη θέση του σταθμού που προσομοιώνεται, τοποθετείται η τιμή του συντελεστή. Εάν δεν γίνεται προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, τοποθετείται η τιμή μηδέν (0), στη θέση του αντίστοιχου σταθμού

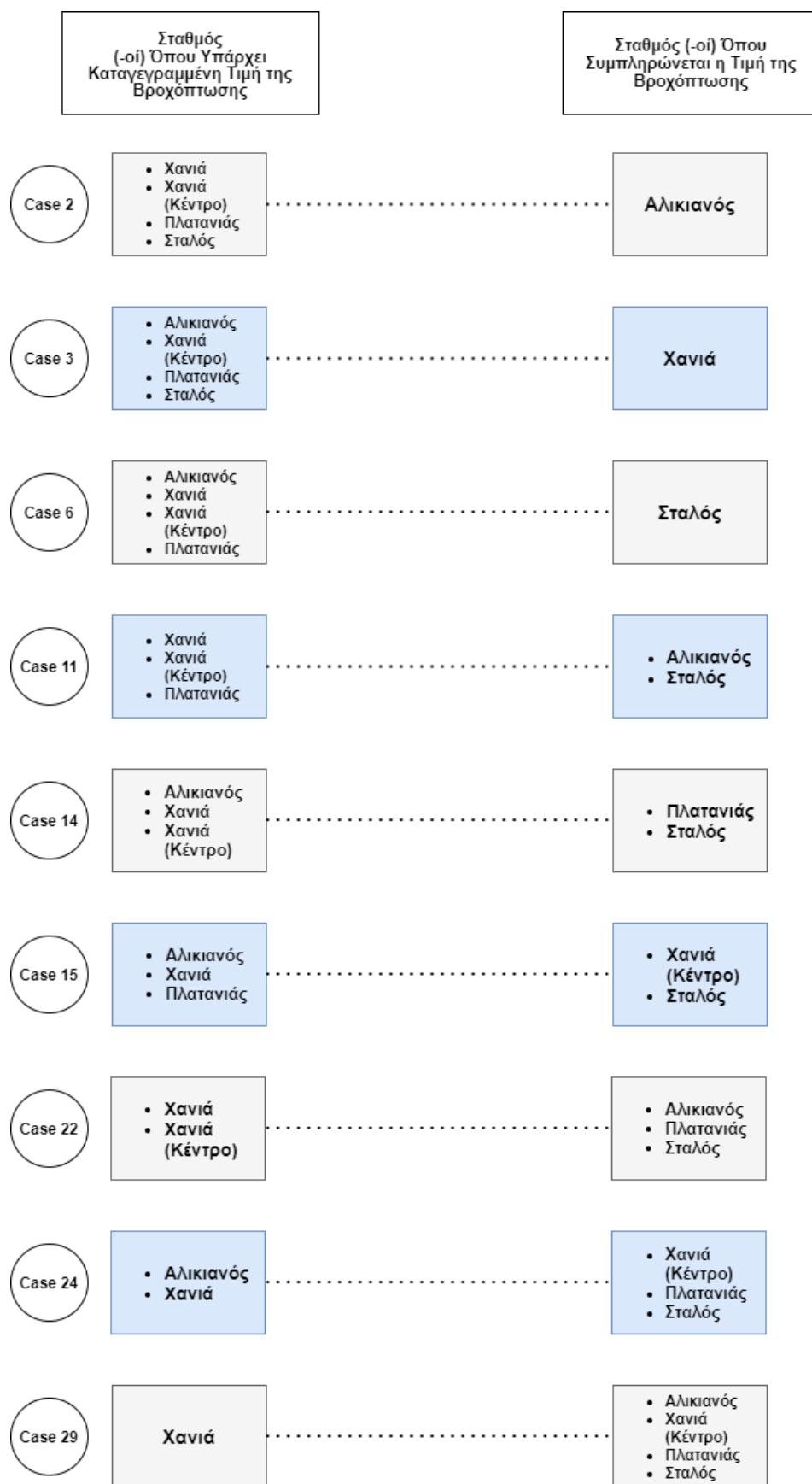
```
for p=2:31
    if ismember(p,unique(B(:,10)))
        T= ['resultnet',num2str(p),'.mat'];
        load(T)
        for i=1:size(besty,1)
            Z=[C(:,4),target(i,:)'];
            X=[C(:,4),besty(i,:)'];
            NS(p,i)=nashsutcliffe(Z,X);
        end
    end
end
```

Εικόνα 21: Κώδικας Συντελεστή Απόδοσης Μοντέλου Nash – Sutcliffe

Κεφάλαιο 3 - Αποτελέσματα Μοντέλου

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, γίνεται εκτενής παρουσίαση των αποτελεσμάτων του μοντέλου. Τα αποτελέσματα, που παρουσιάζονται, αφορούν βασικούς συντελεστές για την ακρίβεια του μοντέλου, όπως οι συντελεστές συσχέτισης και οι συντελεστές απόδοσης μοντέλου Nash – Sutcliffe, για κάθε μία από τις περιπτώσεις που εξετάζει το μοντέλο. Επιπλέον, στο κεφάλαιο αυτό, περιλαμβάνονται οι συμπληρωμένες χρονοσειρές δεδομένων βροχόπτωσης, για κάθε έναν από τους εξεταζόμενους μετεωρολογικούς σταθμούς. Κάθε ένα από τα γραφήματα αυτά, αφορά ένα χρονολογικό έτος, από το 2006 έως και το 2020.

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, το μοντέλο πραγματοποιεί σύγκριση των δύο παραπάνω δημιουργημένων Πινάκων, P και B, ώστε να ελεγχθεί εάν η εκάστοτε πιθανή περίπτωση, ταυτίζεται με κάποια από παρατηρημένες, του Πίνακα B. Βάσει της σύγκρισης των Πινάκων B και P, προκύπτει ότι, από τις τριάντα δύο (32) πιθανές περιπτώσεις του Πίνακα P, καταγεγραμμένες, στον Πίνακα B, υπάρχουν οι ακόλουθες εννέα (9).



Εικόνα 22: Περιπτώσεις Καταγεγραμμένων Τιμών Βροχόπτωσης

Το μοντέλο, εμφανίζει τις παραπάνω περιπτώσεις (cases), ως εξής:

Case	Σταθμός (-οι) Όπου Συμπληρώνεται η Τιμή της Βροχόπτωσης
Case 2	Αλικιανός
Case 3	Χανιά
Case 6	Σταλός
Case 11	Αλικιανός
	Σταλός
Case 14	Πλατανιάς
	Σταλός
Case 15	Χανιά (Κέντρο)
	Σταλός
Case 22	Αλικιανός
	Πλατανιάς
	Σταλός
Case 24	Χανιά (Κέντρο)
	Πλατανιάς
	Σταλός
Case 29	Αλικιανός
	Χανιά (Κέντρο)
	Πλατανιάς
	Σταλός

Πίνακας 2: Περιπτώσεις (Cases)

Η αρίθμηση της εκάστοτε περίπτωσης (case) δεν προκύπτει με αριθμητική σειρά, αλλά από την αντίστοιχη γραμμή του Πίνακα Ρ, στην οποία βρίσκεται η ταυτιζόμενη με τον Πίνακα Β περίπτωση. Πιο αναλυτικά:

Περίπτωση (Case)	Γραμμή Πίνακα Ρ	
Case 2	2	[1,0,0,0,0]
Case 3	3	[0,1,0,0,0]
Case 6	6	[0,0,0,0,1]
Case 11	11	[1,0,0,0,1]
Case 14	14	[0,0,0,1,1]
Case 15	15	[0,0,1,0,1]
Case 22	22	[1,0,0,1,1]
Case 24	24	[0,0,1,1,1]
Case 29	29	[1,0,1,1,1]

Πίνακας 3: Ταυτιζόμενες Περιπτώσεις Καταγεγραμμένων Ημερών Βροχόπτωσης

3.1 - Ακρίβεια Αποτελεσμάτων Μοντέλου

Η ακρίβεια των προσομοιωμένων τιμών βροχόπτωσης, για κάθε μία από τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν από το μοντέλο, παρουσιάζεται στα παρακάτω γραφήματα, για τα οποία ισχύει:

- Γράφημα 1, **Μπλε χρώμα**, συσχέτιση Εκπαίδευσης (Training)
- Γράφημα 2, **Πράσινο χρώμα**, συσχέτιση Εγκυρότητας (Validation)
- Γράφημα 3, **Κόκκινο χρώμα**, συσχέτιση Δοκιμής (Test)
- Γράφημα 4, **Μαύρο χρώμα**, συσχέτιση Όλων των Δεδομένων (All Data)

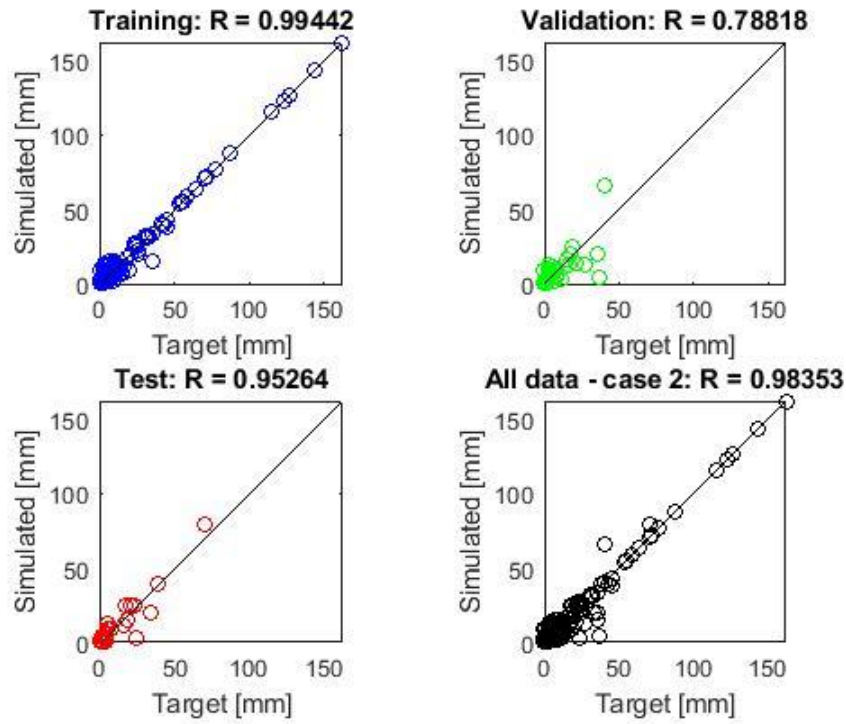
Με βάση τα παρακάτω αποτελέσματα, παρατηρείται ότι οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης, όλων των δεδομένων (All Data) μεταξύ target - προσομοιωμένης τιμής, είναι σχετικά κοντά στην τιμή ένα (1), με καλύτερη τιμή, αυτή της Περίπτωσης (Case) 15, ίση με 0.99101. Η τιμή ένα (1) του συντελεστή, είναι η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει και υποδηλώνει ότι υπάρχει πλήρης ταύτιση μεταξύ των δύο προαναφερθεισών, συγκρίσιμων τιμών.

Όσον αφορά τον συντελεστή για τη συσχέτιση Δοκιμής (Test), αποτελεί τον πιο αντιπροσωπευτικό συντελεστή συσχέτισης για την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων του μοντέλου, καθώς τα δεδομένα αυτά δεν χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της Εκπαίδευσης (Training), ούτε της Εγκυρότητας (Validation). Η καλύτερη τιμή του συντελεστή αυτού, παρουσιάζεται στην Περίπτωση (Case) 15, με τιμή 0.99274. Η τιμή ένα (1) του συντελεστή, είναι η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει και υποδηλώνει ότι υπάρχει πλήρης ταύτιση μεταξύ των δύο προαναφερθεισών, συγκρίσιμων τιμών

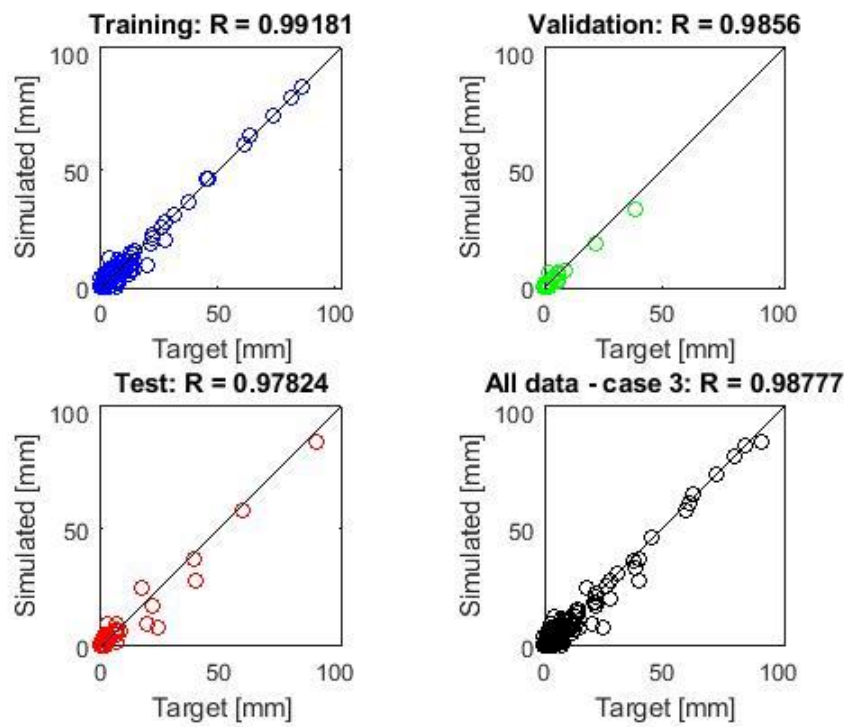
Περίπτωση (Case)	Συντελεστής Εκπαίδευσης (Training)	Συντελεστής Εγκυρότητας (Validation)	Συντελεστής Δοκιμής (Test)	Συντελεστής Όλων των Δεδομένων (All Data)
Case 2	0.99442	0.78818	0.95264	0.98353
Case 3	0.99181	0.9856	0.97824	0.98777
Case 6	0.99252	0.92178	0.93957	0.99066
Case 11	0.97427	0.97852	0.98118	0.97737
Case 14	0.97883	0.98802	0.95671	0.98639
Case 15	0.98609	0.9976	0.99274	0.99101
Case 22	0.94989	0.97742	0.98128	0.96842
Case 24	0.98044	0.99351	0.96243	0.97975
Case 29	0.97127	0.96079	0.95402	0.96998

Πίνακας 4: Συντελεστές Συσχέτισης Μεταξύ Στόχων (Targets) και Προσομοιωμένων Τιμών

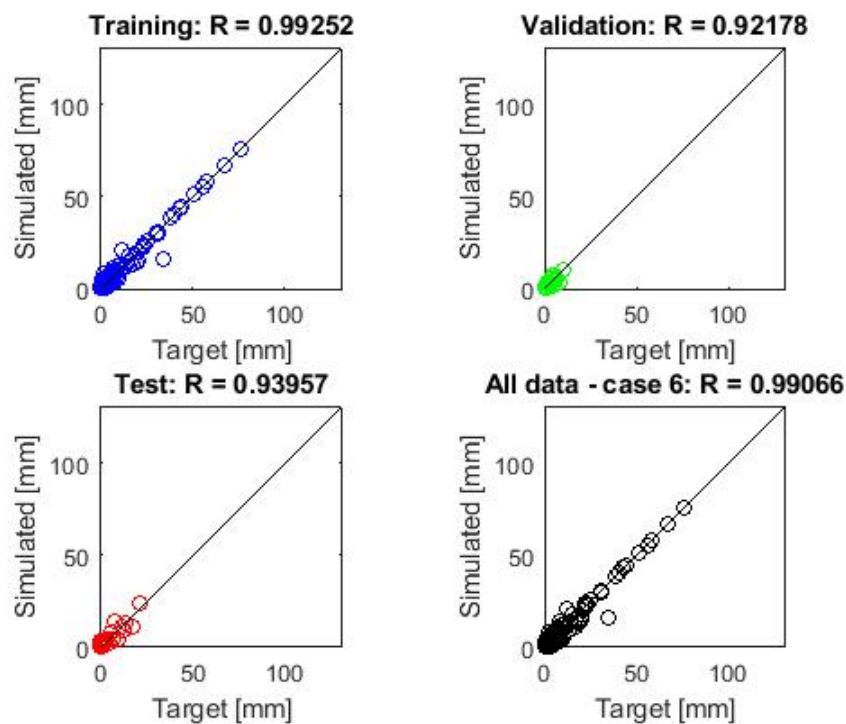
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα προαναφερθέντα διαγράμματα των παραπάνω τιμών, όλων των συντελεστών, για κάθε μία από τις υπάρχουσες Περιπτώσεις (Cases). Η δομή των παρακάτω διαγραμμάτων αναλύεται παραπάνω.



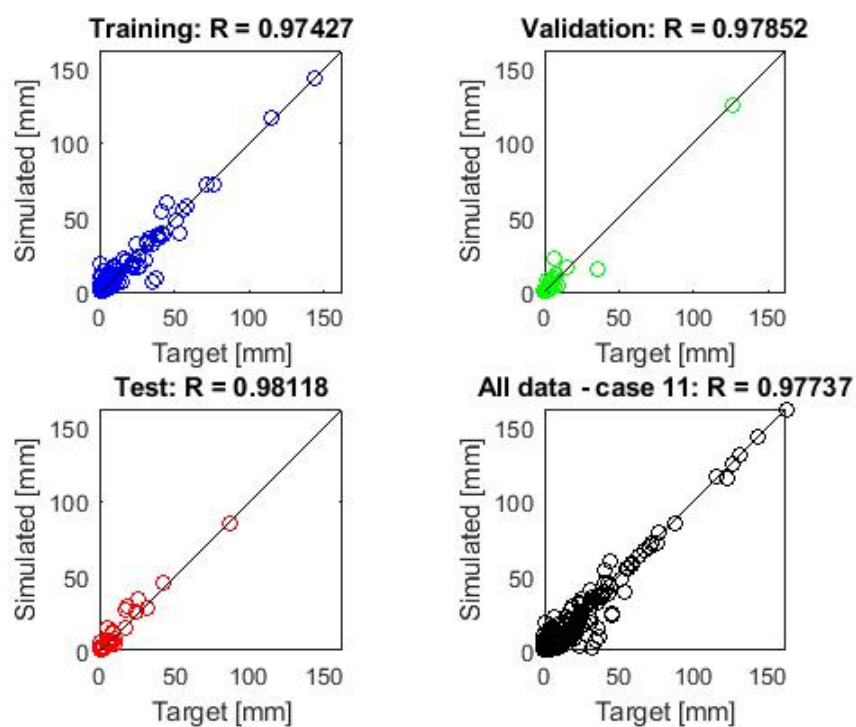
Εικόνα 23: Case 2



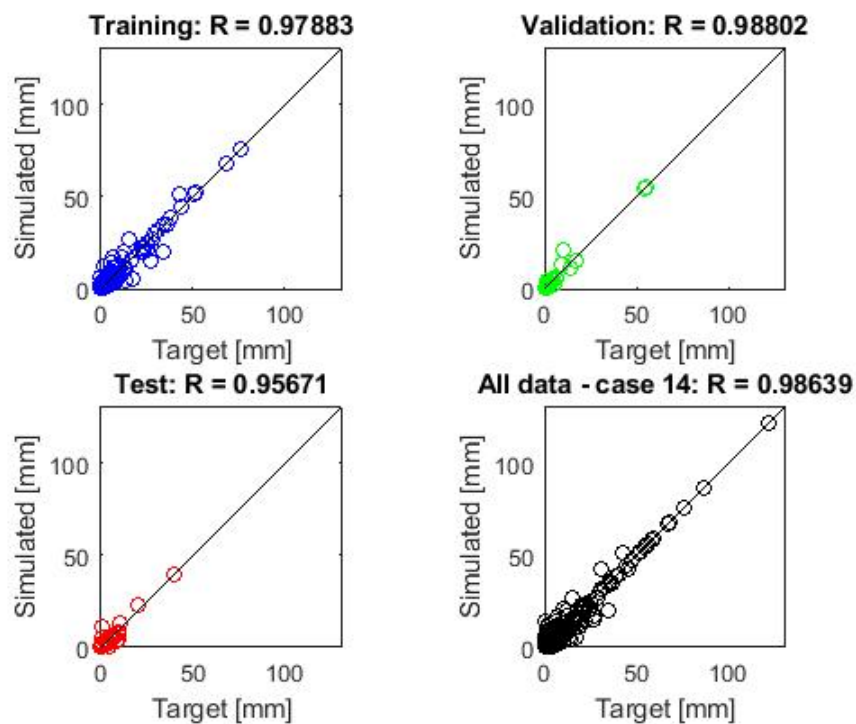
Εικόνα 24: Case 3



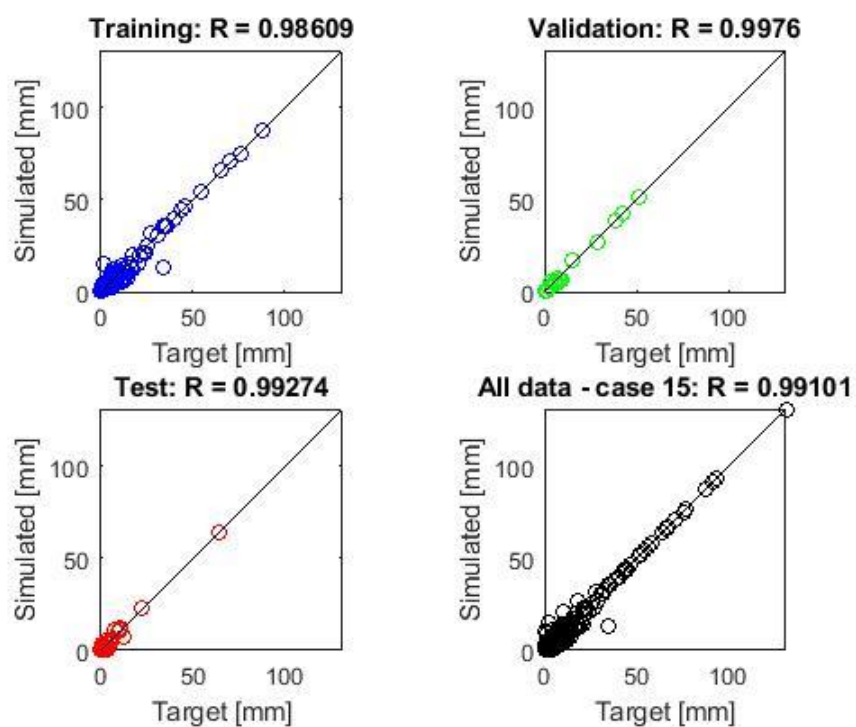
Εικόνα 25: Case 6



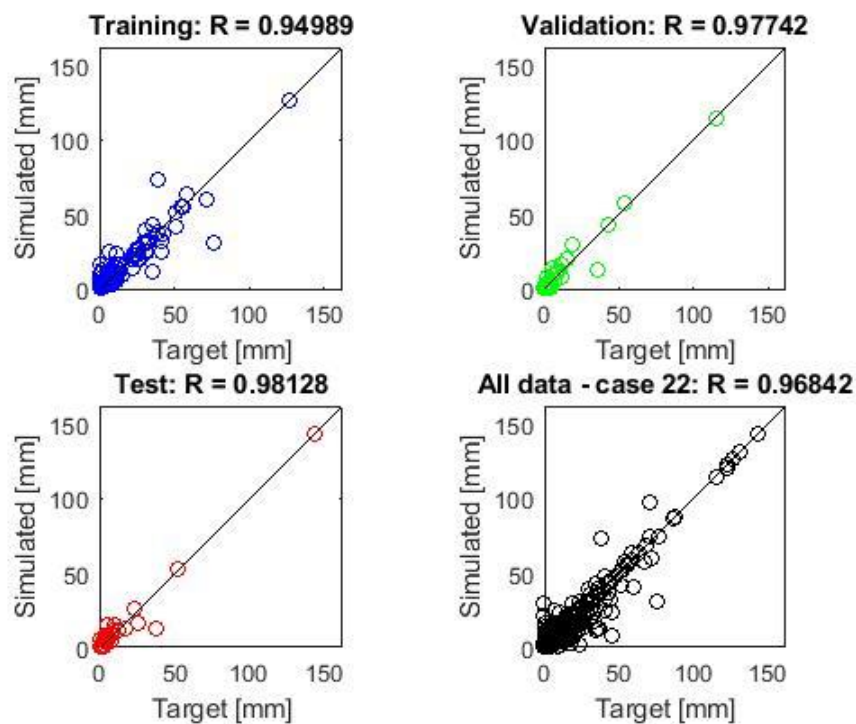
Εικόνα 26: Case 11



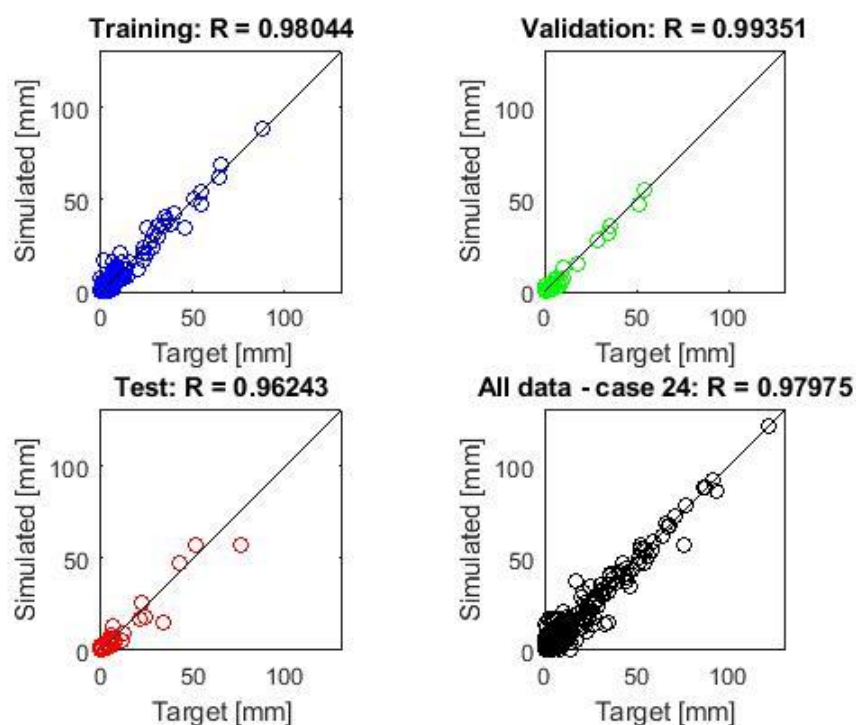
Εικόνα 27: Case 14



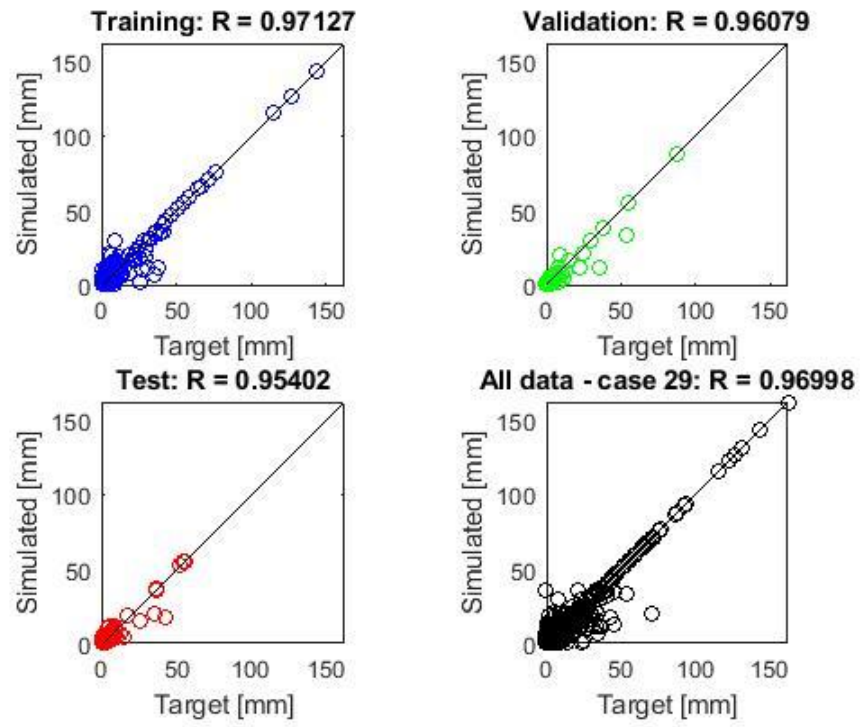
Εικόνα 28: Case 15



Εικόνα 29: Case 22



Εικόνα 30: Case 24



Εικόνα 31: Case 29

3.2 - Συντελεστής Απόδοσης Μοντέλου Nash - Sutcliffe

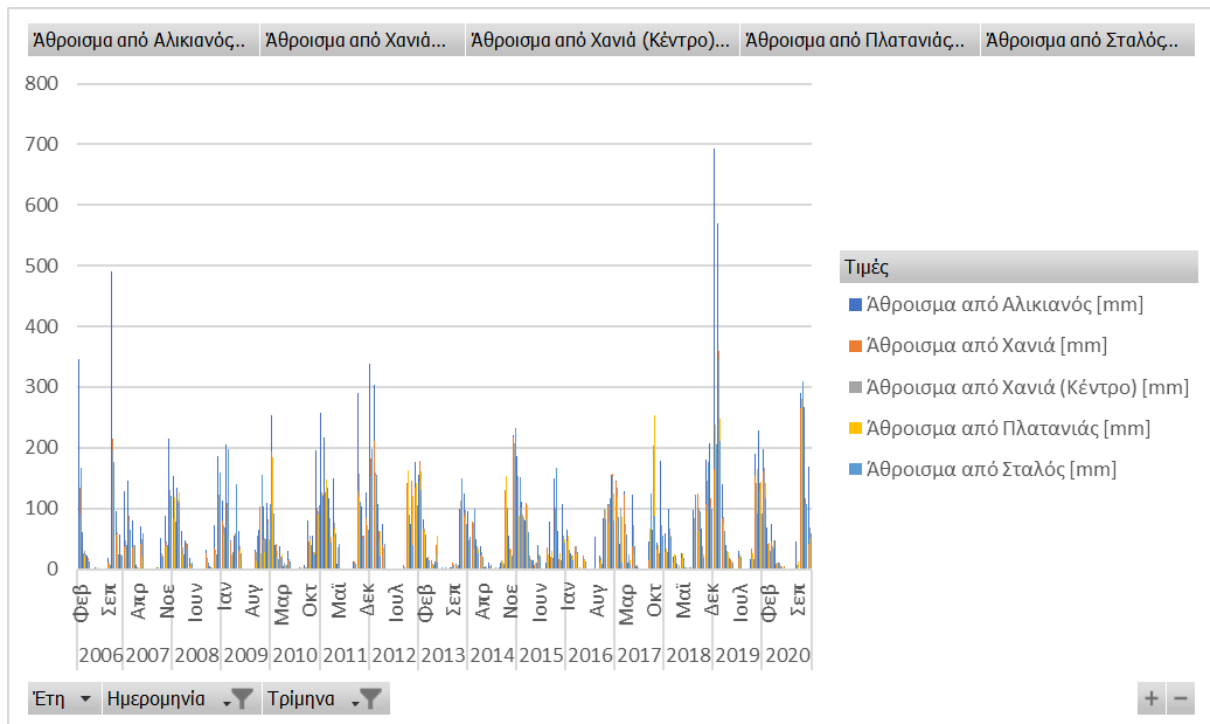
Παρακάτω δίνεται ο πίνακας με τις τιμές του συντελεστή απόδοσης μοντέλου Nash - Sutcliffe, για τις προσομοιωμένες τιμές βροχόπτωσης, από το μοντέλο

Case	Συντελεστής Nash – Sutcliffe	Σταθμός (-οι) Προσομοιωμένης Τιμής Βροχόπτωσης
Case 2	0.967	Αλικιανός
Case 3	0.975	Χανιά
Case 6	0.981	Σταλός
Case 11	0.954	Αλικιανός
	0.957	Σταλός
Case 14	0.976	Πλατανιάς
	0.969	Σταλός
Case 15	0.989	Χανιά (Κέντρο)
	0.973	Σταλός
Case 22	0.934	Αλικιανός
	0.957	Πλατανιάς
	0.927	Σταλός
Case 24	0.975	Χανιά (Κέντρο)
	0.957	Πλατανιάς
	0.943	Σταλός
Case 29	0.911	Αλικιανός
	0.971	Χανιά (Κέντρο)
	0.968	Πλατανιάς
	0.959	Σταλός

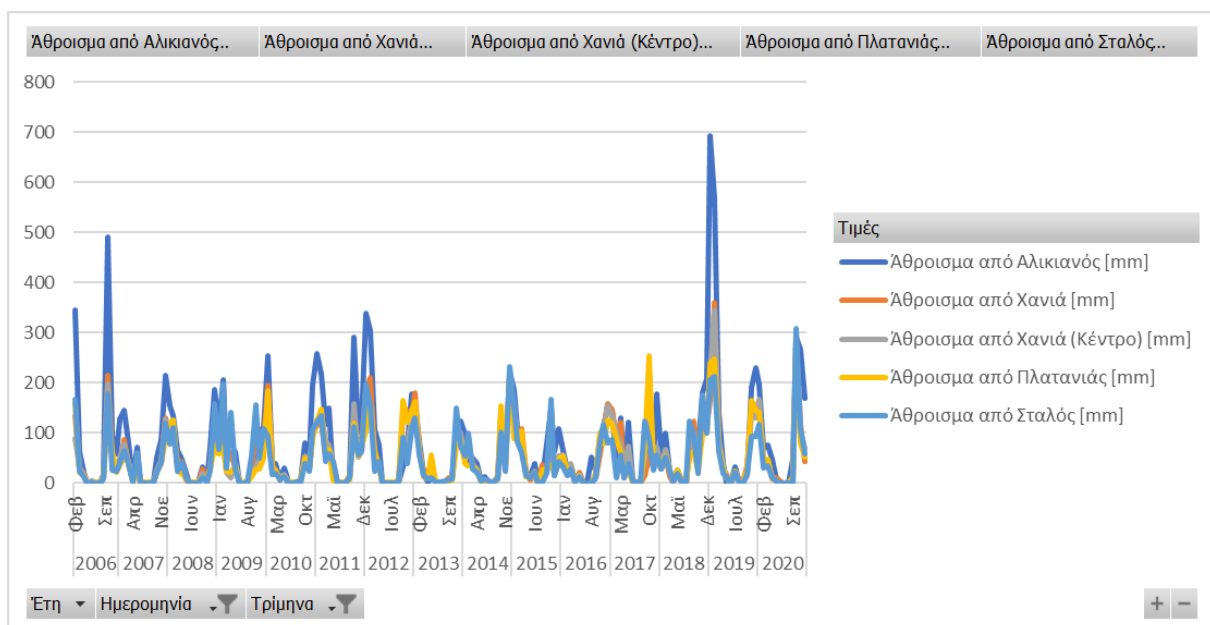
Πίνακας 5: Τιμές του συντελεστή απόδοσης μοντέλου Nash – Sutcliffe

Με βάση τον παραπάνω Πίνακα, παρατηρείται ότι οι τιμές των συντελεστών Nash – Sutcliffe, για κάθε περίπτωση (case), είναι πολύ κοντά στην τιμή ένα (1), στην οποία υπάρχει πλήρης ταύτιση ανάμεσα στις προσομοιωμένες τιμές που δίνονται από το μοντέλο και σε αυτές που παρατηρούνται από τους σταθμούς. Επομένως οι τιμές του μοντέλου, χαρακτηρίζονται σχετικά ακριβείς και αξιόπιστες, με καλύτερη τιμή συντελεστή, αυτή της Περίπτωσης (Case) 15, ίση με 0.989.

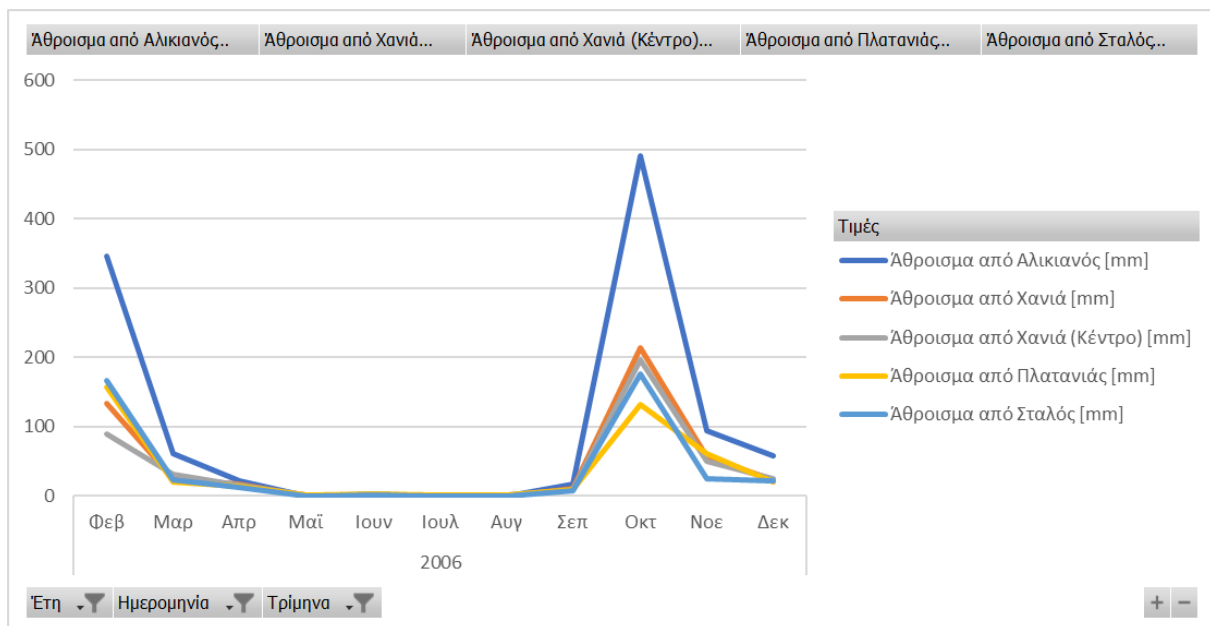
3.3 - Παρουσίαση Χρονοσειρών Μοντέλου



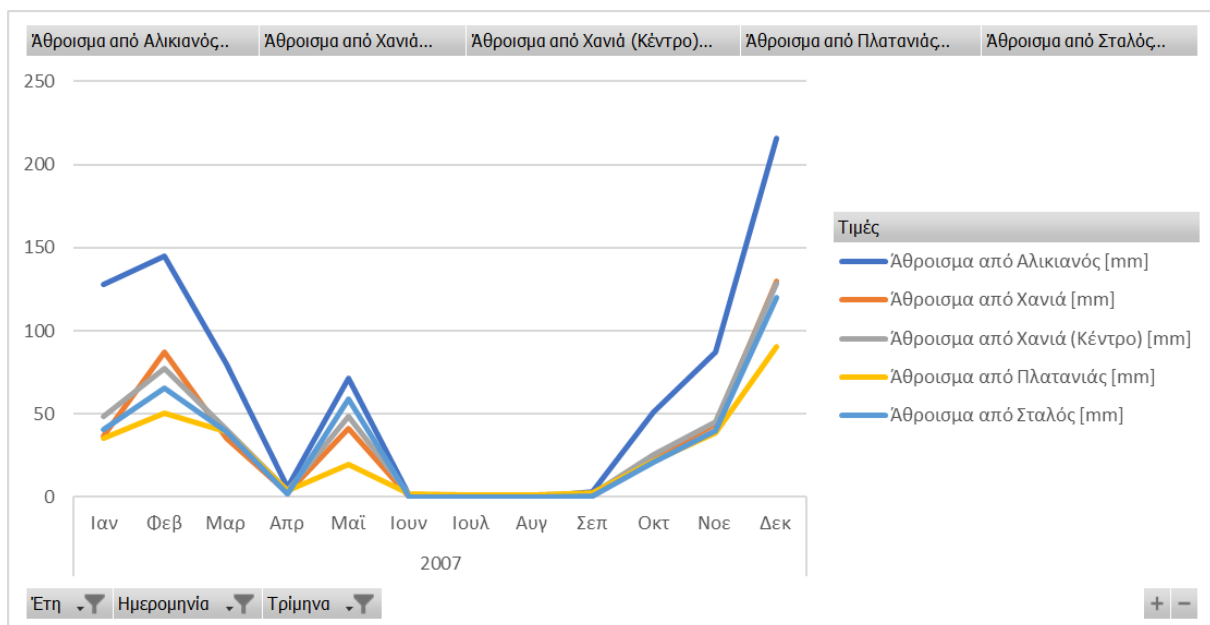
Εικόνα 32: Ετήσια Αποτελέσματα Προσομοιωμένων Τιμών Βροχόπτωσης, 2006-2020



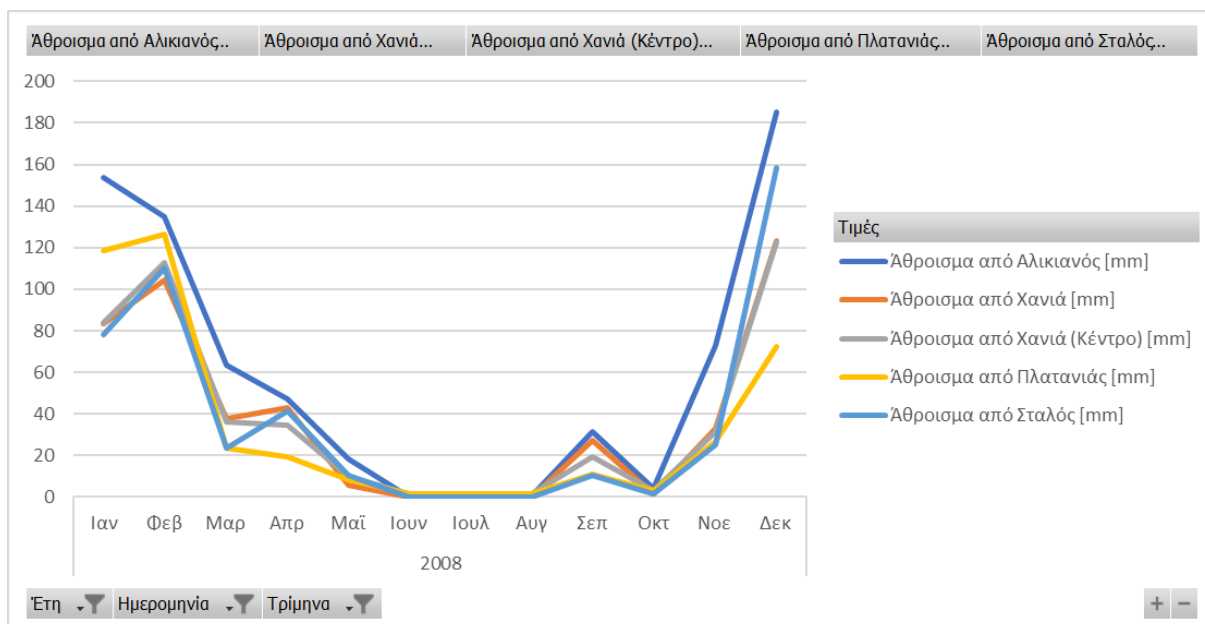
Εικόνα 33: Συμπληρωμένες Χρονοσειρές Τιμών Βροχόπτωσης, 2006-2020



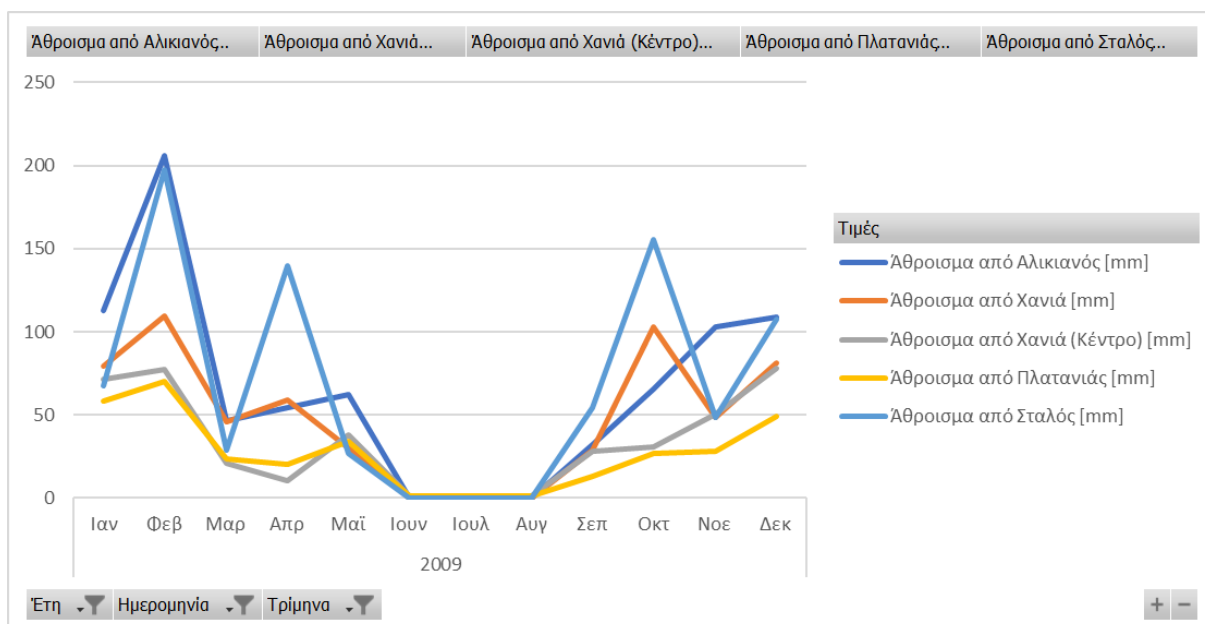
Εικόνα 34: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2006



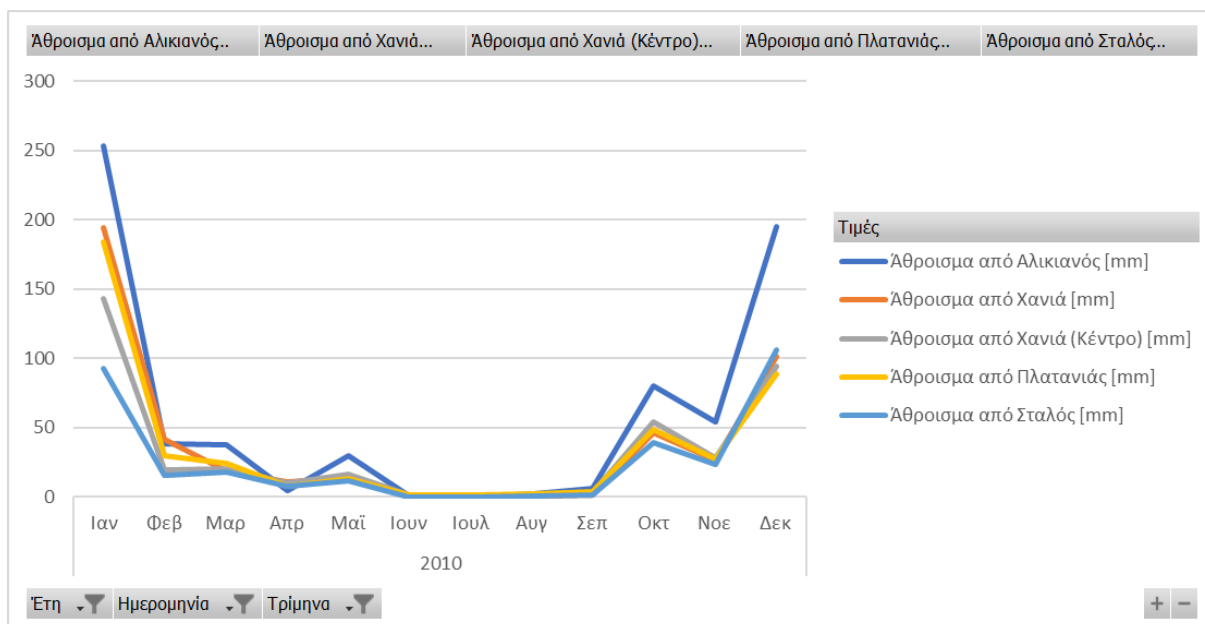
Εικόνα 35: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2007



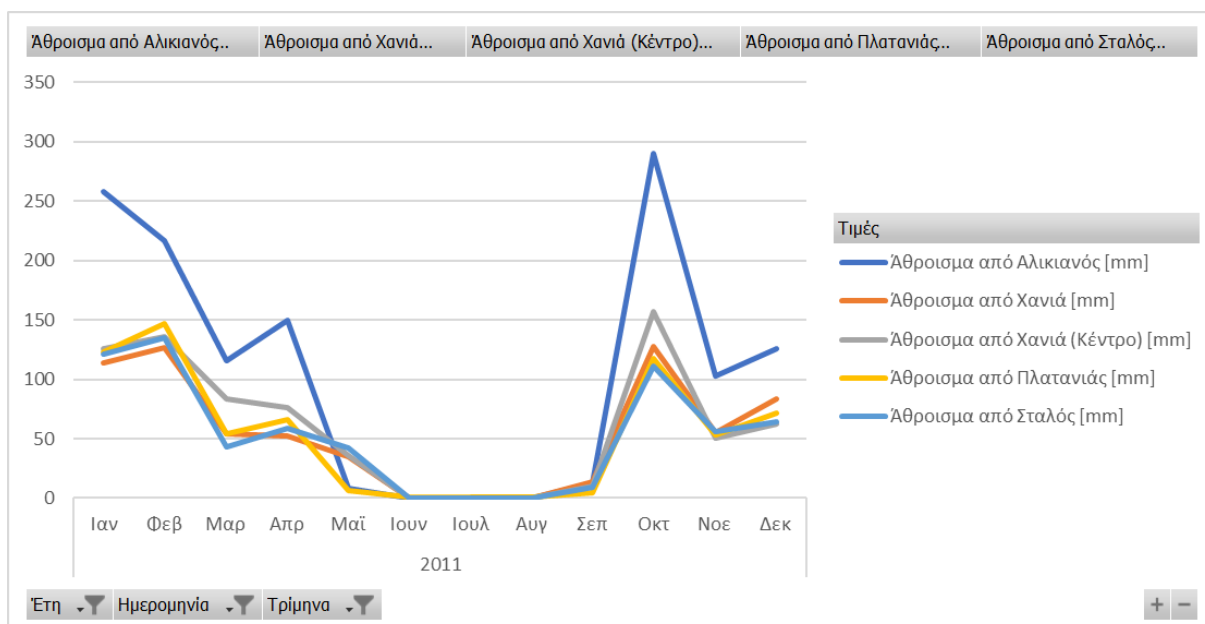
Εικόνα 36: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2008



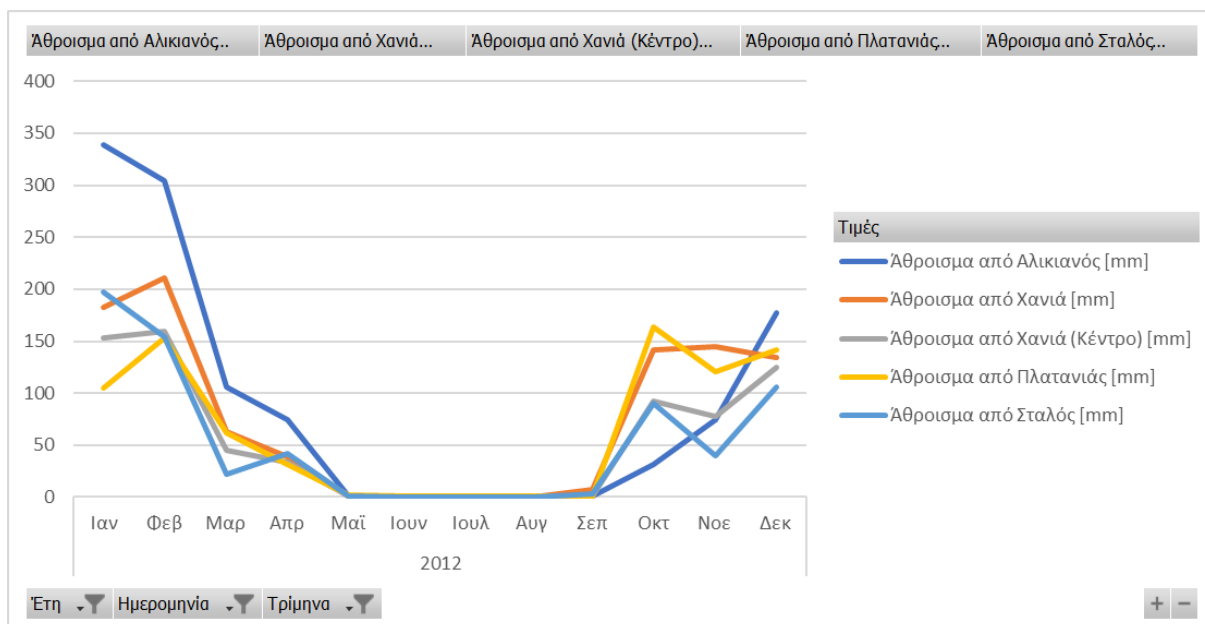
Εικόνα 37: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2009



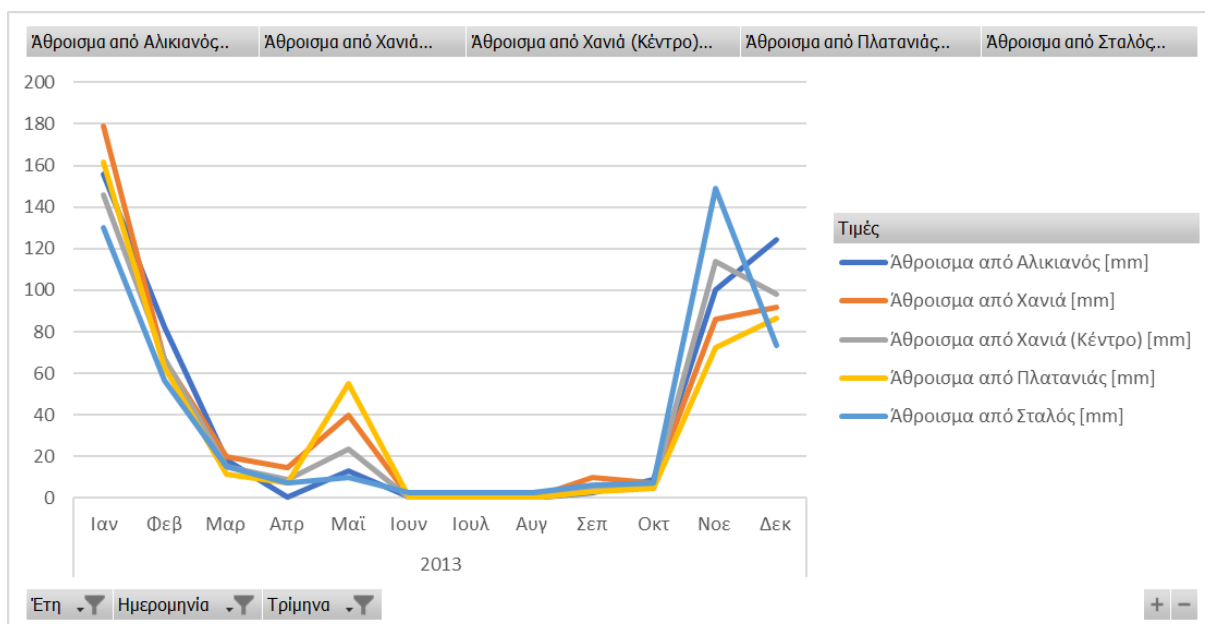
Εικόνα 38: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2010



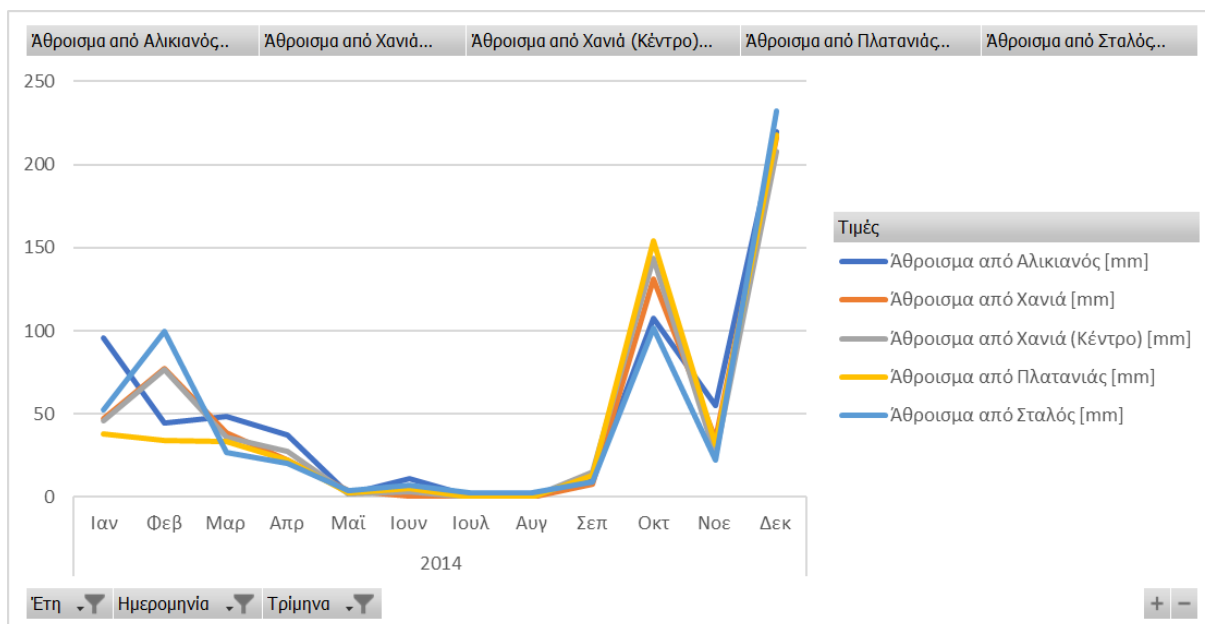
Εικόνα 39: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2011



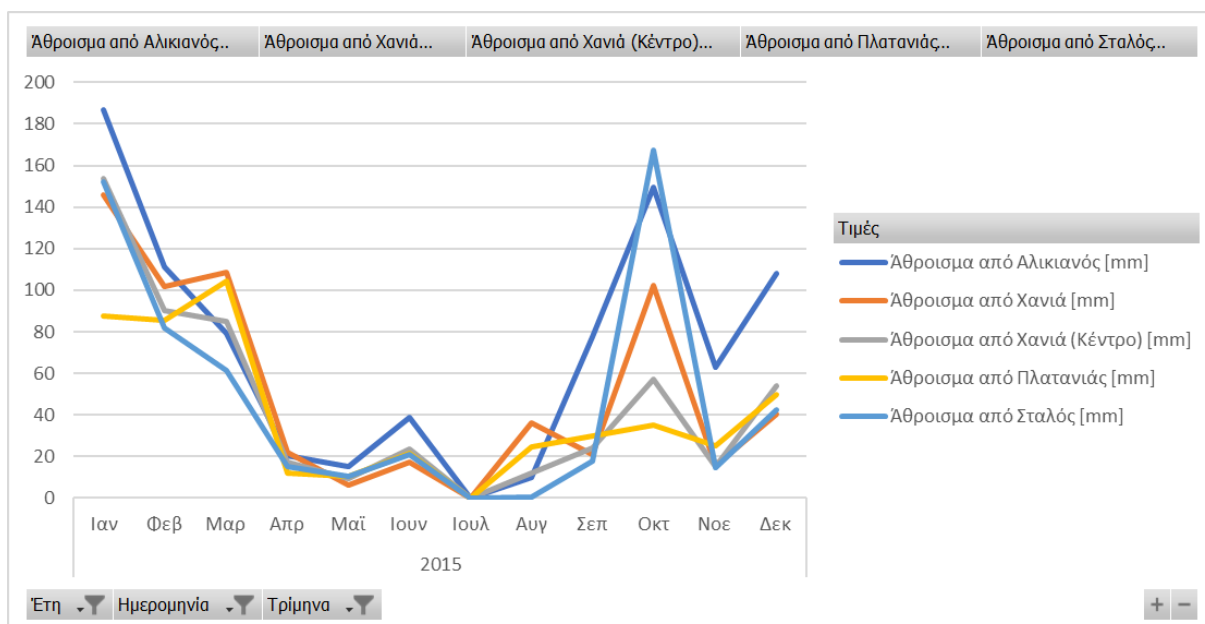
Εικόνα 40: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2012



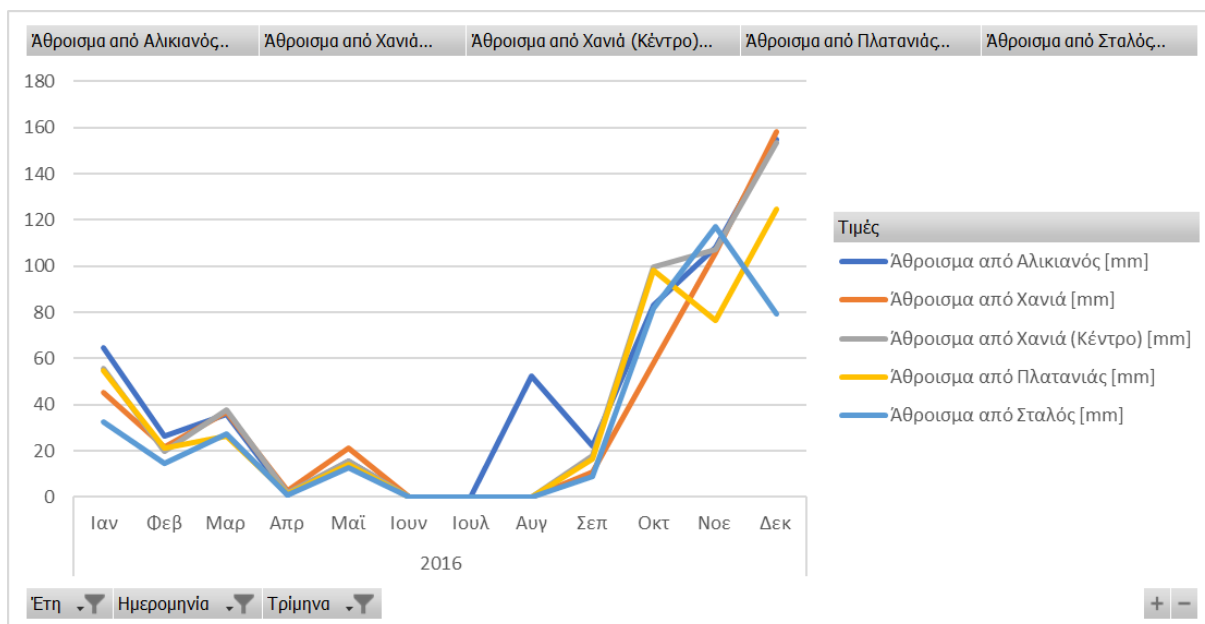
Εικόνα 41: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2013



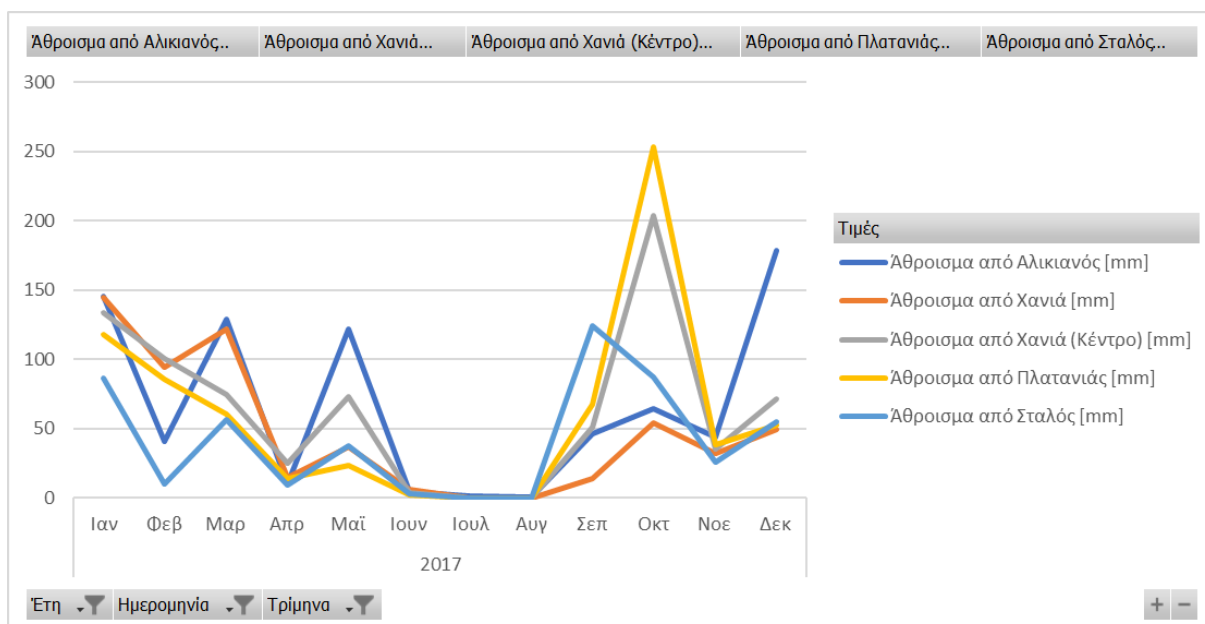
Εικόνα 42: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2014



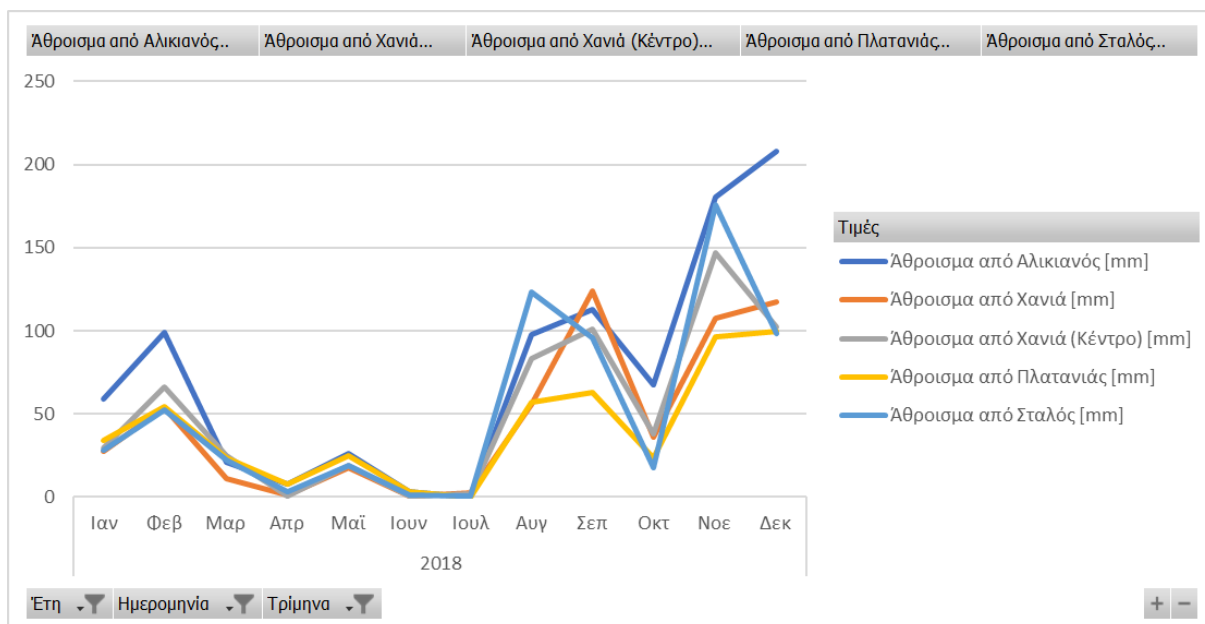
Εικόνα 43: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2015



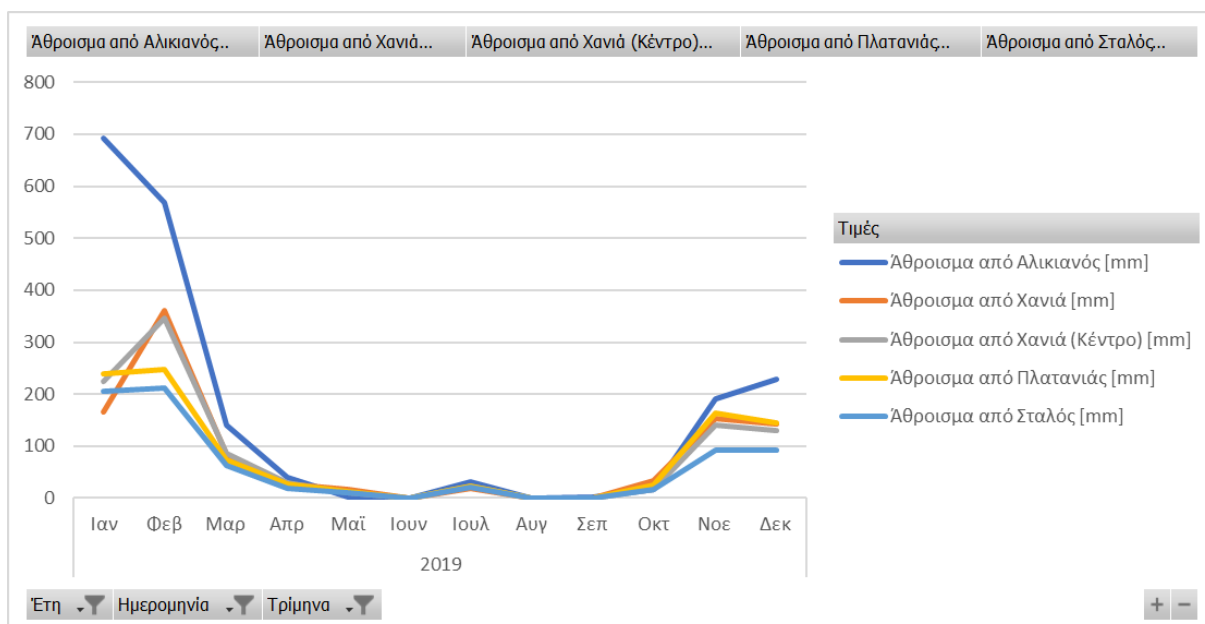
Εικόνα 44: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2016



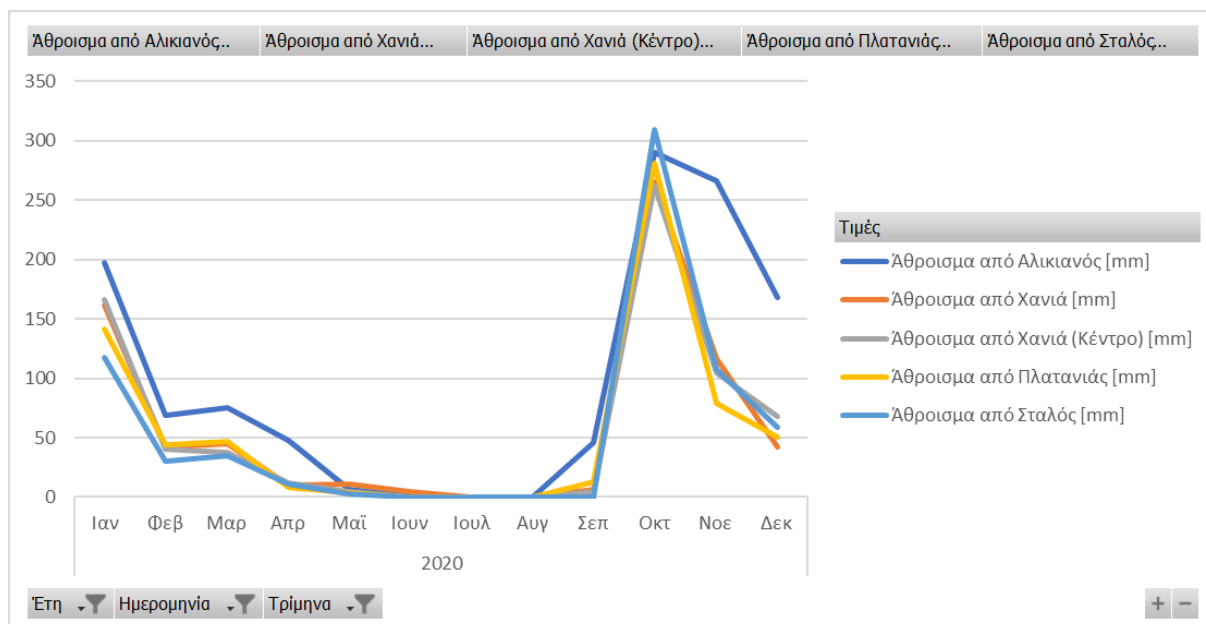
Εικόνα 45: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2017



Εικόνα 46: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2018



Εικόνα 47: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2019



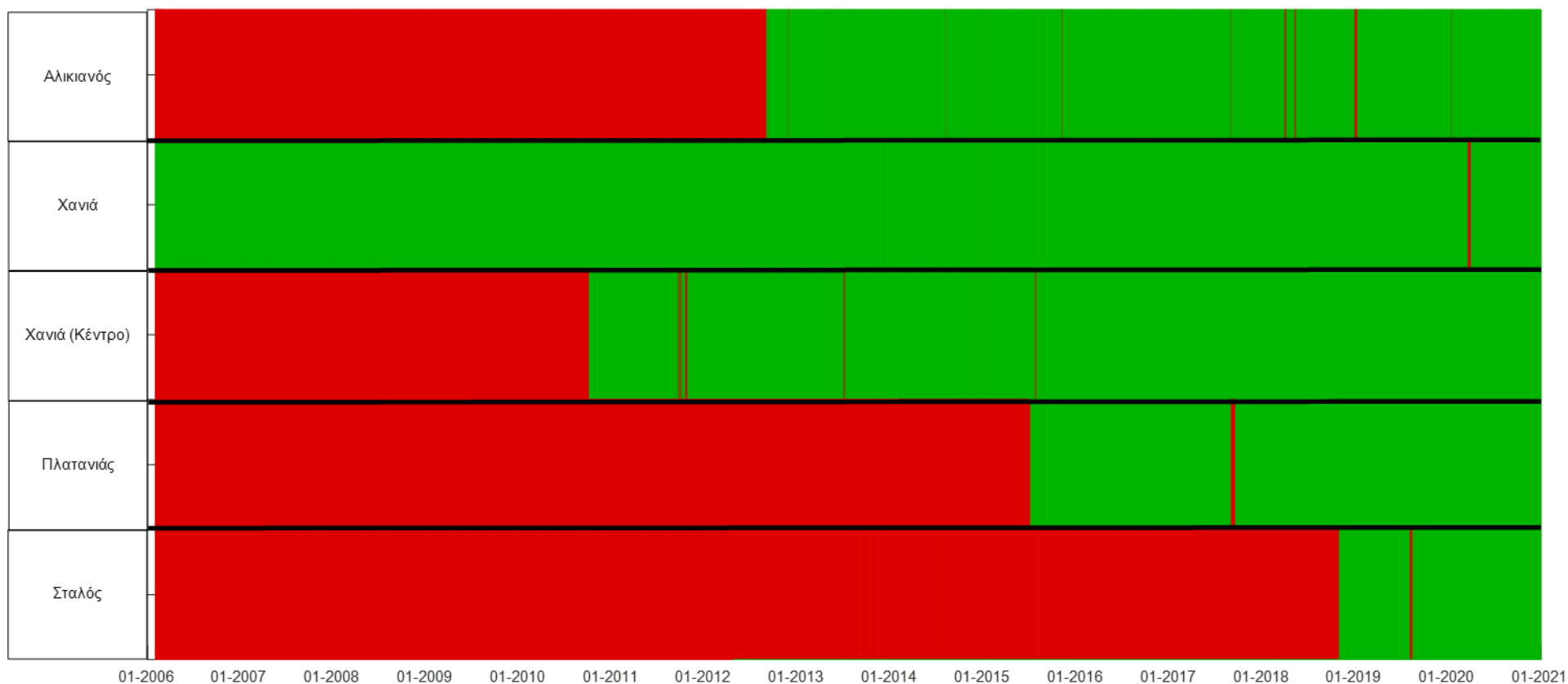
Εικόνα 48: Συμπληρωμένη Χρονοσειρά Τιμών Βροχόπτωσης, 2020

Οι παραπάνω γραφικές παραστάσεις, έγιναν σε περιβάλλον Excel, με την κατασκευή Συγκεντρωτικών Πινάκων (Pivot Tables). Τα αποτελέσματα του μοντέλου, αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο [Κεφάλαιο 4].

3.4 - Παρουσίαση Καταγεγραμμένων Χρονοσειρών Βροχόπτωσης

Η παρακάτω εικόνα, παρουσιάζει τις χρονοσειρές των καταγεγραμμένων δεδομένων βροχόπτωσης, για τους πέντε (5) σταθμούς.

- **Κόκκινο Χρώμα:** Ο σταθμός δεν έχει καταγεγραμμένη τιμή βροχόπτωσης
- **Πράσινο Χρώμα:** Ο σταθμός έχει καταγεγραμμένη τιμή βροχόπτωσης



Εικόνα 49: Καταγεγραμμένες Χρονοσειρές Βροχόπτωσης

Κεφάλαιο 4 - Συζήτηση

4.1 - Γραφήματα Συντελεστών Συσχέτισης Μοντέλου

Όπως έχει προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 2, έπειτα από την σύγκριση μεταξύ των γραμμών, των δύο Πινάκων P και B, προκύπτουν περιπτώσεις καταγεγραμμένων ημερών, οι οποίες περιέχουν τιμή βροχόπτωσης και για τους πέντε (5), υπό εξέταση, μετεωρολογικούς σταθμούς. Οι περιπτώσεις αυτές, δημιουργούν τον Πίνακα C, ο οποίος αποτελείται από επτακόσιες πενήντα εννέα (759) γραμμές, και δέκα (10) στήλες, οι οποίες ακολουθούν τη δομή του Πίνακα B. Ο Πίνακας C, χρησιμοποιείται από τον κώδικα, ως τα δεδομένα που εκπαιδεύεται το εκάστοτε Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο. Βάσει των προκαθορισμένων τιμών, του αλγορίθμου εκπαίδευσης Levenberg - Marquardt, τα δεδομένα αυτά (759), χρησιμοποιούνται ποσοστιαία ως εξής:

- 70% (531): Εκπαίδευσης (Training)
- 15% (114): Εγκυρότητας (Validation)
- 15% (114): Δοκιμής (Test)

Πιο αναλυτικά, οι μεταβλητές της κάθε Περίπτωσης (Case), παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 7.

Ο καλύτερος δείκτης εγκυρότητας των αποτελεσμάτων του μοντέλου, είναι η Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) του μοντέλου (RMSE), σε κάθε μία από τις περιπτώσεις (cases). Επίσης, σημαντικό δείκτη, αποτελούν οι υπολογισμένοι συντελεστές συσχέτισης, μεταξύ στόχου (target) και προσομοιωμένης τιμής, για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) του μοντέλου. Οι παραπάνω δείκτες παρουσιάζονται στη συνέχεια του κεφαλαίου, όπου και αναλύονται, επίσης, οι Περιπτώσεις (Cases), που αφορούν.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, το μοντέλο δίνει το Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE) της κάθε περίπτωσης και γίνεται μετατροπή σε RMSE, ούτως ώστε το σφάλμα να παρουσιάζεται και σε mm.

Case	2
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εκπαίδευσης (Training)	0.99442
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εγκυρότητας (Validation)	0.78818
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Δοκιμής (Test)	0.95264
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Όλων των Δεδομένων (All Data)	0.98353

Πίνακας 6: Case 2

Η Περίπτωση (Case) 2, του μοντέλου, αφορά τη δεύτερη (2^η) γραμμή του Πίνακα Ρ. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τον σταθμό Αλικιανός. Στην περίπτωση αυτή, το καλύτερο Νευρωνικό Δίκτυο, ήταν αυτό με απόδοση (Performance), ίση με ένα κόμμα εβδομήντα έξι (1.76) mm και Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) δύο κόμμα ογδόντα πέντε (2.85) mm.

Case	3
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εκπαίδευσης (Training)	0.99181
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εγκυρότητας (Validation)	0.9856
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Δοκιμής (Test)	0.97824
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Όλων των Δεδομένων (All Data)	0.98777

Πίνακας 7: Case 3

Η Περίπτωση (Case) 3, του μοντέλου, αφορά την τρίτη (3^η) γραμμή του Πίνακα Ρ. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τον σταθμό Χανιά. Στην περίπτωση αυτή, το καλύτερο Νευρωνικό Δίκτυο, ήταν αυτό με απόδοση (Performance), ίση με ένα κόμμα είκοσι δύο (1.22) mm και Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) δύο κόμμα εξήντα τρία (2.63) mm.

Case	6
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εκπαίδευσης (Training)	0.99252
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εγκυρότητας (Validation)	0.92178
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Δοκιμής (Test)	0.93957
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Όλων των Δεδομένων (All Data)	0.99066

Πίνακας 8: Case 6

Η Περίπτωση (Case) 6, του μοντέλου, αφορά την έκτη (6^η) γραμμή του Πίνακα Ρ. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τον σταθμό Σταλός. Στην περίπτωση αυτή, το καλύτερο Νευρωνικό Δίκτυο, ήταν αυτό με απόδοση (Performance), ίση με ένα κόμμα διακόσια δέκα επτά (1.217) mm και Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) 1.22 mm.

Case	11
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εκπαίδευσης (Training)	0.97427
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εγκυρότητας (Validation)	0.97852
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Δοκιμής (Test)	0.98118
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Όλων των Δεδομένων (All Data)	0.97737

Πίνακας 9: Case 11

Η Περίπτωση (Case) 11, του μοντέλου, αφορά την ενδέκατη (11^η) γραμμή του Πίνακα Ρ. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός και Σταλός. Στην περίπτωση αυτή, το καλύτερο Νευρωνικό Δίκτυο, ήταν αυτό με απόδοση (Performance), ίση με δύο κόμμα τρία (2.3) mm και Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) δύο κόμμα εβδομήντα έξι (2.76) mm.

Case	14
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εκπαίδευσης (Training)	0.97883
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εγκυρότητας (Validation)	0.98802
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Δοκιμής (Test)	0.95671
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Όλων των Δεδομένων (All Data)	0.98639

Πίνακας 10: Case 14

Η Περίπτωση (Case) 14, του μοντέλου, αφορά τη δέκατη τέταρτη (14^η) γραμμή του Πίνακα Ρ. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Πλατανιάς και Σταλός. Στην περίπτωση αυτή, το καλύτερο Νευρωνικό Δίκτυο, ήταν αυτό με απόδοση (Performance), ίση με ένα κόμμα είκοσι τέσσερα (1.24) mm και Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) ένα κόμμα σαράντα ένα (1.41) mm.

Case	15
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εκπαίδευσης (Training)	0.98609
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εγκυρότητας (Validation)	0.9976
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Δοκιμής (Test)	0.99274
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Όλων των Δεδομένων (All Data)	0.99101

Πίνακας 11: Case 15

Η Περίπτωση (Case) 15, του μοντέλου, αφορά τη δέκατη πέμπτη (15^η) γραμμή του Πίνακα Ρ. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Πλατανιάς και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Χανιά (Κέντρο) και Σταλός. Στην περίπτωση αυτή, το καλύτερο Νευρωνικό Δίκτυο, ήταν αυτό με απόδοση (Performance), ίση με ένα κόμμα δέκα έξι (1.16) mm και Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) ένα κόμμα δώδεκα (1.12) mm.

Case	22
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εκπαίδευσης (Training)	0.94989
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εγκυρότητας (Validation)	0.97742
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Δοκιμής (Test)	0.98128
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Όλων των Δεδομένων (All Data)	0.96842

Πίνακας 12: Case 22

Η Περίπτωση (Case) 22, του μοντέλου, αφορά την εικοστή δεύτερη (22^η) γραμμή του Πίνακα P. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Πλατανιάς και Σταλός. Στην περίπτωση αυτή, το καλύτερο Νευρωνικό Δίκτυο, ήταν αυτό με απόδοση (Performance), ίση με δύο κόμμα δέκα εννέα (2.19) mm και Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) δύο κόμμα ογδόντα δύο (2.82) mm.

Case	24
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εκπαίδευσης (Training)	0.98044
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εγκυρότητας (Validation)	0.99351
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Δοκιμής (Test)	0.96243
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Όλων των Δεδομένων (All Data)	0.97975

Πίνακας 13: Case 24

Η Περίπτωση (Case) 24, του μοντέλου, αφορά την εικοστή τέταρτη (24^η) γραμμή του Πίνακα P. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός και Χανιά και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και Σταλός. Στην περίπτωση αυτή, το καλύτερο Νευρωνικό Δίκτυο, ήταν αυτό με απόδοση (Performance), ίση με ένα κόμμα ογδόντα τρία (1.83) mm και Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) ένα κόμμα ενενήντα επτά (1.97) mm.

Case	29
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εκπαίδευσης (Training)	0.97127
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Εγκυρότητας (Validation)	0.96079
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Δοκιμής (Test)	0.95402
Τιμή Συντελεστή Συσχέτισης Όλων των Δεδομένων (All Data)	0.96998

Πίνακας 14: Case 29

Η Περίπτωση (Case) 29, του μοντέλου, αφορά τη εικοστή ένατη (29^η) γραμμή του Πίνακα Ρ. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης την τιμή του σταθμού Χανιά και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και Σταλός. Στην περίπτωση αυτή, το καλύτερο Νευρωνικό Δίκτυο, ήταν αυτό με απόδοση (Performance), ίση με δύο κόμμα σαράντα δύο (2.42) mm και Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) τρία κόμμα είκοσι εννέα (3.29) mm.

Παρακάτω δίνεται πίνακας, ο οποίος συγκεντρώνει τις παραπάνω τιμές σφαλμάτων.

MSE		RMSE		
Σφάλμα Δοκιμής (Test) [mm ²]	Ολικό Σφάλμα Περίπτωσης [mm ²]	Σφάλμα Δοκιμής (Test) [mm]	Ολικό Σφάλμα Περίπτωσης [mm]	
8.1	3.1	2.85	1.76	Case 2
6.9	1.5	2.63	1.22	Case 3
1.5	1.48	1.22	1.217	Case 6
7.6	5.31	2.76	2.30	Case 11
2.0	1.55	1.41	1.24	Case 14
1.25	1.34	1.12	1.16	Case 15
7.96	4.81	2.82	2.19	Case 22
3.9	3.34	1.97	1.83	Case 24
10.84	5.87	3.29	2.42	Case 29

Πίνακας 15: Μέσο Τετραγωνικό Σφάλμα (MSE) - Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος (RMSE)

4.2 - Γραφήματα Χρονοσειρών Μοντέλου

Για το χρονολογικό έτος **2006**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας μόνο ο σταθμός Χανιά Τα αποτελέσματα, δίνουν για τον μήνα Οκτώβριο, τιμή βροχόπτωσης που αγγίζει τα πεντακόσια (500) mm, για τον σταθμό Αλικιανός. Η προσομοίωση των τιμών ανήκει στην Περίπτωση (Case) 29, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης την τιμή του σταθμού Χανιά και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και Σταλός. Η τιμή που προσομοιώνεται, για τον προαναφερθέντα σταθμό, χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα υψηλή για τα δεδομένα της περιοχής και τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, όμως επιβεβαιώνεται με βάση τα βιβλιογραφικά στοιχεία. Ο Οκτώβριος του 2006, χαρακτηρίστηκε από ακραία καιρικά φαινόμενα βροχόπτωσης σε όλη την επικράτεια και πιο συγκεκριμένα, στα Χανιά, οδήγησαν σε φαινόμενα πλημμυρών, σοβαρές υλικές καταστροφές και έναν νεκρό άνθρωπο [kolydas.eu, 2020]. Επιπλέον, τα αποτελέσματα επιβεβαιώνονται βάσει των δεδομένων βροχόπτωσης, για τον σταθμό Χανιά, ο οποίος κατέγραψε τιμή βροχόπτωσης ίση με διακόσια δέκα τέσσερα κόμμα έξι (214.6) mm, για τον μήνα Οκτώβριο.

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for OCT. 2006												
NAME: Leandros Symeonidis CITY: Chania STATE:												
ELEV: 37 m LAT: 35° 03' 00" N LONG: 24° 00' 00" E												
TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)												
DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DIR
1	22.1	25.1	1:45p	19.8	5:15a	0.0	3.8	0.0	1.9	17.7	3:00p	SW
2	21.9	24.8	3:45p	19.8	7:30a	0.0	3.7	0.0	2.7	20.9	12:15p	NNE
3	21.6	24.8	3:00p	18.6	6:30a	0.0	3.3	0.0	2.3	17.7	12:30p	NNE
4	22.4	27.6	4:30p	17.7	5:00a	0.0	4.1	0.0	1.6	14.5	1:45p	S
5	22.7	26.7	3:00p	19.3	5:00a	0.0	4.4	0.0	1.3	20.9	4:30p	SSW
6	22.7	26.9	2:30p	19.2	8:00a	0.0	4.4	0.0	2.1	20.9	3:30p	S
7	22.1	25.2	2:30p	18.7	6:15a	0.0	3.8	0.0	2.1	16.1	1:30p	S
8	22.1	25.7	2:15p	19.8	12:00m	0.0	3.7	1.6	2.3	20.9	6:15p	WNW
9	20.4	24.6	3:00p	18.4	7:45a	0.0	2.1	2.6	2.4	19.3	11:45a	SW
10	19.7	23.7	3:45p	17.3	4:45a	0.2	1.5	0.8	3.7	27.4	2:45p	ESE
11	19.3	24.1	12:45p	16.4	10:30p	0.5	1.6	51.4	3.2	27.4	1:15p	SSE
12	19.5	22.2	3:00p	16.3	6:00a	0.6	1.7	29.6	6.8	35.4	1:15p	NNE
13	20.5	22.4	2:00p	18.7	8:15a	0.0	2.2	0.4	3.9	25.7	1:00a	NNE
14	19.1	20.7	12:30p	17.1	5:00a	0.1	0.9	2.8	6.4	35.4	1:00p	NNE
15	18.7	21.0	2:15p	16.6	11:45p	0.3	0.7	0.4	4.2	30.6	4:15a	NNE
16	18.0	21.3	2:45p	15.6	8:00a	0.9	0.6	2.4	3.5	20.9	2:15p	SSE
17	14.8	15.9	12:15a	13.9	11:45p	3.5	0.0	62.4	7.6	41.8	1:30p	NNE
18	15.4	16.6	4:45p	13.6	2:15a	2.9	0.0	17.4	11.6	40.2	11:45a	NNE
19	15.8	17.7	12:00p	13.6	4:00a	2.5	0.0	2.8	4.5	25.7	3:30p	NW
20	17.0	21.5	2:00p	13.3	6:15a	1.8	0.5	0.0	2.7	17.7	1:45p	SE
21	19.2	23.7	3:30p	15.6	7:30a	0.6	1.5	0.0	0.6	8.0	4:00a	SSE
22	19.9	23.3	3:30p	16.5	7:30a	0.3	1.9	0.0	2.1	20.9	6:15p	SSW
23	21.0	24.1	12:00p	18.4	2:15a	0.0	2.7	0.0	4.0	22.5	3:45p	SW
24	20.8	23.6	12:45p	18.2	7:45a	0.0	2.5	0.0	1.3	14.5	1:15p	NNE
25	19.8	23.0	3:30p	16.8	6:30a	0.2	1.7	0.0	1.1	16.1	1:45p	E
26	20.0	22.6	2:00p	16.8	6:45a	0.2	1.9	0.2	1.4	16.1	1:00p	SSE
27	19.9	22.7	2:15p	17.8	10:00p	0.0	1.6	0.0	2.1	19.3	1:45a	NNE
28	17.9	20.4	3:30p	15.7	7:45a	0.9	0.5	0.0	2.1	16.1	1:30p	SE
29	17.3	20.4	12:15p	15.1	4:00a	1.4	0.5	0.0	2.4	19.3	12:30p	NNE
30	17.7	22.4	11:30a	14.2	3:15a	1.7	1.1	20.2	4.2	32.2	6:45p	NNE
31	14.6	16.3	12:30a	13.1	5:30a	3.7	0.0	19.6	17.9	53.1	12:15p	NNE

	19.5	27.6	4	13.1	31	22.3	58.9	214.6	3.7	53.1	31	NNE
Max >= 32.0: 0												
Max <= 0.0: 0												
Min <= 0.0: 0												
Min <= -18.0: 0												
Max Rain: 62.41 ON 17/10/06												
Days of Rain: 15 (> .2 mm) 10 (> 2 mm) 4 (> 20 mm)												

Εικόνα 50: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Οκτώβριος 2006 [Meteo.gr]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
243	2006	10	1	732951	0	0	0.0442	0.0485	0	29
244	2006	10	2	732952	0	0	0.0442	0.0485	0	29
245	2006	10	3	732953	0	0	0.0442	0.0485	0	29
246	2006	10	4	732954	0	0	0.0442	0.0485	0	29
247	2006	10	5	732955	0	0	0.0442	0.0485	0	29
248	2006	10	6	732956	0	0	0.0442	0.0485	0	29
249	2006	10	7	732957	0	0	0.0442	0.0485	0	29
250	2006	10	8	732958	3.3669	1.6000	2.0187	1.7106	1.3510	29
251	2006	10	9	732959	5.8014	2.6000	3.2623	2.5940	3.7578	29
252	2006	10	10	732960	3.4514	0.8000	1.0175	1.1325	0.9107	29
253	2006	10	11	732961	279.6723	51.4000	65.4766	66.6316	38.6087	29
254	2006	10	12	732962	118.6215	29.6000	41.6472	0	49.6664	29
255	2006	10	13	732963	1.6307	0.4000	0.3532	0.4718	0.3650	29
256	2006	10	14	732964	8.1019	2.8000	4.3106	3.3587	5.8623	29
257	2006	10	15	732965	1.6307	0.4000	0.3532	0.4718	0.3650	29
258	2006	10	16	732966	4.4477	2.4000	2.6395	2.1398	2.4825	29
259	2006	10	17	732967	34.5657	62.4000	35.6519	34.7703	14.3124	29
260	2006	10	18	732968	5.3872	17.4000	20.5091	0	48.6830	29
261	2006	10	19	732969	8.1019	2.8000	4.3106	3.3587	5.8623	29
262	2006	10	20	732970	0	0	0.0442	0.0485	0	29
263	2006	10	21	732971	0	0	0.0442	0.0485	0	29
264	2006	10	22	732972	0	0	0.0442	0.0485	0	29
265	2006	10	23	732973	0	0	0.0442	0.0485	0	29
266	2006	10	24	732974	0	0	0.0442	0.0485	0	29
267	2006	10	25	732975	0	0	0.0442	0.0485	0	29

Εικόνα 51: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Οκτώβριος 2006 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Οι καταγεγραμμένες τιμές από τον μετεωρολογικό σταθμό Χανιά, καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, εκτείνονται σε ένα φάσμα βάσει των αναμενόμενων τιμών, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5. Εξαίρεση αποτελούν, οι καταγεγραμμένες και προσομοιωμένες τιμές των μηνών Φεβρουάριος και Οκτώβριος, όπου οι τιμές βροχόπτωσης, ξεπερνούν σημαντικά, τις μέσες υπερετήσιες τιμές (1958 - 2010).

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2006	1094,2	483,2	424,1	422,8	433,7
Φεβρουάριος	345,7	133,6	89,1	158,0	166,4
Μάρτιος	61,7	25,6	30,9	21,1	23,4
Απρίλιος	21,9	17,8	14,9	13,4	12,2
Μάιος	0,0	0,0	1,4	1,5	0,0
Ιούνιος	3,4	0,8	2,0	2,4	0,8
Ιούλιος	0,6	0,2	1,5	1,7	0,1
Αύγουστος	0,0	0,0	1,4	1,5	0,0
Σεπτέμβριος	17,6	10,2	10,1	9,3	7,0
Οκτώβριος	490,7	214,6	196,7	131,5	176,6
Νοέμβριος	94,7	56,6	51,0	61,4	24,6
Δεκέμβριος	58,0	23,8	25,1	21,0	22,6

Πίνακας 16: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2006

Για το χρονολογικό έτος **2007**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας μόνο ο σταθμός Χανιά. Η προσομοίωση των τιμών ανήκει στην Περίπτωση (Case) 29, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης την τιμή του σταθμού Χανιά και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και Σταλός. Στο συγκεκριμένο χρονολογικό έτος, δεν παρατηρείται κανένα κενό, στη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης. Οι καταγεγραμμένες τιμές βροχόπτωσης, έχουν τιμές, εντός του σχετικά αναμενόμενου εύρους. Ιδιαίτερα βροχερός, δεδομένου της περιοχής μελέτης και του χρονικού πλαισίου, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ο μήνας Μάιος, του οποίου οι προσομοιωμένες τιμές, των πέντε (5) μετεωρολογικών σταθμών, αγγίζουν τα διακόσια σαράντα (240) mm (ακριβέστερα: 239.9).

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for MAY. 2007												
NAME: Leandros Symeonidis		CITY: Chania		STATE:								
ELEV: 37 m		LAT: 35° 03' 00" N		LONG: 24° 00' 00" E								
TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)												
DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	16.3	19.8	10:10a	14.3	6:40a	2.0	0.1	4.6	4.3	29.0	7:20p	SE
2	18.8	22.2	12:20p	15.1	6:10a	0.6	1.1	0.0	2.4	17.7	3:00a	NNE
3	17.9	21.6	5:40p	14.9	5:30a	1.1	0.7	0.2	2.3	20.9	2:20p	ESE
4	18.7	24.4	4:00p	14.6	5:30a	1.0	1.4	0.0	4.0	27.4	5:50p	WSW
5	19.7	25.3	4:30p	16.0	7:00a	0.4	1.9	0.0	2.6	22.5	4:50p	WNW
6	19.7	23.9	1:50p	16.7	5:30a	0.2	1.6	0.0	2.4	16.1	2:10p	WNW
7	20.0	22.8	3:30p	17.4	7:00a	0.0	1.7	0.0	5.1	35.4	5:10p	W
8	20.1	22.8	9:50a	17.7	11:50p	0.0	1.8	0.0	6.0	48.3	5:20a	WNW
9	18.9	22.9	2:40p	16.9	4:40a	0.3	0.9	0.0	2.6	22.5	12:10a	NNE
10	20.2	23.4	4:20p	16.3	4:10a	0.5	2.3	0.0	2.6	19.3	2:30p	WNW
11	21.5	25.1	4:40p	17.7	5:10a	0.1	3.2	0.0	2.3	16.1	9:30a	WNW
12	22.2	25.8	4:00p	18.4	1:20a	0.0	3.9	0.0	1.8	11.3	3:30a	NNE
13	22.2	25.3	4:30p	18.7	6:30a	0.0	3.9	0.0	1.8	17.7	11:50a	NNE
14	21.8	24.8	1:40p	18.8	5:30a	0.0	3.5	0.0	2.7	20.9	2:10p	WNW
15	20.9	23.8	3:50p	17.6	5:40a	0.1	2.7	0.0	2.7	17.7	10:30a	SSW
16	22.1	27.0	6:10p	17.3	6:30a	0.0	3.8	0.0	2.6	24.1	6:10p	NNE
17	22.1	24.9	12:50p	19.3	5:30a	0.0	3.8	0.0	9.3	48.3	4:00p	WNW
18	19.3	22.7	2:10p	16.0	11:50p	0.3	1.3	8.0	6.0	43.5	1:20p	W
19	16.7	18.9	3:10p	15.3	5:40a	1.6	0.0	17.6	4.7	29.0	11:50a	ESE
20	19.5	22.7	1:50p	15.6	6:20a	0.5	1.7	0.0	8.5	49.9	7:30p	W
21	19.9	22.8	1:30p	16.8	3:40a	0.2	1.8	0.0	7.7	33.8	4:20p	WNW
22	20.2	23.1	4:20p	17.1	2:10a	0.2	2.1	0.0	7.1	33.8	2:10p	WNW
23	19.9	22.6	1:00p	17.4	5:40a	0.1	1.7	0.0	2.1	22.5	1:30p	N
24	20.1	23.6	1:00p	17.3	6:20a	0.1	1.9	0.0	1.8	17.7	1:10p	NNE
25	19.6	23.0	2:10p	17.2	11:20a	0.1	1.4	4.6	3.1	22.5	10:10a	SSW
26	20.5	23.8	3:20p	17.9	6:30a	0.0	2.2	0.0	2.9	14.5	12:20a	NNE
27	21.7	25.8	3:20p	17.7	6:30a	0.0	3.5	0.0	2.1	17.7	6:00p	SE
28	21.0	24.0	9:40a	19.3	4:30p	0.0	2.4	6.0	4.3	38.6	11:40a	SE
29	21.7	24.7	3:20p	18.1	6:30a	0.0	3.4	0.0	5.5	40.2	5:00p	WNW
30	21.3	23.8	4:20p	17.9	6:40a	0.0	3.0	0.0	10.6	41.8	6:40p	WNW
31	20.7	23.3	4:50p	18.1	6:30a	0.0	2.4	0.0	8.2	33.8	7:10p	WNW

	20.2	27.0	16	14.3	1	9.7	67.0	41.0	4.3	49.9	20	WNW

Max >= 32.0: 0												
Max <= 0.0: 0												
Min <= 0.0: 0												
Min <= -18.0: 0												
Max Rain: 17.60 ON 19/05/07												
Days of Rain: 6 (> .2 mm) 5 (> 2 mm) 0 (> 20 mm)												

Εικόνα 52: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Μάιος 2007 [Meteo.gr]

Οι καταγεγραμμένες τιμές από τον μετεωρολογικό σταθμό Χανιά, καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, εκτείνονται σε ένα φάσμα βάσει των αναμενόμενων τιμών, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5. Εξαίρεση αποτελούν, οι καταγεγραμμένες και προσομοιωμένες τιμές των μηνών Μάιος και Δεκέμβριος, όπου οι τιμές βροχόπτωσης, ξεπερνούν σημαντικά, τις μέσες υπερετήσιες τιμές (1958 - 2010).

Telikos_Pinakas											
5448x10 double											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
455	2007	5	1	733163	10.6074	4.6000	4.9912	3.8123	3.9709	29	
456	2007	5	2	733164	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
457	2007	5	3	733165	0.6369	0.2000	0.1556	0.2089	0.1378	29	
458	2007	5	4	733166	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
459	2007	5	5	733167	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
460	2007	5	6	733168	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
461	2007	5	7	733169	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
462	2007	5	8	733170	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
463	2007	5	9	733171	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
464	2007	5	10	733172	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
465	2007	5	11	733173	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
466	2007	5	12	733174	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
467	2007	5	13	733175	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
468	2007	5	14	733176	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
469	2007	5	15	733177	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
470	2007	5	16	733178	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
471	2007	5	17	733179	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
472	2007	5	18	733180	24.1077	8	10.5466	6.9792	7.9062	29	
473	2007	5	19	733181	14.8894	17.6000	21.8863	0	39.1317	29	
474	2007	5	20	733182	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
475	2007	5	21	733183	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
476	2007	5	22	733184	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
477	2007	5	23	733185	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
478	2007	5	24	733186	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
479	2007	5	25	733187	10.6074	4.6000	4.9912	3.8123	3.9709	29	

Εικόνα 53: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Μάιος 2007 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2007	787,8	401,4	424,5	306,8	387,7
Ιανουάριος	127,9	37,0	48,3	35,6	40,4
Φεβρουάριος	145,2	87,2	77,6	50,3	65,3
Μάρτιος	79,7	35,6	40,4	39,4	39,3
Απρίλιος	5,9	2,6	3,8	3,8	2,0
Μάιος	71,4	41,0	48,6	19,9	59,0
Ιούνιος	0,6	0,2	1,4	1,6	0,1
Ιούλιος	0,0	0,0	1,4	1,5	0,0
Αύγουστος	0,0	0,0	1,4	1,5	0,0
Σεπτέμβριος	3,4	0,8	2,0	2,4	0,8
Οκτώβριος	51,3	23,8	25,7	21,8	20,7
Νοέμβριος	87,0	43,6	45,4	38,5	40,2
Δεκέμβριος	215,4	129,6	128,5	90,4	119,9

Πίνακας 17: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2007

Για το χρονολογικό έτος **2008**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας μόνο ο σταθμός Χανιά. Η προσομοίωση των τιμών ανήκει στην Περίπτωση (Case) 29, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης την τιμή του σταθμού Χανιά και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και Σταλός. Στο συγκεκριμένο χρονολογικό έτος, δεν παρατηρείται κανένα κενό, στη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης. Η, αναμενόμενη, πιο υψηλή προσομοιωμένη τιμή βροχόπτωσης, ανήκει στο σταθμό Αλικιανός, για το μήνα Δεκέμβριο και ισούται με εκατό ογδόντα πέντε κόμμα δύο (185.2) mm, ενώ στον σταθμό Χανιά, η καταγεγραμμένη τιμή ισούται με εκατό είκοσι τρία κόμμα τέσσερα (123.4) mm, όπως φαίνεται και από την παρακάτω εικόνα.

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for DEC. 2008													
NAME: Leandros Symeonidis CITY: Chania STATE: ELEV: 137 m LAT: 35° 32' 00" N LONG: 24° 04' 09" E													
TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)													
DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR	
1	14.8	19.2	2:10p	11.3	12:40a	3.5	0.0	0.0	4.8	19.3	2:40p	SE	
2	16.4	21.2	11:30a	13.4	6:50a	2.1	0.2	0.2	4.0	25.7	6:00p	SW	
3	18.7	24.2	9:50p	14.4	6:20a	1.2	1.5	0.0	10.1	83.7	11:10p	SSW	
4	19.9	23.1	2:00p	15.3	11:50p	0.5	2.2	0.0	25.6	83.7	2:20a	ESE	
5	16.2	20.1	1:00p	14.0	5:20a	2.3	0.2	0.0	4.2	17.7	11:10a	ESE	
6	16.2	19.5	11:50a	13.3	4:30a	2.2	0.1	1.0	6.3	25.7	2:50p	ESE	
7	16.1	19.3	12:20p	14.2	10:40p	2.3	0.0	5.2	18.3	54.7	5:40p	WSW	
8	14.3	17.4	12:20p	11.8	8:00p	4.0	0.0	0.0	14.2	40.2	3:40a	W	
9	10.1	13.4	10:20a	7.8	7:30a	8.2	0.0	4.2	5.0	41.8	1:00a	ESE	
10	10.9	14.9	1:20p	7.4	5:00a	7.4	0.0	0.0	7.9	24.1	10:50a	ESE	
11	14.6	17.2	9:20p	11.1	12:10a	3.7	0.0	7.8	23.0	64.4	9:40p	ESE	
12	14.6	18.9	12:50p	12.8	8:30p	3.7	0.0	17.4	11.1	53.1	12:40a	SW	
13	13.9	17.2	3:00p	11.3	6:50a	4.4	0.0	1.0	9.3	40.2	12:50p	SSW	
14	14.8	19.3	1:40p	11.6	11:40p	3.5	0.0	0.0	4.8	19.3	12:30a	ESE	
15	14.2	19.1	2:20p	10.6	7:20a	4.1	0.0	0.0	4.8	24.1	4:50p	SSE	
16	14.6	19.5	1:10p	10.8	4:40a	3.8	0.1	0.0	5.8	20.9	11:10a	E	
17	15.7	18.1	1:10p	13.1	2:40a	2.6	0.0	0.2	5.6	32.2	4:40a	SSW	
18	16.2	20.3	12:30p	12.4	11:50p	2.3	0.2	0.0	10.5	61.2	4:10a	SSW	
19	14.1	18.5	2:30p	10.7	7:20a	4.3	0.0	1.0	7.7	32.2	11:40a	SW	
20	12.0	15.2	3:00p	10.2	11:20p	6.3	0.0	11.6	8.0	30.6	3:40a	SSW	
21	10.8	15.0	2:10p	7.7	9:40p	7.4	0.0	8.8	6.4	38.6	8:40p	SSE	
22	10.1	12.0	1:30p	7.0	6:00a	8.2	0.0	45.2	23.7	56.3	5:10p	NNW	
23	10.7	13.7	11:30a	9.3	8:20a	7.6	0.0	1.2	16.4	53.1	1:00a	NW	
24	9.7	11.7	12:40p	7.7	11:30p	8.7	0.0	0.0	13.5	46.7	9:20a	NNW	
25	8.7	12.1	11:20a	6.2	7:30a	9.6	0.0	0.0	6.6	20.9	9:30a	ESE	
26	10.9	15.3	12:50p	7.3	4:30a	7.4	0.0	0.4	2.9	20.9	4:10p	SE	
27	11.9	15.7	3:10p	10.1	6:30a	6.4	0.0	0.4	3.4	19.3	12:40p	SSW	
28	10.2	12.2	1:00a	8.6	8:30p	8.1	0.0	16.2	10.1	41.8	7:30a	N	
29	9.1	10.2	1:10p	8.4	8:20p	9.2	0.0	0.4	11.9	30.6	9:30a	NNE	
30	7.7	9.5	12:00p	5.3	8:10p	10.6	0.0	0.2	16.6	45.1	2:10p	NNE	
31	7.6	10.2	2:50p	5.5	1:30a	10.7	0.0	1.0	13.0	38.6	4:20a	NNE	
	13.1	24.2	3	5.3	30	166.2	4.6	123.4	10.2	83.7	3	ESE	
Max >=	32.0:	0											
Max <=	0.0:	0											
Min <=	0.0:	0											
Min <=	-18.0:	0											
Max Rain:	45.21	ON 22/12/08											
Days of Rain:	19 (> .2 mm)	8 (> 2 mm)	1 (> 20 mm)										

Εικόνα 54: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Δεκέμβριος 2008 [Meteo.gr]

Οι καταγεγραμμένες τιμές από τον μετεωρολογικό σταθμό Χανιά, καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, εκτείνονται σε ένα φάσμα βάσει των αναμενόμενων τιμών, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5.

Εξαίρεση αποτελούν, οι καταγεγραμμένες και προσομοιωμένες τιμές των μηνών Δεκέμβριος, Ιανουάριος και Φεβρουάριος, όπου οι τιμές βροχόπτωσης, ξεπερνούν τις μέσες υπερετιήσεις τιμές (1958 - 2010).

Telikos_Pinakas										
5448x10 double										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1035	2008	12	1	733743	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1036	2008	12	2	733744	0.6369	0.2000	0.1556	0.2089	0.1378	29
1037	2008	12	3	733745	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1038	2008	12	4	733746	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1039	2008	12	5	733747	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1040	2008	12	6	733748	3.6542	1	1.3974	1.3874	1.1032	29
1041	2008	12	7	733749	10.5662	5.2000	4.9690	3.7979	3.9076	29
1042	2008	12	8	733750	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1043	2008	12	9	733751	10.7811	4.2000	5.0831	3.8804	4.2454	29
1044	2008	12	10	733752	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1045	2008	12	11	733753	21.0286	7.8000	8.7867	8.1274	7.1365	29
1046	2008	12	12	733754	5.3872	17.4000	20.5091	0	48.6830	29
1047	2008	12	13	733755	3.6542	1	1.3974	1.3874	1.1032	29
1048	2008	12	14	733756	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1049	2008	12	15	733757	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1050	2008	12	16	733758	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1051	2008	12	17	733759	0.6369	0.2000	0.1556	0.2089	0.1378	29
1052	2008	12	18	733760	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1053	2008	12	19	733761	3.6542	1	1.3974	1.3874	1.1032	29
1054	2008	12	20	733762	21.5840	11.6000	9.9656	6.8523	8.9608	29
1055	2008	12	21	733763	24.7235	8.8000	11.9711	5.3435	8.4465	29
1056	2008	12	22	733764	66.1749	45.2000	42.2436	34.7313	45.0197	29
1057	2008	12	23	733765	3.5630	1.2000	1.7057	1.5566	1.2245	29
1058	2008	12	24	733766	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1059	2008	12	25	733767	0	0	0.0442	0.0485	0	29

Εικόνα 55: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Δεκέμβριος 2008 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2008	712,5	459,4	457,7	414,5	458,5
Ιανουάριος	153,7	83,2	84,0	118,6	78,0
Φεβρουάριος	135,0	104,6	112,6	126,2	110,0
Μάρτιος	63,6	37,6	36,0	23,8	23,4
Απρίλιος	47,2	43,2	34,5	19,1	41,3
Μάιος	18,3	5,6	9,7	8,5	10,5
Ιούνιος	0,0	0,0	1,3	1,5	0,0
Ιούλιος	0,0	0,0	1,4	1,5	0,0
Αύγουστος	0,6	0,2	1,5	1,7	0,1
Σεπτέμβριος	31,6	27,0	19,1	11,1	10,5
Οκτώβριος	4,2	1,4	3,1	3,2	1,4
Νοέμβριος	72,9	33,2	31,6	26,9	25,0
Δεκέμβριος	185,2	123,4	122,8	72,5	158,3

Πίνακας 18: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2008

Για το χρονολογικό έτος **2009**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας μόνο ο σταθμός Χανιά. Η προσομοίωση των τιμών ανήκει στην Περίπτωση (Case) 29, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης την τιμή του σταθμού Χανιά και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και Σταλός. Στο συγκεκριμένο χρονολογικό έτος, δεν παρατηρείται κανένα κενό, στη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1100	2009	2	4	733808	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
1101	2009	2	5	733809	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
1102	2009	2	6	733810	0.6369	0.2000	0.1556	0.2089	0.1378	29	
1103	2009	2	7	733811	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
1104	2009	2	8	733812	1.6307	0.4000	0.3532	0.4718	0.3650	29	
1105	2009	2	9	733813	24.1077	8	10.5466	6.9792	7.9062	29	
1106	2009	2	10	733814	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
1107	2009	2	11	733815	2.7219	0.6000	0.6486	0.8069	0.6479	29	
1108	2009	2	12	733816	27.4568	11	11.2332	9.1525	9.6962	29	
1109	2009	2	13	733817	10.5662	5.2000	4.9690	3.7979	3.9076	29	
1110	2009	2	14	733818	10.3989	6.6000	4.6787	4.4072	3.8892	29	
1111	2009	2	15	733819	1.6307	0.4000	0.3532	0.4718	0.3650	29	
1112	2009	2	16	733820	10.5633	5.4000	4.9667	3.7993	3.9041	29	
1113	2009	2	17	733821	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
1114	2009	2	18	733822	10.9157	3	5.5688	4.2745	8.2255	29	
1115	2009	2	19	733823	10.5662	5.2000	4.9690	3.7979	3.9076	29	
1116	2009	2	20	733824	11.0606	7.2000	3.9576	8.0446	4.3308	29	
1117	2009	2	21	733825	0	0	0.0442	0.0485	0	29	
1118	2009	2	22	733826	10.5662	5.2000	4.9690	3.7979	3.9076	29	
1119	2009	2	23	733827	10.5565	5.8000	4.9570	3.8160	3.9012	29	
1120	2009	2	24	733828	10.3989	6.6000	4.6787	4.4072	3.8892	29	
1121	2009	2	25	733829	32.2026	32.8000	0	3.6233	126.4560	29	
1122	2009	2	26	733830	12.8427	3.2000	6.3738	4.8550	9.3301	29	
1123	2009	2	27	733831	3.3761	1.8000	2.0940	1.7518	1.4193	29	
1124	2009	2	28	733832	3.6542	1	1.3974	1.3874	1.1032	29	

Εικόνα 56: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Φεβρουάριος 2009 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά),

Βάσει των αποτελεσμάτων, των προσομοιωμένων τιμών του μοντέλου, παρατηρείται ότι στις 25/02/2009, ο μετεωρολογικός σταθμός Σταλός, κατέγραψε τιμή ημερήσιας βροχόπτωσης, ίση με εκατό είκοσι έξι κόμμα πέντε (126.5) mm, ενώ ο Φεβρουάριος αποτέλεσε το βροχερότερο μήνα του έτους με δύο προσομοιωμένους σταθμούς κοντά στα διακόσια (200) mm βροχόπτωσης (ακριβέστερα: Αλικιανός: 205.9 και Σταλός: 197.3), καθώς και τον σταθμό Χανιά, με καταγεγραμμένη τιμή, ίση με εκατό εννέα κόμμα έξι (109.6) mm. Με βάση τις καταγεγραμμένες τιμές του σταθμού Χανιά, ο Φεβρουάριος επιβεβαιώνεται ως ο πιο βροχερός μήνας του έτους.

Οι καταγεγραμμένες τιμές από τον μετεωρολογικό σταθμό Χανιά, καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, εκτείνονται σε ένα φάσμα βάσει των αναμενόμενων τιμών, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5. Εξαίρεση αποτελούν, οι καταγεγραμμένες και προσομοιωμένες τιμές των μηνών Φεβρουάριος και Μάιος, όπου οι τιμές βροχόπτωσης, ξεπερνούν σημαντικά τις μέσες υπερετήσιες τιμές (1958 - 2010).

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for FEB. 2009

NAME: Leandros Symeonidis CITY: Chania STATE:
ELEV: 137 m LAT: 35° 32' 00" N LONG: 24° 04' 09" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	10.7	15.2	2:10p	6.8	7:10a	7.6	0.0	0.0	6.4	25.7	9:40p	SW
2	14.2	18.8	12:50p	10.2	12:10a	4.1	0.0	0.0	3.7	32.2	2:20a	NW
3	14.4	20.9	1:20p	9.2	7:20a	4.1	0.2	0.0	4.5	66.0	12:00m	NNW
4	16.9	21.9	12:50p	12.7	12:00m	1.7	0.4	0.0	20.1	80.5	1:00a	SE
5	13.9	18.1	12:30p	11.5	7:20a	4.4	0.0	0.0	11.4	38.6	3:00p	SW
6	15.3	20.4	4:40p	10.7	4:10a	3.2	0.2	0.2	6.9	30.6	3:40p	SW
7	16.9	21.4	6:00p	12.1	7:20a	2.0	0.6	0.0	8.7	57.9	9:40p	S
8	16.9	22.0	12:40a	12.3	7:20p	2.3	1.0	0.4	15.3	66.0	4:40a	SW
9	10.7	14.1	2:30a	7.6	4:00p	7.6	0.0	8.0	15.8	51.5	3:10p	SW
10	12.4	15.3	1:20p	10.8	8:00a	5.9	0.0	0.0	24.9	54.7	2:00p	W
11	15.0	18.3	11:40a	12.2	7:40a	3.3	0.0	0.6	16.6	53.1	1:00a	SW
12	12.3	16.9	2:40p	9.1	11:30p	5.9	0.0	11.0	19.6	57.9	5:10a	SW
13	10.3	15.3	12:50p	7.4	5:40p	8.0	0.0	5.2	16.3	48.3	1:00p	SW
14	8.2	12.3	2:10p	5.2	8:50p	10.1	0.0	6.6	15.1	59.5	5:20p	SW
15	7.2	11.2	12:30p	5.5	9:50p	11.2	0.0	0.4	9.7	38.6	1:30a	SW
16	7.5	11.3	2:30p	4.7	3:30a	10.8	0.0	5.4	7.4	35.4	10:30a	SW
17	8.6	13.2	2:10p	6.1	6:40a	9.7	0.0	0.0	9.7	37.0	2:30p	SW
18	9.4	14.4	2:30p	6.2	3:40a	8.9	0.0	3.0	3.9	20.9	7:40a	E
19	9.8	14.6	2:10p	7.7	2:30a	8.5	0.0	5.2	14.5	54.7	11:20p	W
20	7.6	8.7	2:50p	5.6	7:30a	10.8	0.0	7.2	23.0	64.4	10:10a	W
21	8.8	12.6	1:10p	5.9	10:30p	9.5	0.0	0.0	7.7	29.0	6:20a	NW
22	6.9	11.8	1:40p	4.6	2:50a	11.4	0.0	5.2	5.5	25.7	5:30p	SE
23	6.1	9.4	12:40p	4.6	3:50p	12.2	0.0	5.8	11.4	45.1	6:20p	WNW
24	7.4	10.8	12:10p	5.5	5:10a	10.8	0.0	6.6	9.2	30.6	12:30a	E
25	7.4	9.1	8:10p	5.6	6:00a	10.9	0.0	32.8	17.4	54.7	1:30p	NNE
26	8.1	11.6	12:30p	6.4	9:40p	10.2	0.0	3.2	19.5	48.3	2:40a	NNW
27	9.1	13.3	1:30p	6.6	12:00m	9.2	0.0	1.8	12.2	33.8	12:40a	WNW
28	9.0	13.1	1:50p	6.3	1:20a	9.3	0.0	1.0	9.5	37.0	2:30p	SW
	10.8	22.0	8	4.6	22	213.5	2.4	109.6	12.4	80.5	4	SW

Max >= 32.0: 0
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 0
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 32.79 ON 25/02/09
Days of Rain: 19 (> .2 mm) 13 (> 2 mm) 1 (> 20 mm)

Εικόνα 57: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Φεβρουάριος 2009 [Meteo.gr]

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2009	791,2	586,0	409,5	327,6	825,7
Ιανουάριος	112,6	79,6	71,6	58,2	67,6
Φεβρουάριος	205,9	109,6	77,3	70,3	197,3
Μάρτιος	46,6	45,8	21,1	23,7	28,8
Απρίλιος	54,2	59,2	10,3	20,2	139,9
Μάιος	62,1	30,0	38,1	33,9	26,5
Ιούνιος	0,0	0,0	1,3	1,5	0,0
Ιούλιος	0,0	0,0	1,4	1,5	0,0
Αύγουστος	0,0	0,0	1,4	1,5	0,0
Σεπτέμβριος	32,1	28,6	28,3	13,2	54,3
Οκτώβριος	65,5	103,2	30,7	26,6	155,1
Νοέμβριος	103,1	48,8	50,4	28,3	48,7
Δεκέμβριος	109,1	81,2	77,8	48,8	107,4

Πίνακας 19: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2009

Για το χρονολογικό έτος **2010**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας μόνο ο σταθμός Χανιά έως τις 30/09/2010, καθώς από την 01/10/2010, ξεκινά η λειτουργία του σταθμού Χανιά (Κέντρο). Επομένως, έως και τις 30/09/2010, η προσομοίωση των τιμών ανήκει στην Περίπτωση (Case) 29, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης την τιμή του σταθμού Χανιά και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και Σταλός. Από την 01/10/2010, όμως, η προσομοίωση των τιμών ανήκει στην Περίπτωση (Case) 22, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Πλατανιάς και Σταλός. Στο συγκεκριμένο χρονολογικό έτος, δεν παρατηρείται κανένα κενό, στη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης, για κανέναν από τους δύο (2) προαναφερθέντες σταθμούς.

Telikos_Pinakas										
5448x10 double										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1462	2010	2	1	734170	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1463	2010	2	2	734171	2.7219	0.6000	0.6486	0.8069	0.6479	29
1464	2010	2	3	734172	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1465	2010	2	4	734173	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1466	2010	2	5	734174	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1467	2010	2	6	734175	0.6369	0.2000	0.1556	0.2089	0.1378	29
1468	2010	2	7	734176	0	19.6000	0	8.4888	0	29
1469	2010	2	8	734177	10.5633	5.4000	4.9667	3.7993	3.9041	29
1470	2010	2	9	734178	2.7219	0.6000	0.6486	0.8069	0.6479	29
1471	2010	2	10	734179	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1472	2010	2	11	734180	1.6307	0.4000	0.3532	0.4718	0.3650	29
1473	2010	2	12	734181	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1474	2010	2	13	734182	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1475	2010	2	14	734183	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1476	2010	2	15	734184	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1477	2010	2	16	734185	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1478	2010	2	17	734186	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1479	2010	2	18	734187	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1480	2010	2	19	734188	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1481	2010	2	20	734189	20.6415	14.6000	11.7436	14.2396	10.0718	29
1482	2010	2	21	734190	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1483	2010	2	22	734191	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1484	2010	2	23	734192	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1485	2010	2	24	734193	0	0	0.0442	0.0485	0	29
1486	2010	2	25	734194	0	0	0.0442	0.0485	0	29

Εικόνα 58: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Φεβρουάριος 2010 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Οι καταγεγραμμένες τιμές από τον μετεωρολογικό σταθμό Χανιά, καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, εκτείνονται σε ένα φάσμα βάσει των αναμενόμενων τιμών, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5. Εξαίρεση αποτελούν, οι καταγεγραμμένες και προσομοιωμένες τιμές των μηνών Ιανουάριος και Δεκέμβριος, όπου οι τιμές βροχόπτωσης, ξεπερνούν σημαντικά, τις μέσες υπερετήσιες τιμές (1958 - 2010).

Telikos_Pinakas											
5448x10 double											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1770	2010	12	6	734478	0	0	0	0.0180	0	22	
1771	2010	12	7	734479	0	0	0	0.0180	0	22	
1772	2010	12	8	734480	0	0	0	0.0180	0	22	
1773	2010	12	9	734481	0	0	0	0.0180	0	22	
1774	2010	12	10	734482	47.4934	19	17.8000	23.9187	23.9024	22	
1775	2010	12	11	734483	35.3257	15.4000	14.4000	20.1498	15.1257	22	
1776	2010	12	12	734484	1.3801	0.4000	1.8000	1.1345	1.1223	22	
1777	2010	12	13	734485	8.1619	5.4000	3.4000	3.9011	3.8551	22	
1778	2010	12	14	734486	13.9168	5.6000	8.2000	6.9421	6.2456	22	
1779	2010	12	15	734487	11.9159	10	6.4000	5.6585	5.9068	22	
1780	2010	12	16	734488	26.3715	12.6000	14.2000	15.4516	11.2661	22	
1781	2010	12	17	734489	7.5220	3.4000	3.2000	3.5051	3.1129	22	
1782	2010	12	18	734490	0	0.2000	0	0.1036	0	22	
1783	2010	12	19	734491	0	0	0	0.0180	0	22	
1784	2010	12	20	734492	0	0	0	0.0180	0	22	
1785	2010	12	21	734493	0	0	0	0.0180	0	22	
1786	2010	12	22	734494	0	0	0	0.0180	0	22	
1787	2010	12	23	734495	0	0	0	0.0180	0	22	
1788	2010	12	24	734496	0	0	0	0.0180	0	22	
1789	2010	12	25	734497	0	0	0	0.0180	0	22	
1790	2010	12	26	734498	0	0	0	0.0180	0	22	
1791	2010	12	27	734499	0	0	0	0.0180	0	22	
1792	2010	12	28	734500	33.0280	25.4000	19.4000	2.9298	30.6801	22	
1793	2010	12	29	734501	9.9657	3.8000	6	5.0481	4.6411	22	
1794	2010	12	30	734502	0	0	0	0.0180	0	22	

Εικόνα 59: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Δεκέμβριος 2010 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2010	703,4	455,8	394,8	433,4	317,6
Ιανουάριος	253,3	194,4	143,4	184,2	92,5
Φεβρουάριος	38,9	41,4	19,4	29,8	15,8
Μάρτιος	37,8	18,6	20,5	24,5	18,4
Απρίλιος	4,7	11,2	10,3	7,5	7,5
Μάιος	29,8	13,8	16,1	13,0	12,1
Ιούνιος	0,6	0,2	1,4	1,6	0,1
Ιούλιος	0,0	0,0	1,4	1,5	0,0
Αύγουστος	2,3	0,6	1,8	2,1	0,5
Σεπτέμβριος	6,4	1,6	3,3	3,6	1,8
Οκτώβριος	80,1	46,4	54,4	49,0	39,3
Νοέμβριος	54,4	26,4	28,0	27,5	23,8
Δεκέμβριος	195,1	101,2	94,8	89,1	105,9

Πίνακας 20: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2010

Για το χρονολογικό έτος **2011**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας οι σταθμοί Χανιά και Χανιά (Κέντρο). Η προσομοίωση των τιμών ανήκει στην Περίπτωση (Case) 22, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Πλατανιάς και Σταλός. Στο συγκεκριμένο χρονολογικό έτος, όμως, παρατηρούνται κενά, στη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης, για έναν (1) από τους δύο (2) προαναφερθέντες σταθμούς.

Πιο συγκεκριμένα, για τον σταθμό Χανιά (Κέντρο), για το μήνα Σεπτέμβριο, παρατηρείται απώλεια της ημερήσιας καταγεγραμμένης τιμής, για της ημερομηνίες 21/09/2011 και 29/09/2011. Επιπλέον, για το μήνα Οκτώβριο, παρατηρούνται κενά στη χρονοσειρά καταγεγραμμένων τιμών βροχόπτωσης, για τις ημερομηνίες 18/10/2011 έως και 21/10/2011, του ίδιου σταθμού. Επομένως, η προσομοίωση των παραπάνω τιμών ανήκει στην Περίπτωση (Case) 29, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης την τιμή του σταθμού Χανιά και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και Σταλός.

Telikos_Pinakas										
5448x10 double										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2043	2011	9	5	734751	0	0	0	0.0180	0	22
2044	2011	9	6	734752	0	0	0	0.0180	0	22
2045	2011	9	7	734753	0	0	0	0.0180	0	22
2046	2011	9	8	734754	0	0	0	0.0180	0	22
2047	2011	9	9	734755	0	0	0	0.0180	0	22
2048	2011	9	10	734756	0	0	0	0.0180	0	22
2049	2011	9	11	734757	0	0	0	0.0180	0	22
2050	2011	9	12	734758	0	0	0	0.0180	0	22
2051	2011	9	13	734759	0	0	0	0.0180	0	22
2052	2011	9	14	734760	0	0	0	0.0180	0	22
2053	2011	9	15	734761	0	0	0	0.0180	0	22
2054	2011	9	16	734762	0	0	0	0.0180	0	22
2055	2011	9	17	734763	0	0	0	0.0180	0	22
2056	2011	9	18	734764	0	0	0	0.0180	0	22
2057	2011	9	19	734765	0	0	0	0.0180	0	22
2058	2011	9	20	734766	0	0	0	0.0180	0	22
2059	2011	9	21	734767	8.6665	12.2000	7.2865	2.2928	7.4333	29
2060	2011	9	22	734768	2.6007	1	2	1.6167	1.3501	22
2061	2011	9	23	734769	0	0	0	0.0180	0	22
2062	2011	9	24	734770	0	0	0	0.0180	0	22
2063	2011	9	25	734771	0	0	0	0.0180	0	22
2064	2011	9	26	734772	0	0	0	0.0180	0	22
2065	2011	9	27	734773	0	0	0	0.0180	0	22
2066	2011	9	28	734774	0	0	0	0.0180	0	22
2067	2011	9	29	734775	1.6307	0.4000	0.3532	0.4718	0.3650	29

Εικόνα 60: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Σεπτέμβριος 2011 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Telikos_Pinakas										
5448x10 double										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2069	2011	10	1	734777	0	0	0	0.0180	0	22
2070	2011	10	2	734778	0	0	0	0.0180	0	22
2071	2011	10	3	734779	0	0	0	0.0180	0	22
2072	2011	10	4	734780	0	0	0	0.0180	0	22
2073	2011	10	5	734781	0	0	0	0.0180	0	22
2074	2011	10	6	734782	0	0	0	0.0180	0	22
2075	2011	10	7	734783	0	0	0	0.0180	0	22
2076	2011	10	8	734784	19.9390	9	9.4000	8.9805	8.4669	22
2077	2011	10	9	734785	12.8946	5.4000	5.6000	5.6963	5.3721	22
2078	2011	10	10	734786	30.6495	16.4000	20.8000	25.5113	14.8420	22
2079	2011	10	11	734787	1.9695	2.4000	21.2000	2.7012	0	22
2080	2011	10	12	734788	13.1537	5.6000	5.6000	5.7540	5.4908	22
2081	2011	10	13	734789	0	0	0	0.0180	0	22
2082	2011	10	14	734790	0	0	0	0.0180	0	22
2083	2011	10	15	734791	20.0739	9.6000	12	10.7490	8.6075	22
2084	2011	10	16	734792	112.9275	27	32	20.8745	28.7982	22
2085	2011	10	17	734793	71.7234	48	47	33.1737	36.7325	22
2086	2011	10	18	734794	0	0	0.0442	0.0485	0	29
2087	2011	10	19	734795	0	0	0.0442	0.0485	0	29
2088	2011	10	20	734796	0	0	0.0442	0.0485	0	29
2089	2011	10	21	734797	0	0	0.0442	0.0485	0	29
2090	2011	10	22	734798	0	0	0	0.0180	0	22
2091	2011	10	23	734799	0	0	0	0.0180	0	22
2092	2011	10	24	734800	1.7193	1	1	1.0904	0.7368	22
2093	2011	10	25	734801	5.4582	3.2000	2.2000	2.7056	2.3733	22

Εικόνα 61: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Οκτώβριος 2011 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Βάσει των αποτελεσμάτων του μοντέλου, καθώς και των καταγεγραμμένων τιμών, ο μήνας Οκτώβριος, χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα υψηλές τιμές βροχόπτωσης. Πιο συγκεκριμένα, η υψηλότερη τιμή, προσομοιάζεται από το μοντέλο για τον σταθμό Αλικιανός, ενώ υψηλές είναι και οι τιμές βροχόπτωσης, των καταγεγραμμένων τιμών, για τους σταθμούς Χανιά και Χανιά (Κέντρο). Ακριβέστερα, η προσομοιωμένη τιμή του σταθμού Αλικιανός, είναι διακόσια ενενήντα κόμμα πέντε (290.5) mm, ενώ για τους σταθμούς Χανιά και Χανιά (Κέντρο), είναι εκατό είκοσι επτά κόμμα έξι (127.6) και εκατό πενήντα επτά κόμμα δύο (157.2) mm, αντίστοιχα.

Επιπλέον, συνυπολογίζοντας τα καταγεγραμμένα δεδομένα βροχόπτωσης, καθώς και τα αποτελέσματα του μοντέλου, παρατηρείται ότι, για τον μήνα Οκτώβριο, οι τιμές που προσομοιάζονται, δεν επηρεάζουν το μηνιαίο άθροισμα, αντίθετα με το μήνα Σεπτέμβριο, που οι προσομοιωμένες τιμές προσφέρουν σημαντικά στο άθροισμα του μήνα. Οι καταγεγραμμένες τιμές από τον μετεωρολογικό σταθμό Χανιά, καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, για τους μήνες Οκτώβριος έως και Απρίλιος, εκτείνονται σε ένα φάσμα τιμών, το οποίο απέχει σημαντικά τις μέσες υπερετήσιες τιμές (1958 - 2010).

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for OCT. 2011

NAME: chaniacenter CITY: STATE:
ELEV: 7 m LAT: 35° 30' 28" N LONG: 24° 00' 22" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	21.3	22.3	14:00	17.0	00:00	0.0	3.0	0.0	11.6	38.6	6:00	NE
2	19.4	23.6	16:30	15.6	6:30	0.8	1.9	0.0	4.3	25.7	12:40	SSW
3	19.8	24.0	15:50	15.1	6:20	0.8	2.3	0.0	4.5	22.5	11:00	SW
4	19.7	23.4	13:40	16.1	7:00	0.6	2.0	0.0	4.3	22.5	14:30	SSW
5	19.3	24.3	10:30	14.3	7:00	1.2	2.2	0.0	4.2	19.3	13:00	SSW
6	19.6	24.9	10:30	13.7	6:00	1.3	2.6	0.0	4.2	19.3	13:30	SSW
7	21.4	26.1	12:50	15.9	6:20	0.6	3.6	0.0	6.0	38.6	15:50	SSW
8	22.4	27.7	12:40	17.6	7:30	0.0	4.1	9.4	4.0	29.0	13:10	SE
9	22.4	26.5	3:10	19.3	14:50	0.0	4.1	5.6	9.7	40.2	4:20	W
10	18.7	22.1	15:30	14.8	18:20	0.8	1.2	20.8	9.3	53.1	12:50	WSW
11	17.4	20.5	11:00	15.1	23:40	1.3	0.4	21.2	6.8	32.2	16:40	NNE
12	15.4	20.5	10:50	13.5	3:30	1.6	0.1	5.6	1.4	16.1	5:10	SSW
13	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
14	---	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
15	---	---	---	---	---	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	---	---
16	---	---	---	---	---	0.0	0.0	32.0	0.0	0.0	---	---
17	---	---	---	---	---	0.0	0.0	47.0	0.0	0.0	---	---
18												
19												
20												
21												
22	18.3	21.3	15:10	12.7	23:50	0.9	0.8	0.0	4.2	17.7	15:50	NNE
23	16.3	20.6	14:20	11.3	4:40	2.6	0.6	0.0	4.3	22.5	12:10	SSW
24	17.3	20.7	12:00	14.6	6:50	1.4	0.4	1.0	3.1	19.3	13:00	ESE
25	16.1	18.7	12:50	12.6	7:40	2.3	0.0	2.2	1.8	9.7	12:40	SE
26	17.9	19.3	16:10	15.7	5:20	0.6	0.2	0.0	5.8	25.7	18:40	S
27	17.7	18.3	2:30	16.7	00:00	0.7	0.0	0.0	9.2	32.2	12:40	E
28	17.5	18.7	15:30	16.4	1:20	0.8	0.0	0.0	8.7	32.2	6:00	NE
29	16.8	18.7	15:00	15.0	6:20	1.5	0.0	0.0	7.1	27.4	10:30	NE
30	16.7	17.6	14:20	15.8	20:40	1.6	0.0	0.2	8.0	33.8	12:50	ENE
31	16.1	17.8	14:10	12.2	23:10	2.3	0.0	0.0	3.7	27.4	1:30	E
	18.5	27.7	8	11.3	23	23.7	29.4	157.0	4.7	53.1	10	SSW

Max >= 32.0: 0
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 0
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 46.99 ON 17/10/11
Days of Rain: 11 (> .2 mm) 9 (> 2 mm) 4 (> 20 mm)

Εικόνα 62: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά (Κέντρο), Οκτώβριος 2011 [Meteo.gr]

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2011	1280,2	662,4	737,8	645,7	639,4
Ιανουάριος	258,2	114,2	125,8	123,3	121,5
Φεβρουάριος	216,6	126,4	136,2	146,7	134,8
Μάρτιος	116,0	54,4	83,8	53,8	42,8
Απρίλιος	149,5	52,4	76,2	66,4	58,3
Μάιος	8,2	35,2	36,0	6,0	42,1
Ιούνιος	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
Ιούλιος	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
Αύγουστος	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
Σεπτέμβριος	12,9	13,6	9,6	4,9	9,1
Οκτώβριος	290,5	127,6	157,2	117,9	111,4
Νοέμβριος	102,4	55,0	50,4	53,3	55,6
Δεκέμβριος	126,0	83,6	62,6	71,9	63,8

Πίνακας 21: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2011

Για το χρονολογικό έτος **2012**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας οι σταθμοί Χανιά και Χανιά (Κέντρο), έως τις 31/08/2012, καθώς από την 01/09/2012, ξεκινά η λειτουργία του σταθμού Αλικιανός. Πιο συγκεκριμένα, έως και τις 31/08/2012, η προσομοίωση των τιμών ανήκει στην Περίπτωση (Case) 22, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Πλατανιάς και Σταλός. Από την 01/09/2012, η προσομοίωση των τιμών ανήκει στην Περίπτωση (Case) 14, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Πλατανιάς και Σταλός. Στο συγκεκριμένο χρονολογικό έτος, όμως, παρατηρούνται κενά, στη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης, για έναν (1) από τους τρεις (3) προαναφερθέντες σταθμούς.

Πιο συγκεκριμένα, στις ημερομηνίες 27/11/2012 και 28/11/2012, παρατηρείται κενό στη χρονοσειρά δεδομένων βροχόπτωσης, για τον σταθμό Αλικιανό. Επομένως, για τις δύο συγκεκριμένες ημέρες, η προσομοίωση των τιμών βροχόπτωσης, ανήκει στην Περίπτωση (Case) 22, η οποία επεξηγείται παραπάνω.

Telikos_Pinakas										
5448x10 double										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2470	2012	11	5	735178	0	0	0	0	0.0800	14
2471	2012	11	6	735179	0	0	0	0	0.0800	14
2472	2012	11	7	735180	1.2000	0	0	0.1811	0.2991	14
2473	2012	11	8	735181	7.4000	19.8000	5.2000	3.0493	2.1206	14
2474	2012	11	9	735182	0	0	0	0	0.0800	14
2475	2012	11	10	735183	0	0	0	0	0.0800	14
2476	2012	11	11	735184	0	0	0	0	0.0800	14
2477	2012	11	12	735185	0	0	0	0	0.0800	14
2478	2012	11	13	735186	0	0	0	0	0.0800	14
2479	2012	11	14	735187	0	0	0	0	0.0800	14
2480	2012	11	15	735188	0	0	0	0	0.0800	14
2481	2012	11	16	735189	0.8000	29	14	31.5002	9.2699	14
2482	2012	11	17	735190	27.2000	54.6000	21	60.3676	0	14
2483	2012	11	18	735191	17.4000	6.4000	21	10.3779	12.2865	14
2484	2012	11	19	735192	0.6000	10	1	0.2404	1.8460	14
2485	2012	11	20	735193	6.4000	4.4000	3.2000	3.3249	2.7242	14
2486	2012	11	21	735194	1	0	0.2000	0.3483	0.3815	14
2487	2012	11	22	735195	12	20.4000	11.6000	11.3002	8.7392	14
2488	2012	11	23	735196	0.2000	0	0.2000	0.2184	0.2287	14
2489	2012	11	24	735197	0	0	0	0	0.0800	14
2490	2012	11	25	735198	0	0	0	0	0.0800	14
2491	2012	11	26	735199	0	0	0	0	0.0800	14
2492	2012	11	27	735200	0	0	0	0.0180	0	22
2493	2012	11	28	735201	0	0	0	0.0180	0	22
2494	2012	11	29	735202	0	0	0	0	0.0800	14

Εικόνα 63: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Νοέμβριος 2012 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Οι καταγεγραμμένες τιμές από τους μετεωρολογικούς σταθμούς Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και Αλικιανός, καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, εκτείνονται σε ένα φάσμα βάσει των αναμενόμενων τιμών, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5. Εξαίρεση αποτελούν, οι καταγεγραμμένες και προσομοιωμένες τιμές των μηνών Ιανουάριος, Φεβρουάριος και Δεκέμβριος, όπου οι τιμές βροχόπτωσης, ξεπερνούν σημαντικά, τις μέσες υπερετήσεις τιμές (1958 - 2010).

Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα, του σταθμού Αλικιανός, για τον μήνα Ιανουάριο, δίνουν τιμή βροχόπτωσης, ίση με τριακόσια τριάντα εννέα (339) mm, ενώ για τον μήνα Φεβρουάριο και τους σταθμούς Αλικιανός και Χανιά αντίστοιχα, τιμές ίσες με τριακόσια τέσσερα κόμμα δύο (304.2) και διακόσια δέκα κόμμα τέσσερα (210.4) mm. Οι τιμές του μετεωρολογικού σταθμού Αλικιανός είναι προσομοιωμένες από το μοντέλο, ενώ του σταθμού Χανιά καταγεγραμμένες. Παρά τις σημαντικά υψηλές τιμές τους, τα αποτελέσματα, είναι πολύ πιθανό να είναι ακριβή, καθώς εξίσου υψηλές είναι οι τιμές των συντελεστών συσχέτισης, που έχουν υπολογιστεί για το εκάστοτε αποτέλεσμα.

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for FEB. 2012												
NAME: Leandros Symeonidis CITY: Chania STATE:												
ELEV: 137 m LAT: 35° 32' 00" N LONG: 24° 04' 09" E												
TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)												
DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	5.2	9.2	14:20	2.8	22:20	13.1	0.0	0.2	9.2	38.6	3:20	N
2	9.3	15.4	11:20	4.9	5:00	9.0	0.0	1.0	6.1	29.0	14:00	ESE
3	11.6	16.8	15:10	7.4	3:30	6.7	0.0	0.0	5.0	27.4	23:20	SE
4	11.5	17.6	12:50	6.7	3:50	6.8	0.0	0.0	3.2	17.7	12:20	S
5	12.6	19.6	14:00	8.1	1:40	5.7	0.1	0.0	3.4	17.7	00:00	SW
6	12.2	18.0	12:00	8.7	19:30	6.1	0.0	5.6	19.3	77.2	13:00	ESE
7	9.6	12.9	13:00	7.4	23:10	8.7	0.0	4.6	15.4	59.5	9:30	SW
8	8.1	11.6	10:40	5.6	23:50	10.2	0.0	50.6	9.7	33.8	8:20	SW
9	6.4	9.0	12:10	5.2	4:50	11.9	0.0	20.0	3.7	16.1	15:30	ESE
10	7.8	11.1	13:30	5.9	4:00	10.5	0.0	4.6	9.8	32.2	14:30	ESE
11	10.1	16.3	13:40	5.8	3:50	8.2	0.0	0.0	5.3	24.1	13:20	SE
12	10.4	12.8	11:00	8.3	23:10	7.9	0.0	8.0	12.7	37.0	12:00	ESE
13	11.1	16.2	11:10	6.9	3:20	7.2	0.0	0.0	9.5	38.6	16:00	WSW
14	9.8	14.9	12:20	7.4	21:20	8.4	0.0	8.6	8.7	46.7	19:50	SW
15	8.9	13.1	13:00	6.3	4:00	9.4	0.0	8.8	16.9	48.3	13:30	SW
16	8.5	13.5	13:10	6.2	5:10	9.8	0.0	21.6	14.5	51.5	1:20	SW
17	7.2	10.0	13:40	5.6	18:50	11.1	0.0	1.8	15.6	46.7	0:50	NW
18	7.4	13.2	14:10	4.7	5:30	10.9	0.0	0.0	5.3	22.5	0:50	WNW
19	9.6	14.4	11:30	5.8	0:10	8.8	0.0	0.0	7.6	24.1	15:20	SSW
20	9.9	14.8	14:30	6.8	3:10	8.4	0.0	0.0	8.2	25.7	9:50	ESE
21	11.6	15.1	14:10	8.7	0:30	6.7	0.0	0.0	10.9	32.2	14:50	E
22	10.6	12.6	11:30	9.3	3:40	7.7	0.0	9.0	18.2	46.7	11:10	E
23	10.9	14.8	12:30	9.7	22:50	7.4	0.0	13.0	12.2	48.3	11:10	E
24	10.7	14.4	13:00	8.4	18:40	7.6	0.0	10.6	7.7	30.6	6:20	SW
25	12.7	17.3	14:10	9.7	0:10	5.6	0.0	0.0	8.4	22.5	5:30	SW
26	12.8	17.7	12:30	10.2	6:10	5.5	0.0	0.0	11.9	35.4	14:00	SW
27	11.4	15.7	12:10	8.6	23:20	6.9	0.0	16.6	9.2	59.5	00:00	SW
28	6.6	9.1	0:10	2.7	23:30	11.7	0.0	18.2	23.8	69.2	0:30	NNW
29	7.4	11.9	18:00	2.4	1:10	10.8	0.0	7.6	23.2	64.4	13:10	W
	9.7	19.6	5	2.4	29	248.7	0.1	210.4	10.8	77.2	6	SW
Max >= 32.0: 0												
Max <= 0.0: 0												
Min <= 0.0: 0												
Min <= -18.0: 0												
Max Rain: 50.60 ON 08/02/12												
Days of Rain: 18 (> .2 mm) 15 (> 2 mm) 7 (> 20 mm)												

Εικόνα 64: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Φεβρουάριος 2012 [Meteo.gr]

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for NOV. 2012

NAME: Alikianos CITY: Alikianos STATE: Chania, Greece
 ELEV: 95 m LAT: 35° 27' 16" N LONG: 23° 54' 39" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	23.3	30.2	14:20	15.2	0:40	0.8	5.8	0.0	10.6	54.7	14:20	SW
2	25.3	29.4	12:50	16.8	22:20	0.1	7.1	0.0	10.0	45.1	3:20	SW
3	19.5	23.9	11:30	15.7	00:00	0.8	2.0	0.0	4.8	17.7	10:50	SE
4	18.9	23.7	12:00	13.9	6:40	1.2	1.9	0.0	3.4	17.7	11:30	SE
5	18.8	24.2	14:40	14.5	7:30	1.3	1.8	0.0	7.9	37.0	12:30	SE
6	23.1	27.9	13:10	16.6	0:30	0.1	4.9	0.0	6.8	38.6	13:40	WSW
7	23.3	28.1	9:40	18.6	1:40	0.0	5.0	1.2	6.8	27.4	1:50	WSW
8	17.5	20.2	0:40	15.2	12:40	0.9	0.2	7.4	16.1	49.9	12:30	N
9	16.6	19.1	13:30	12.9	19:20	1.8	0.1	0.0	5.6	27.4	0:10	NNE
10	15.7	19.9	13:20	11.9	6:40	2.8	0.2	0.0	5.1	25.7	11:20	NE
11	16.0	19.8	14:00	12.8	7:20	2.4	0.1	0.0	5.5	32.2	13:20	ENE
12	15.5	20.1	11:50	11.6	5:00	3.0	0.2	0.0	4.3	27.4	11:50	ENE
13	15.4	20.8	13:00	11.4	2:10	3.3	0.5	0.0	3.7	20.9	13:50	SSE
14	16.2	19.8	13:50	11.1	0:40	2.3	0.2	0.0	4.5	22.5	13:10	NE
15	15.4	17.9	15:00	12.7	4:20	2.9	0.0	0.0	1.9	17.7	13:20	SSE
16	16.2	20.2	12:20	13.3	0:10	2.4	0.3	0.8	3.9	32.2	14:30	ENE
17	16.1	19.8	12:00	14.1	23:30	2.3	0.1	27.2	2.9	20.9	13:20	SSE
18	15.2	16.7	14:30	13.7	23:50	3.1	0.0	17.4	2.1	11.3	5:20	SE
19	15.7	20.1	12:30	12.1	4:30	2.9	0.3	0.6	3.1	14.5	7:40	SSE
20	16.2	22.3	12:20	12.2	23:30	2.6	0.5	6.4	3.9	32.2	15:30	SSE
21	14.6	20.9	12:10	11.1	5:20	4.0	0.3	1.0	3.9	17.7	12:00	SSE
22	14.1	16.7	14:50	11.7	1:10	4.3	0.0	12.0	3.7	32.2	14:20	SSE
23	15.2	17.6	11:00	11.7	23:40	3.1	0.0	0.2	3.9	25.7	5:20	SSE
24	14.6	18.4	12:10	11.8	0:10	3.7	0.0	0.0	2.4	17.7	11:10	NE
25	13.7	18.0	12:20	9.3	00:00	4.6	0.0	0.0	3.7	24.1	12:20	SSE
26	9.8	10.8	4:40	9.2	0:40	1.7	0.0	0.0	0.6	12.9	0:40	SSE
27												
28												
29	21.9	24.2	12:20	14.5	9:30	0.1	2.1	0.0	7.6	57.9	16:10	S
30	19.2	24.4	12:40	14.6	00:00	0.7	1.6	0.0	4.7	41.8	1:00	WSW
	17.3	30.2	1	9.2	26	59.1	35.0	74.2	4.8	57.9	29	SSE

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Rain: 27.20 ON 17/11/12

Days of Rain: 10 (> .2 mm) 5 (> 2 mm) 1 (> 20 mm)

Εικόνα 65: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Νοέμβριος 2012 [Meteo.gr]

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2012	1109,0	924,8	688,2	782,9	654,5
Ιανουάριος	339,0	183,0	153,0	105,3	196,8
Φεβρουάριος	304,2	210,4	159,2	153,0	154,4
Μάρτιος	106,3	63,0	44,8	62,2	22,4
Απρίλιος	74,7	39,2	34,0	31,3	42,3
Μάιος	1,5	0,8	1,2	1,7	0,7
Ιούνιος	0,0	0,4	0,0	0,7	0,0
Ιούλιος	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
Αύγουστος	0,0	0,0	0,6	0,9	0,2
Σεπτέμβριος	0,8	7,6	0,6	0,8	3,2
Οκτώβριος	31,2	141,4	92,6	163,7	89,8
Νοέμβριος	74,2	144,8	77,4	121,0	39,3
Δεκέμβριος	177,0	134,2	124,8	141,8	105,4

Πίνακας 22: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2012

Για το χρονολογικό έτος **2013**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας οι σταθμοί Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και Αλικιανός. Επομένως, η προσομοίωση των τιμών ανήκει στην Περίπτωση (Case) 14, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Πλατανιάς και Σταλός. Στο συγκεκριμένο χρονολογικό έτος, όμως, υπάρχει ένα κενό, στη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης, για έναν (1) από τους τρεις (3) προαναφερθέντες σταθμούς.

Πιο συγκεκριμένα, στις 02/07/2013, παρατηρείται έλλειψη καταγεγραμμένης τιμής, για τον σταθμό Χανιά (Κέντρο). Επομένως, η προσομοίωση των τιμών για τη συγκεκριμένη ημέρα, ανήκει Περίπτωση (Case) 24, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός και Χανιά και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και Σταλός.

Τελικός Πίνακας											
5448x10 double											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2708	2013	7	1	735416	0	0	0	0	0.0800		14
2709	2013	7	2	735417	0	0.2000	0.3075	0.3815	0		24
2710	2013	7	3	735418	0	0	0	0	0.0800		14
2711	2013	7	4	735419	0	0	0	0	0.0800		14
2712	2013	7	5	735420	0	0	0	0	0.0800		14
2713	2013	7	6	735421	0	0	0	0	0.0800		14
2714	2013	7	7	735422	0	0	0	0	0.0800		14
2715	2013	7	8	735423	0	0	0	0	0.0800		14
2716	2013	7	9	735424	0	0	0	0	0.0800		14
2717	2013	7	10	735425	0	0	0	0	0.0800		14
2718	2013	7	11	735426	0	0	0	0	0.0800		14
2719	2013	7	12	735427	0	0	0	0	0.0800		14
2720	2013	7	13	735428	0	0	0	0	0.0800		14
2721	2013	7	14	735429	0	0	0	0	0.0800		14
2722	2013	7	15	735430	0	0	0	0	0.0800		14
2723	2013	7	16	735431	0	0	0	0	0.0800		14
2724	2013	7	17	735432	0	0	0	0	0.0800		14
2725	2013	7	18	735433	0	0	0	0	0.0800		14
2726	2013	7	19	735434	0	0	0	0	0.0800		14
2727	2013	7	20	735435	0	0	0	0	0.0800		14
2728	2013	7	21	735436	0	0	0	0	0.0800		14
2729	2013	7	22	735437	0	0	0	0	0.0800		14
2730	2013	7	23	735438	0	0	0	0	0.0800		14
2731	2013	7	24	735439	0	0	0	0	0.0800		14
2732	2013	7	25	735440	0	0	0	0	0.0800		14

Εικόνα 66: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Ιούλιος 2013 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Οι καταγεγραμμένες τιμές από τον μετεωρολογικούς σταθμούς Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, εκτείνονται σε ένα φάσμα βάσει των αναμενόμενων τιμών, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5. Εξαίρεση αποτελούν, οι καταγεγραμμένες και προσομοιωμένες τιμές του μήνα Ιανουάριος όπου οι τιμές βροχόπτωσης, ξεπερνούν τις μέσες υπερετήσιες τιμές (1958 - 2010).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η παρακάτω εικόνα με τα αποτελέσματα από το meteo.gr, περιέχει λανθασμένη τιμή, μηνιαίου αθροίσματος. Η σωστή τιμή περιέχεται στον παρακάτω πίνακα.

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for JAN. 2013

NAME: Leandros Symeonidis CITY: Chania STATE:
ELEV: 137 m LAT: 35° 32' 00" N LONG: 24° 04' 09" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	10.9	11.8	17:10	9.8	0:10	7.4	0.0	64.4	3.5	32.2	4:30	---
2	11.7	16.2	14:00	8.9	22:40	6.3	0.0	0.0	1.6	12.9	12:20	---
3	11.8	16.9	12:50	8.4	3:30	6.5	0.0	0.2	4.3	19.3	14:40	---
4	11.2	15.3	13:50	7.9	00:00	7.1	0.0	9.4	1.9	12.9	13:00	---
5	10.8	15.8	13:40	7.8	0:20	7.5	0.0	0.0	3.2	16.1	13:50	---
6	9.2	11.8	9:50	7.0	15:40	9.2	0.0	31.2	13.5	49.9	16:00	---
7	10.3	13.6	15:00	7.2	7:20	8.0	0.0	0.0	11.9	33.8	18:50	---
8	5.3	8.6	0:10	2.7	23:30	13.0	0.0	11.6	11.7	49.9	12:30	---
9	6.4	11.0	12:50	2.9	0:10	11.9	0.0	0.0	7.7	32.2	5:20	---
10	8.1	13.4	14:00	4.1	5:20	10.2	0.0	0.0	3.5	12.9	12:50	---
11	11.8	17.5	12:40	7.6	0:10	6.6	0.0	5.6	7.6	35.4	11:20	---
12	13.4	18.1	12:50	11.7	23:50	4.9	0.0	1.2	11.1	49.9	13:30	---
13	12.0	17.2	14:20	7.6	4:00	15.4	0.0	0.0	4.3	32.2	4:30	---
14	9.9	10.9	21:50	8.8	23:30	1.2	0.0	0.0	1.8	8.0	23:20	SSW
15	12.4	18.4	13:00	8.3	3:30	5.9	0.0	0.0	2.7	17.7	15:40	ESE
16	12.9	19.6	14:00	9.2	23:40	5.4	0.0	2.4	6.8	40.2	22:10	SSW
17	13.3	17.6	12:30	9.4	0:10	5.0	0.0	0.0	8.4	35.4	1:10	SSW
18	13.2	17.9	13:00	9.3	20:30	5.1	0.0	8.0	12.7	41.8	4:10	SSW
19	12.1	15.8	13:50	8.3	1:10	6.2	0.0	2.4	14.5	45.1	11:00	SSW
20	14.7	19.3	15:00	11.6	4:20	3.7	0.1	0.0	4.0	22.5	0:20	ESE
21	15.3	18.9	11:50	11.3	4:00	3.0	0.0	0.0	17.2	75.6	15:30	ESE
22	14.1	18.2	12:50	11.9	7:10	4.2	0.0	0.2	11.6	35.4	15:20	SSW
23	13.6	17.7	13:20	10.9	22:00	4.7	0.0	0.2	11.1	38.6	5:50	SW
24	13.9	20.2	13:10	10.2	00:00	4.5	0.1	2.6	6.0	45.1	20:10	ESE
25	12.8	17.4	12:30	9.4	23:00	5.5	0.0	4.2	9.8	38.6	15:40	SSW
26	11.2	15.7	12:00	9.2	6:40	7.1	0.0	2.6	11.6	49.9	1:20	SSW
27	10.2	14.6	12:40	8.3	18:40	8.1	0.0	5.0	8.7	37.0	15:00	SSW
28	9.9	13.4	14:30	7.8	2:30	8.3	0.0	6.2	5.5	29.0	21:50	SSW
29	10.0	12.2	14:40	8.4	23:10	8.3	0.0	19.6	6.4	22.5	12:20	SSW
30	10.2	13.7	13:20	7.4	6:30	8.1	0.0	2.0	6.3	22.5	13:00	SSW
31	12.3	16.6	13:40	7.8	3:50	6.0	0.0	0.0	10.3	43.5	19:10	SSW
	11.5	20.2	24	2.7	8	214.3	0.2	184.0	7.8	75.6	21	SSW

Max >= 32.0: 0
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 0
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 64.41 ON 01/01/13
Days of Rain: 20 (> .2 mm) 16 (> 2 mm) 3 (> 20 mm)

Εικόνα 67: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Ιανουάριος 2013 [Meteo.gr]

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2013	506,4	516,0	483,5	465,9	462,4
Ιανουάριος	155,6	179,0	145,8	161,8	130,3
Φεβρουάριος	82,2	66,8	67,2	62,7	56,7
Μάρτιος	18,4	20,0	15,2	11,3	15,3
Απρίλιος	0,6	14,8	8,8	7,4	7,1
Μάιος	13,2	39,8	23,6	54,9	9,9
Ιούνιος	0,6	0,6	0,0	0,1	2,4
Ιούλιος	0,0	0,2	0,3	0,4	2,4
Αύγουστος	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
Σεπτέμβριος	2,6	9,8	5,2	3,2	6,5
Οκτώβριος	8,8	7,2	5,4	4,9	7,1
Νοέμβριος	100,2	86,0	113,8	72,6	148,8
Δεκέμβριος	124,2	91,8	98,2	86,7	73,4

Πίνακας 23: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2013

Για το χρονολογικό έτος **2014**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας οι σταθμοί Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και Αλικιανός. Επομένως, η προσομοίωση των τιμών ανήκει στην Περίπτωση (Case) 14, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Πλατανιάς και Σταλός. Στο συγκεκριμένο χρονολογικό έτος, όμως, παρατηρείται ένα κενό, στη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης, για έναν (1) από τους τρεις (3), προαναφερθέντες σταθμούς.

Πιο συγκεκριμένα, στις 06/08/2014, παρατηρείται κενό στη χρονοσειρά δεδομένων βροχόπτωσης, για τον σταθμό Αλικιανός. Βάσει αυτού, η τιμές συμπληρώνονται με βάση την Περίπτωση (Case) 22, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Πλατανιάς και Σταλός.

Telikos_Pinakas											
5448x10 double											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3104	2014	8	1	735812	0	0	0	0	0.0800	14	
3105	2014	8	2	735813	0	0	0	0	0.0800	14	
3106	2014	8	3	735814	0	0	0	0	0.0800	14	
3107	2014	8	4	735815	0	0	0	0	0.0800	14	
3108	2014	8	5	735816	0	0	0	0	0.0800	14	
3109	2014	8	6	735817	0	0	0	0.0180	0	22	
3110	2014	8	7	735818	0	0	0	0	0.0800	14	
3111	2014	8	8	735819	0	0	0	0	0.0800	14	
3112	2014	8	9	735820	0	0	0	0	0.0800	14	
3113	2014	8	10	735821	0	0	0	0	0.0800	14	
3114	2014	8	11	735822	0	0	0	0	0.0800	14	
3115	2014	8	12	735823	0	0	0	0	0.0800	14	
3116	2014	8	13	735824	0	0	0	0	0.0800	14	
3117	2014	8	14	735825	0	0	0	0	0.0800	14	
3118	2014	8	15	735826	0	0	0	0	0.0800	14	
3119	2014	8	16	735827	0	0	0	0	0.0800	14	
3120	2014	8	17	735828	0	0	0	0	0.0800	14	
3121	2014	8	18	735829	0	0	0	0	0.0800	14	
3122	2014	8	19	735830	0	0	0	0	0.0800	14	
3123	2014	8	20	735831	0	0	0	0	0.0800	14	
3124	2014	8	21	735832	0	0	0	0	0.0800	14	
3125	2014	8	22	735833	0	0	0	0	0.0800	14	
3126	2014	8	23	735834	0	0	0	0	0.0800	14	
3127	2014	8	24	735835	0	0	0	0	0.0800	14	
3128	2014	8	25	735836	0	0	0	0	0.0800	14	

Εικόνα 68: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Αύγουστος 2014 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Οι καταγεγραμμένες τιμές από τον μετεωρολογικούς σταθμούς Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, εκτείνονται σε ένα φάσμα βάσει των αναμενόμενων τιμών, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5.

Εξαίρεση αποτελούν, οι καταγεγραμμένες και προσομοιωμένες τιμές του μήνα Δεκέμβριος, όπου οι τιμές βροχόπτωσης, ξεπερνούν τις μέσες υπερετήσιες τιμές (1958 - 2010).

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for DEC. 2014

NAME: Alikianos CITY: Alikianos STATE: Chania, Greece
ELEV: 95 m LAT: 35° 27' 16" N LONG: 23° 54' 39" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	16.6	24.2	13:30	11.6	7:20	2.9	1.2	0.0	5.6	37.0	23:30	SSE
2	21.7	24.9	13:50	15.7	3:50	0.1	3.5	0.0	9.8	70.8	12:40	WSW
3	21.6	27.2	12:20	15.2	00:00	0.5	3.7	5.6	8.2	41.8	12:50	S
4	16.3	21.2	12:10	12.3	6:50	2.5	0.6	1.4	4.5	37.0	0:20	SSE
5	15.1	20.4	12:50	11.2	7:20	3.6	0.4	0.2	3.4	14.5	2:50	SSE
6	14.9	20.9	13:40	11.0	2:10	3.8	0.5	0.2	6.0	33.8	11:30	SSE
7	15.2	21.2	13:50	10.7	4:20	3.6	0.5	0.0	5.8	29.0	12:00	SSE
8	14.3	20.4	5:20	9.6	00:00	4.1	0.1	9.2	7.6	40.2	4:20	S
9	13.1	17.4	14:30	9.4	0:10	5.2	0.0	1.0	4.8	20.9	14:40	SSE
10	13.3	17.7	13:00	9.9	2:40	5.0	0.0	1.8	3.9	19.3	7:20	SSE
11	13.2	16.5	12:10	10.3	5:20	5.1	0.0	12.4	3.2	17.7	14:30	SSE
12	12.8	15.6	19:00	10.3	8:50	5.5	0.0	23.0	8.7	46.7	17:10	SSE
13	13.3	15.4	0:10	8.3	00:00	5.0	0.0	4.0	7.6	41.8	0:10	NE
14	11.2	17.1	12:50	6.7	4:30	7.1	0.0	0.2	3.7	16.1	4:30	SSE
15	11.5	17.2	13:20	7.5	7:00	6.8	0.0	0.0	3.1	17.7	13:50	SSE
16	12.8	17.9	14:10	8.6	1:40	5.4	0.0	0.2	2.6	16.1	13:40	SSE
17	14.8	18.0	14:40	12.0	0:10	3.4	0.0	2.2	9.2	49.9	15:30	WSW
18	12.6	19.7	13:20	7.9	6:00	5.9	0.2	4.2	6.1	41.8	15:40	SSE
19	12.3	17.4	12:50	8.3	1:20	6.0	0.0	0.2	2.9	17.7	13:00	SSE
20	12.3	18.0	13:50	7.5	4:50	6.0	0.0	0.2	5.6	30.6	13:30	SSE
21	15.2	18.7	13:40	10.7	2:20	3.1	0.0	0.2	6.8	30.6	15:50	SSW
22	12.1	15.1	0:20	5.9	00:00	6.2	0.0	0.2	9.2	38.6	6:10	ENE
23	10.3	17.3	14:10	5.1	3:00	8.0	0.0	0.0	7.2	27.4	10:50	SSE
24	11.6	19.3	13:40	5.9	8:20	6.8	0.1	0.0	4.7	19.3	15:30	SSE
25	12.4	18.6	12:10	7.7	7:00	5.9	0.0	0.2	6.1	30.6	14:40	SSE
26	13.4	16.4	14:20	9.0	0:20	4.9	0.0	0.8	5.3	33.8	22:40	SSE
27	13.7	17.3	12:30	8.6	23:20	4.6	0.0	1.8	5.8	33.8	13:30	W
28	13.4	17.9	12:10	7.1	4:10	4.9	0.0	4.6	10.9	57.9	18:50	WSW
29	15.2	17.9	10:10	12.0	00:00	3.1	0.0	3.8	10.5	53.1	1:40	WSW
30	11.2	13.5	13:50	9.4	23:40	7.1	0.0	27.4	2.6	33.8	13:50	NW
31	8.1	10.1	2:10	6.0	18:40	10.2	0.0	115.0	5.6	54.7	2:20	SSE
	13.7	27.2	3	5.1	23	152.2	10.7	220.0	6.0	70.8	2	SSE

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Rain: 115.01 ON 31/12/14

Days of Rain: 25 (> .2 mm) 11 (> 2 mm) 3 (> 20 mm)

Εικόνα 69: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Δεκέμβριος 2014 [Meteo.gr]

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2014	633,0	579,8	584,0	551,5	579,7
Ιανουάριος	96,0	47,0	46,2	38,2	52,6
Φεβρουάριος	44,4	77,4	77,0	33,8	99,4
Μάρτιος	48,6	38,4	36,2	33,2	26,6
Απρίλιος	37,6	22,4	27,4	22,3	20,3
Μάιος	2,2	4,0	2,0	2,4	3,7
Ιούνιος	11,2	0,4	3,4	5,3	7,0
Ιούλιος	0,4	0,0	0,0	0,0	2,5
Αύγουστος	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
Σεπτέμβριος	10,0	7,8	15,0	12,8	8,8
Οκτώβριος	107,6	131,2	143,6	154,1	101,8
Νοέμβριος	55,0	34,6	25,2	31,4	22,5
Δεκέμβριος	220,0	216,6	208,0	217,9	232,1

Πίνακας 24: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2014

Για το χρονολογικό έτος **2015**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας οι σταθμοί Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και Αλικιανός, έως τις 30/06/2015, καθώς από την 01/07/2015, ξεκινά η λειτουργία του σταθμού Πλατανιάς. Πιο συγκεκριμένα, έως και τις 30/06/2015, η προσομοίωση γίνεται βάσει της Περίπτωσης (Case) 14, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Πλατανιάς και Σταλός. Από την 01/07/2015, η προσομοίωση των τιμών, ανήκει στην Περίπτωση (Case) 6, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τον σταθμό Σταλός. Στο συγκεκριμένο χρονολογικό έτος, όμως, παρατηρούνται κενά, στη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης, για έναν (1) από τους τέσσερις (4) προαναφερθέντες σταθμούς.

Πιο συγκεκριμένα, από τις 25/04/2015 έως και τις 28/07/2015, παρατηρείται έλλειψη καταγεγραμμένων τιμών βροχόπτωσης, για τον σταθμό Χανιά (Κέντρο). Επιπλέον, για τις ημερομηνίες 07/11/2015 και 08/11/2015, παρατηρείται κενό στη χρονοσειρά των καταγεγραμμένων τιμών βροχόπτωσης, για τον σταθμό Αλικιανό. Επομένως, οι δύο παραπάνω περιπτώσεις, συμπληρώνονται από το μοντέλο. Η προσομοίωση των τιμών αυτών, ανήκει στις Περιπτώσεις (Cases) 15 και 11, αντίστοιχα.

Telikos_Pinakas											
5448x10 double											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3444	2015	7	7	736152	0	0	0	0	0	6	
3445	2015	7	8	736153	0	0	0	0	0	6	
3446	2015	7	9	736154	0	0	0	0	0	6	
3447	2015	7	10	736155	0	0	0	0	0	6	
3448	2015	7	11	736156	0	0	0	0	0	6	
3449	2015	7	12	736157	0	0	0	0	0	6	
3450	2015	7	13	736158	0	0	0	0	0	6	
3451	2015	7	14	736159	0	0	0	0	0	6	
3452	2015	7	15	736160	0	0	0	0	0	6	
3453	2015	7	16	736161	0	0	0	0	0	6	
3454	2015	7	17	736162	0	0	0	0	0	6	
3455	2015	7	18	736163	0	0	0	0	0	6	
3456	2015	7	19	736164	0	0	0	0	0	6	
3457	2015	7	20	736165	0	0	0	0	0	6	
3458	2015	7	21	736166	0	0	0	0	0	6	
3459	2015	7	22	736167	0	0	0	0	0	6	
3460	2015	7	23	736168	0	0	0	0	0	6	
3461	2015	7	24	736169	0	0	0	0	0	6	
3462	2015	7	25	736170	0	0	0.0079	0	0	15	
3463	2015	7	26	736171	0	0	0.0079	0	0	15	
3464	2015	7	27	736172	0	0	0.0079	0	0	15	
3465	2015	7	28	736173	0	0	0.0079	0	0	15	
3466	2015	7	29	736174	0	0	0	0	0	6	
3467	2015	7	30	736175	0	0	0	0	0	6	
3468	2015	7	31	736176	0	0	0	0	0	6	

Εικόνα 70: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Ιούλιος 2015 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Telikos_Pinakas										
5448x10 double										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3552	2015	10	23	736260	13.8000	18.6000	14	17.2000	9.8686	6
3553	2015	10	24	736261	121.8000	69.4000	30.6000	7.2000	148.4427	6
3554	2015	10	25	736262	0.2000	0	0.2000	0	0.0994	6
3555	2015	10	26	736263	0	0	0	0	0	6
3556	2015	10	27	736264	0	0	0	0	0	6
3557	2015	10	28	736265	0	0	0	0	0	6
3558	2015	10	29	736266	0	0	0	0	0	6
3559	2015	10	30	736267	0.2000	0	0.4000	0.2000	0.2256	6
3560	2015	10	31	736268	7	5	4.2000	5.2000	4.1633	6
3561	2015	11	1	736269	9	0.2000	0.2000	0.4000	1.6838	6
3562	2015	11	2	736270	0.2000	0	0	0	0.0138	6
3563	2015	11	3	736271	0	0	0	0	0	6
3564	2015	11	4	736272	0	0	0	0	0	6
3565	2015	11	5	736273	0.2000	0	0	0	0.0138	6
3566	2015	11	6	736274	0	0	0	0	0	6
3567	2015	11	7	736275	0.2969	0	0	0	0.1795	11
3568	2015	11	8	736276	0.2969	0	0	0	0.1795	11
3569	2015	11	9	736277	0	0	0	0	0	6
3570	2015	11	10	736278	0	0	0	0	0	6
3571	2015	11	11	736279	0	0	0	0	0	6
3572	2015	11	12	736280	0	0	0	0	0	6
3573	2015	11	13	736281	0	0	0	0	0	6
3574	2015	11	14	736282	0	0	0	0	0	6
3575	2015	11	15	736283	0	0	0	0	0	6
3576	2015	11	16	736284	0	0	0	0	0	6

Εικόνα 71: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Νοέμβριος 2015 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Οι καταγεγραμμένες τιμές από τους μετεωρολογικούς σταθμούς Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και Πλατανιάς, καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, εκτείνονται σε ένα φάσμα βάσει των αναμενόμενων τιμών, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5. Εξαιρέση αποτελούν, οι καταγεγραμμένες και προσομοιωμένες τιμές των μηνών Οκτώβριος, Ιανουάριος και Ιούνιος, όπου οι τιμές βροχόπτωσης αυτών, ξεπερνούν τις μέσες υπερετήσεις τιμές (1958 - 2010).

Πιο συγκεκριμένα, για τον μήνα Ιανουάριο, η υψηλότερη τιμή του Τελικού Πίνακα, αφορά την καταγεγραμμένη τιμή του σταθμού Αλικιανός, ίση με εκατό ογδόντα επτά (187) mm, ενώ η αμέσως επόμενη τιμή, είναι η προσομοιωμένη τιμή του σταθμού Σταλός, η οποία ισούται με εκατό πενήντα δύο κόμμα ένα (152.1) mm. Οι τιμές βροχόπτωσης για τον μήνα Οκτώβριο, εμφανίζονται, επίσης, ιδιαίτερα αυξημένες, σε σύγκριση με τις αναμενόμενες. Ειδικότερα, ο σταθμός Σταλός, παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή βροχόπτωσης, ίση με εκατό εξήντα επτά κόμμα έξι (167.6) mm, ενώ η αμέσως υψηλότερη τιμή, ανήκει στο σταθμό Αλικιανός και ισούται με εκατό σαράντα εννέα κόμμα έξι (149.6) mm. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω τιμές, αναφέρονται σε μία καταγεγραμμένη τιμή βροχόπτωσης και μία προσομοιωμένη τιμή, αντίστοιχα.

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for NOV. 2015

NAME: alikianos CITY: STATE:

ELEV: 70 m LAT: 35° 27' 10" N LONG: 23° 54' 59" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	14.9	15.7	3:30	14.1	00:00	3.5	0.0	9.0	3.2	29.0	9:50	S
2	15.0	16.4	13:30	13.8	2:00	3.3	0.0	0.2	3.9	22.5	13:20	SSE
3	14.7	19.3	12:00	10.6	23:20	3.8	0.1	0.0	5.1	25.7	12:00	S
4	13.9	19.8	13:00	9.6	6:10	4.5	0.2	0.0	5.3	17.7	11:40	S
5	13.7	20.1	12:40	8.2	5:10	5.0	0.3	0.2	5.5	17.7	12:40	S
6	13.3	19.8	13:30	9.4	4:30	2.9	0.1	0.0	5.6	19.3	12:10	S
7												
8												
9	15.6	20.8	14:00	10.5	22:20	1.7	0.4	0.0	7.4	22.5	12:30	S
10	15.6	22.8	11:40	9.6	2:20	3.9	1.1	0.0	6.1	20.9	12:00	S
11	16.5	23.1	13:10	11.3	6:10	3.1	1.2	0.0	5.3	17.7	12:00	S
12	15.8	23.1	13:20	10.6	7:30	3.6	1.1	0.0	5.5	22.5	15:50	S
13	15.8	21.8	12:40	10.3	6:50	3.1	0.8	0.0	4.8	17.7	13:40	S
14	16.4	19.7	16:00	14.7	23:00	0.7	0.1	0.0	2.9	11.3	22:00	SSW
15	15.9	20.5	13:10	11.4	7:40	2.7	0.3	0.0	4.2	20.9	13:20	S
16	14.6	20.0	12:50	10.7	00:00	4.0	0.3	0.0	5.0	19.3	13:40	S
17	14.8	21.2	12:30	9.5	4:10	4.1	0.5	0.0	6.0	25.7	15:40	S
18	15.0	22.1	12:20	9.0	6:10	4.1	0.7	0.0	5.1	17.7	12:50	S
19	15.8	21.9	12:40	11.3	7:40	3.3	0.7	0.0	5.6	20.9	13:30	S
20	15.1	21.6	12:30	9.9	6:00	3.9	0.7	0.0	4.7	17.7	13:00	S
21	17.1	22.1	13:30	10.8	5:10	2.4	1.3	0.0	12.4	45.1	13:00	W
22	19.8	23.2	10:10	15.4	23:00	0.4	1.8	0.0	10.3	40.2	0:10	W
23	18.2	23.8	13:40	12.0	23:30	1.7	1.6	0.0	6.6	27.4	10:30	S
24	16.5	23.1	12:30	11.1	1:30	2.9	1.1	0.0	6.3	29.0	13:40	S
25	17.7	22.1	15:10	13.4	4:30	1.6	0.9	6.0	8.5	57.9	21:20	WSW
26	16.9	20.8	12:00	12.6	22:10	1.8	0.3	2.6	10.9	45.1	1:10	WSW
27	16.7	20.1	13:20	13.8	8:10	1.8	0.1	5.4	10.8	45.1	3:50	WSW
28	16.9	19.4	11:30	14.3	20:50	1.5	0.1	4.8	13.0	51.5	14:20	W
29	15.8	20.1	12:20	12.9	22:30	2.6	0.1	0.4	5.8	33.8	13:20	SSE
30	12.6	16.9	12:10	7.5	00:00	5.6	0.0	33.8	4.2	22.5	14:20	S
	15.7	23.8	23	7.5	30	83.4	15.8	62.4	6.4	57.9	25	S

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Rain: 33.81 ON 30/11/15

Days of Rain: 9 (> .2 mm) 6 (> 2 mm) 1 (> 20 mm)

Εικόνα 72: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Νοέμβριος 2015 [Meteo.gr]

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2015	860,0	616,0	541,2	486,7	585,3
Ιανουάριος	187,0	145,6	153,6	87,7	152,1
Φεβρουάριος	111,2	101,6	90,4	85,4	81,7
Μάρτιος	79,2	108,4	84,8	104,6	61,2
Απρίλιος	20,6	22,0	17,2	12,1	15,3
Μάιος	15,2	6,2	9,2	10,3	10,5
Ιούνιος	39,0	17,2	23,6	21,5	21,2
Ιούλιος	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αύγουστος	10,0	36,0	11,8	24,6	0,5
Σεπτέμβριος	77,4	21,0	24,0	30,0	17,8
Οκτώβριος	149,6	102,2	57,0	35,2	167,6
Νοέμβριος	63,0	15,6	15,4	25,2	14,8
Δεκέμβριος	107,8	40,2	54,2	50,0	42,7

Πίνακας 25: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2015

Για το χρονολογικό έτος **2016**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας οι σταθμοί Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Αλικιανός και Πλατανιάς. Επομένως, η προσομοίωση των τιμών βροχόπτωσης, ανήκει στην Περίπτωση (Case) 6, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τον σταθμό Σταλός. Τέλος στο συγκεκριμένο χρονολογικό έτος, δεν παρατηρούνται κενά, στη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης, για κανέναν από τους τέσσερις (4) προαναφερθέντες σταθμούς.

Τελικος_Pinakas										
5448x10 double										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3957	2016	12	1	736665	1.4000	1.6000	3.4000	2.6000	1.7147	6
3958	2016	12	2	736666	0	0	0	0	0	6
3959	2016	12	3	736667	0	0.2000	0.6000	0.6000	0.3496	6
3960	2016	12	4	736668	0.6000	0.6000	0.8000	0.6000	0.5503	6
3961	2016	12	5	736669	9.2000	28.6000	21.4000	23.4000	14.8783	6
3962	2016	12	6	736670	0	0	0	0	0	6
3963	2016	12	7	736671	2.4000	0.2000	0.8000	1.6000	1.2498	6
3964	2016	12	8	736672	0.6000	0	0.2000	0.4000	0.2669	6
3965	2016	12	9	736673	0	0	0	0	0	6
3966	2016	12	10	736674	0	0	0	0	0	6
3967	2016	12	11	736675	0	0	0	0	0	6
3968	2016	12	12	736676	0.2000	0	0	0	0.0138	6
3969	2016	12	13	736677	7	1	3	2.6000	3.8968	6
3970	2016	12	14	736678	0.2000	0.4000	1.2000	0	0.4646	6
3971	2016	12	15	736679	0	0	0	0	0	6
3972	2016	12	16	736680	0.8000	3.8000	2.2000	2.8000	1.7544	6
3973	2016	12	17	736681	1.4000	1.2000	0.8000	1.4000	0.9530	6
3974	2016	12	18	736682	0	0	0	0	0	6
3975	2016	12	19	736683	0	0	0	0	0	6
3976	2016	12	20	736684	0	0	0	0	0	6
3977	2016	12	21	736685	0.4000	1	0.2000	1.8000	0.6762	6
3978	2016	12	22	736686	11.4000	6.6000	7.8000	6.2000	4.9586	6
3979	2016	12	23	736687	33.6000	0.6000	29.6000	18.2000	0	6
3980	2016	12	24	736688	10.2000	0.8000	10.2000	5.4000	6.3126	6
3981	2016	12	25	736689	0	0	0	0	0	6

Εικόνα 73: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Δεκέμβριος 2016 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Οι καταγεγραμμένες τιμές από τους μετεωρολογικούς σταθμούς Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και Πλατανιάς, καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, εκτείνονται σε ένα φάσμα βάσει των αναμενόμενων τιμών, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5. Εξαιρέση αποτελούν, οι καταγεγραμμένες και προσομοιωμένες τιμές των μηνών Νοέμβριος και Δεκέμβριος, όπου οι τιμές της βροχόπτωσης, αυτών των μηνών, ξεπερνούν τις μέσες υπερετήσιες τιμές (1958 - 2010).

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for DEC. 2016

NAME: Platanias CITY: Platanias STATE: Chania, Crete
 ELEV: 12 m LAT: 35° 31' 01" N LONG: 23° 53' 03" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	10.7	12.4	0:30	7.4	21:10	7.6	0.0	2.6	12.6	53.1	2:40	NNW
2	13.1	17.7	15:30	7.3	4:10	5.2	0.0	0.0	7.6	27.4	11:50	SSE
3	15.8	20.1	11:10	12.7	23:30	2.7	0.2	0.6	6.8	25.7	15:10	S
4	14.6	19.7	11:10	12.3	3:40	3.7	0.1	0.6	4.8	22.5	12:40	SE
5	13.8	15.7	17:10	11.8	5:50	4.5	0.0	23.4	7.1	33.8	15:00	SE
6	13.4	17.3	13:20	9.8	23:30	4.9	0.0	0.0	3.9	16.1	11:30	SE
7	13.8	18.8	15:00	8.9	6:00	4.5	0.0	1.6	5.5	33.8	22:00	NE
8	13.0	15.0	2:10	11.8	23:50	5.1	0.0	0.4	13.7	41.8	2:30	NE
9	10.5	14.8	15:20	6.4	7:40	7.8	0.0	0.0	5.8	19.3	4:10	SE
10	11.4	17.0	15:50	7.6	5:50	6.9	0.0	0.0	4.5	19.3	9:00	SE
11	13.3	18.8	12:30	7.6	7:20	5.0	0.0	0.0	5.8	27.4	16:30	SE
12	16.4	19.6	13:30	14.4	7:10	2.0	0.1	0.0	8.5	41.8	13:30	SSW
13	14.5	16.7	1:20	10.8	23:40	3.8	0.0	2.6	11.4	48.3	21:10	N
14	9.2	12.2	1:20	3.9	23:40	9.1	0.0	0.0	14.2	48.3	1:00	NNE
15	10.3	16.3	14:20	3.4	1:00	8.0	0.0	0.0	5.0	20.9	13:30	SE
16	10.5	13.3	8:40	8.2	4:10	7.8	0.0	2.8	7.1	37.0	00:00	ESE
17	10.4	11.8	2:30	8.3	18:30	7.9	0.0	1.4	14.6	43.5	2:20	NE
18	9.9	12.1	16:40	5.4	23:20	8.3	0.0	0.0	9.3	33.8	2:50	NE
19	8.6	14.2	11:10	3.9	2:10	9.7	0.0	0.0	6.9	20.9	4:00	SE
20	9.1	13.7	14:40	5.2	1:20	9.3	0.0	0.0	5.3	20.9	2:20	SE
21	10.9	13.8	7:40	7.2	2:20	7.4	0.0	1.8	15.3	46.7	17:50	NNE
22	10.0	11.1	11:50	7.8	0:30	8.3	0.0	6.2	21.9	56.3	7:40	N
23	10.5	11.9	17:10	8.4	00:00	7.8	0.0	18.2	20.9	56.3	20:00	NNW
24	12.1	12.8	11:10	8.0	0:10	6.2	0.0	5.4	19.5	53.1	1:20	NNW
25	11.4	14.7	15:10	6.9	20:10	6.9	0.0	0.0	6.3	27.4	3:40	N
26	12.3	14.7	13:50	8.1	4:20	6.0	0.0	0.0	8.0	30.6	7:00	NNE
27	10.7	15.2	12:10	6.0	23:10	7.6	0.0	0.0	4.8	24.1	1:10	SE
28	8.9	13.9	13:10	4.9	23:30	9.4	0.0	20.2	9.2	59.5	15:10	SE
29	7.0	10.4	19:30	4.3	7:00	11.3	0.0	25.0	15.8	74.0	18:00	NNE
30	7.8	9.5	0:50	5.4	00:00	10.5	0.0	11.2	19.5	59.5	1:20	NNE
31	6.6	10.6	13:40	1.7	22:20	11.7	0.0	0.6	7.7	40.2	4:00	SE
<hr/>												
	11.3	20.1	3	1.7	31	216.9	0.4	124.6	10.0	74.0	29	SE

Max >= 32.0: 0

Max <= 0.0: 0

Min <= 0.0: 0

Min <= -18.0: 0

Max Rain: 24.99 ON 29/12/16

Days of Rain: 17 (> .2 mm) 10 (> 2 mm) 3 (> 20 mm)

Εικόνα 74: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Πλατανιάς, Δεκέμβριος 2016 [Meteo.gr]

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2016	563,8	461,4	509,4	434,0	375,4
Ιανουάριος	64,6	45,4	55,8	54,6	32,5
Φεβρουάριος	26,2	21,8	19,8	21,4	14,5
Μάρτιος	36,0	37,0	37,8	26,4	27,4
Απρίλιος	1,0	3,0	1,8	1,6	1,1
Μάιος	15,6	21,4	15,6	14,0	12,7
Ιούνιος	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ιούλιος	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αύγουστος	52,2	0,0	0,0	0,2	0,0
Σεπτέμβριος	22,2	10,8	18,0	16,4	9,2
Οκτώβριος	83,2	58,0	99,8	98,2	81,6
Νοέμβριος	108,0	105,8	107,4	76,6	117,0
Δεκέμβριος	154,8	158,2	153,4	124,6	79,3

Πίνακας 26: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2016

Για το χρονολογικό έτος **2017**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας οι σταθμοί Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Αλικιανός και Πλατανιάς. Επομένως, η προσομοίωση των τιμών βροχόπτωσης, ανήκει στην Περίπτωση (Case) 6, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τον σταθμό Σταλός. Τέλος στο συγκεκριμένο χρονολογικό έτος, παρατηρούνται κενά, στη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης, σε ορισμένους από τους τέσσερις (4) προαναφερθέντες σταθμούς.

Πιο συγκεκριμένα, για τις ημερομηνίες 01/09/2017 και 02/09/2017, παρατηρείται κενό στη χρονοσειρά των δεδομένων των σταθμών Αλικιανός και Πλατανιάς. Επιπλέον, για τις ημερομηνίες 03/09/2017 έως και 14/09/2017, ο σταθμός Πλατανιάς παρουσιάζει κενό στις καταγεγραμμένες τιμές του. Με βάση αυτά, η προσομοίωση των τιμών βροχόπτωσης για τα δύο παραπάνω χρονικά πλαίσια, γίνεται με βάση τις Περιπτώσεις (Cases) 22 και 14, αντίστοιχα

Telikos_Pinakas											
5448x10 double											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4230	2017	8	31	736938	0	0	0	0	0	0	6
4231	2017	9	1	736939	0	0	0	0.0180	0	22	
4232	2017	9	2	736940	0	0	0	0.0180	0	22	
4233	2017	9	3	736941	0	0	0	0	0.0800	14	
4234	2017	9	4	736942	0	0	0	0	0.0800	14	
4235	2017	9	5	736943	0	0	0	0	0.0800	14	
4236	2017	9	6	736944	0	0	0	0	0.0800	14	
4237	2017	9	7	736945	0	0	0	0	0.0800	14	
4238	2017	9	8	736946	0	0	0	0	0.0800	14	
4239	2017	9	9	736947	0	0	0	0	0.0800	14	
4240	2017	9	10	736948	0	0	0	0	0.0800	14	
4241	2017	9	11	736949	0	0	0	0	0.0800	14	
4242	2017	9	12	736950	0	0	0	0	0.0800	14	
4243	2017	9	13	736951	0	0	0	0	0.0800	14	
4244	2017	9	14	736952	0	0	0	0	0.0800	14	
4245	2017	9	15	736953	0	0	0	0	0	6	
4246	2017	9	16	736954	0	0	0	0	0	6	
4247	2017	9	17	736955	0	0	0	0	0	6	
4248	2017	9	18	736956	0	0	0	0	0	6	
4249	2017	9	19	736957	0	0	0	0	0	6	
4250	2017	9	20	736958	0	0	0	0	0	6	
4251	2017	9	21	736959	0	0	0	0	0	6	
4252	2017	9	22	736960	0	0	0	0	0	6	
4253	2017	9	23	736961	0	0	0	0	0	6	
4254	2017	9	24	736962	0	0	0	0	0	6	

Εικόνα 75: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Σεπτέμβριος 2017 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Οι καταγεγραμμένες τιμές από τους μετεωρολογικούς σταθμούς Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και Πλατανιάς, καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, εκτείνονται σε ένα φάσμα βάσει των αναμενόμενων τιμών, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5.

Εξαίρεση αποτελούν, οι καταγεγραμμένες και προσομοιωμένες τιμές του Μαΐου, όπου οι τιμές της βροχόπτωσης, ξεπερνούν σημαντικά τις μέσες υπερετήσιες τιμές (1958 - 2010) και χαρακτηρίζεται από τους πιο βροχερούς μήνες, του συγκεκριμένου έτους.

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for MAY. 2017

NAME: alikianos CITY: STATE:
ELEV: 70 m LAT: 35° 27' 10" N LONG: 23° 54' 59" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	18.4	21.9	15:30	13.7	00:00	0.9	0.9	0.0	5.0	25.7	14:00	NE
2	18.4	24.6	17:30	12.3	7:10	2.2	2.3	0.0	6.0	24.1	12:10	S
3	18.9	24.7	15:40	12.4	6:30	1.9	2.4	0.0	6.3	24.1	13:20	S
4	19.8	26.1	14:20	13.4	6:30	1.6	3.1	0.0	7.6	32.2	19:10	S
5	20.1	25.7	18:00	11.6	4:20	1.7	3.6	0.0	10.1	37.0	11:10	S
6	24.1	28.0	13:00	18.2	1:20	0.0	5.8	0.0	12.1	56.3	17:00	NW
7	24.1	31.2	18:00	14.9	6:10	0.6	6.3	0.0	10.9	53.1	15:10	NW
8	25.6	32.7	15:50	17.4	00:00	0.0	7.2	0.0	11.1	51.5	11:10	W
9	19.4	24.3	13:20	14.4	6:40	1.0	2.1	0.0	12.2	49.9	13:20	NW
10	19.3	23.3	14:40	14.6	6:40	0.7	1.7	0.0	10.8	35.4	13:50	NW
11	18.9	24.7	16:00	12.2	4:10	1.8	2.4	0.0	6.8	22.5	12:20	SSE
12	22.2	33.5	17:10	13.8	5:30	1.2	4.9	0.0	6.0	37.0	17:20	NE
13	30.8	36.7	15:40	18.3	1:40	0.0	12.5	0.0	11.6	43.5	10:00	W
14	29.1	34.9	12:40	20.1	00:00	0.0	10.7	0.0	7.7	30.6	4:20	NW
15	21.4	27.6	12:30	14.8	6:20	0.6	3.7	0.0	7.2	32.2	14:30	NE
16	18.5	23.9	10:50	14.2	6:00	1.2	1.4	0.0	5.6	29.0	13:20	ENE
17	16.2	21.2	10:00	12.7	4:20	2.5	0.3	40.8	3.9	30.6	17:20	S
18	16.2	18.4	15:00	14.3	6:50	2.2	0.0	48.4	7.1	37.0	21:10	S
19	17.9	21.3	18:00	12.6	23:20	1.1	0.7	0.0	10.9	37.0	5:00	NE
20	19.0	25.2	14:10	11.6	6:50	1.9	2.7	0.0	8.2	37.0	19:20	S
21	20.8	26.0	14:20	13.9	6:40	0.3	2.8	0.0	12.9	49.9	15:40	W
22	18.1	20.6	14:50	13.1	00:00	0.8	0.6	7.8	9.8	33.8	5:20	NE
23	19.1	24.9	16:30	12.4	2:30	1.9	2.7	0.0	6.9	20.9	12:10	S
24	19.8	26.5	11:30	13.0	5:40	1.5	3.0	0.0	6.3	27.4	17:10	S
25	20.8	26.3	16:10	14.6	3:40	1.0	3.5	0.0	10.3	41.8	14:40	S
26	19.6	25.7	14:20	14.1	6:20	1.1	2.4	0.0	8.2	41.8	15:20	N
27	17.4	21.1	15:50	13.5	8:30	1.7	0.8	10.6	6.1	25.7	12:20	N
28	16.8	20.9	12:00	13.1	5:30	2.0	0.4	11.6	5.5	32.2	12:30	S
29	17.2	19.0	17:30	14.7	00:00	1.2	0.1	2.4	4.2	20.9	7:30	NE
30	19.3	24.2	16:50	14.3	0:30	1.2	2.2	0.0	6.1	24.1	13:30	S
31	20.6	27.1	14:30	13.2	6:00	1.6	3.8	0.0	7.6	25.7	14:50	S
	20.3	36.7	13	11.6	5	37.3	96.9	121.6	8.1	56.3	6	S

Max >= 32.0: 4
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 0
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 48.41 ON 18/05/17
Days of Rain: 6 (> .2 mm) 6 (> 2 mm) 2 (> 20 mm)

Εικόνα 76: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Μάιος 2017 [Meteo.gr]

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2017	788,0	569,4	773,2	717,0	495,8
Ιανουάριος	145,8	144,6	134,0	117,8	86,4
Φεβρουάριος	41,0	94,4	100,4	86,0	10,0
Μάρτιος	128,8	122,0	74,6	60,8	56,5
Απρίλιος	10,2	14,6	25,0	14,0	9,1
Μάιος	121,6	37,0	73,0	23,8	37,8
Ιούνιος	4,4	6,4	3,8	2,4	2,7
Ιούλιος	1,8	0,0	0,0	0,2	0,3
Αύγουστος	0,6	0,0	0,0	0,0	0,1
Σεπτέμβριος	46,2	14,2	51,4	67,4	124,1
Οκτώβριος	64,8	54,6	203,8	253,0	87,6
Νοέμβριος	44,2	32,0	35,4	38,8	25,9
Δεκέμβριος	178,6	49,6	71,8	52,8	55,3

Πίνακας 27: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2017

Για το χρονολογικό έτος **2018**, από τους πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς που μελετώνται, βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας οι σταθμοί Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Αλικιανός και Πλατανιάς, έως τις 31/10/2018, καθώς από την 01/11/2018, ξεκινά η λειτουργία του σταθμού Σταλός. Επομένως, η προσομοίωση των τιμών βροχόπτωσης, ανήκει στην Περίπτωση (Case) 6, όπου το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τον σταθμό Σταλός. Το παραπάνω ισχύει για τις ημερομηνίες, έως και τις 31/10/2018, ενώ από την 01/11/2018, και οι πέντε (5) μετεωρολογικοί σταθμοί που μελετώνται, βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας. Τέλος στο συγκεκριμένο χρονολογικό έτος, παρατηρούνται κενά, στη χρονοσειρά των δεδομένων βροχόπτωσης, σε ορισμένους από τους πέντε (5) προαναφερθέντες σταθμούς.

Πιο αναλυτικά, για τις ημερομηνίες καταγραφής, από 31/03/2018 έως και 05/04/2018, καθώς και από 10/05/2018 έως και 13/05/2018, παρατηρείται κενό στα δεδομένα καταγραφής του σταθμού Αλικιανός, επομένως η προσομοίωση των δεδομένων γίνεται βάσει της Περίπτωσης (Case) 11.

Telikos_Pinakas											
5448x10 double											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4443	2018	4	1	737151	0.2969	0	0	0	0.1795	11	
4444	2018	4	2	737152	0.2969	0	0	0	0.1795	11	
4445	2018	4	3	737153	0.2969	0	0	0	0.1795	11	
4446	2018	4	4	737154	0.2969	0	0	0	0.1795	11	
4447	2018	4	5	737155	0.2969	0	0	0	0.1795	11	
4448	2018	4	6	737156	0	0	0	0	0	6	
4449	2018	4	7	737157	5.8000	0.6000	0.4000	7.2000	2.1386	6	
4450	2018	4	8	737158	0	0	0	0	0	6	
4451	2018	4	9	737159	0	0	0	0	0	6	
4452	2018	4	10	737160	0	0.2000	0	0	0	6	
4453	2018	4	11	737161	0	0.2000	0	0.2000	0.0421	6	
4454	2018	4	12	737162	0	0.2000	0	0	0	6	
4455	2018	4	13	737163	0.2000	0	0	0	0.0138	6	
4456	2018	4	14	737164	0.2000	0.2000	0	0	0.0108	6	
4457	2018	4	15	737165	0	0	0	0	0	6	
4458	2018	4	16	737166	0	0	0	0	0	6	
4459	2018	4	17	737167	0	0	0	0	0	6	
4460	2018	4	18	737168	0	0	0	0	0	6	
4461	2018	4	19	737169	0	0.2000	0	0	0	6	
4462	2018	4	20	737170	0	0	0	0	0	6	
4463	2018	4	21	737171	0	0	0	0	0	6	
4464	2018	4	22	737172	0	0	0	0	0	6	
4465	2018	4	23	737173	0	0	0	0	0	6	
4466	2018	4	24	737174	0	0	0	0	0	6	
4467	2018	4	25	737175	0	0	0	0	0	6	

Εικόνα 77: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Απρίλιος 2018 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Οι καταγεγραμμένες τιμές από τους μετεωρολογικούς σταθμούς Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και Σταλός, καθώς και οι προσομοιωμένες τιμές του μοντέλου, εκτείνονται σε ένα φάσμα βάσει των αναμενόμενων τιμών, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5.

Εξαίρεση αποτελούν, οι καταγεγραμμένες και προσομοιωμένες τιμές των μηνών Αύγουστος, Σεπτέμβριος, Νοέμβριος και Δεκέμβριος, όπου οι τιμές της βροχόπτωσης, αυτών των μηνών, ξεπερνούν τις μέσες υπερετήσιες τιμές (1958 - 2010).

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for MAY. 2018												
NAME: alikianos		CITY:		STATE:								
ELEV: 70 m		LAT: 35° 27' 10" N		LONG: 23° 54' 59" E								
TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)												
DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	19.5	26.1	14:50	13.1	6:50	1.4	2.7	0.0	5.1	24.1	14:00	SSE
2	19.8	25.3	10:50	13.3	4:30	1.3	2.8	0.0	5.0	22.5	11:00	SSE
3	21.8	31.9	14:00	16.4	6:30	0.3	3.9	0.0	6.6	35.4	14:40	NNE
4	19.8	23.3	14:20	17.4	6:40	0.1	1.6	0.0	13.2	41.8	15:40	WNW
5	19.6	23.1	15:20	14.7	00:00	0.3	1.6	0.0	13.7	45.1	17:10	WNW
6	19.0	23.7	13:10	13.6	5:00	1.2	1.9	0.0	12.9	45.1	14:40	WNW
7	18.2	19.8	16:40	15.2	00:00	0.6	0.4	24.8	8.4	41.8	8:30	NNE
8	19.1	23.9	14:20	14.1	1:30	1.3	2.0	0.0	5.0	22.5	14:20	SSE
9	15.7	22.8	10:50	12.7	7:10	1.4	0.2	0.0	2.9	14.5	10:50	SSE
10												
11												
12												
13												
14	24.1	27.2	15:50	17.2	23:30	0.1	2.8	0.0	10.1	32.2	16:10	WNW
15	25.1	30.6	14:40	13.8	7:00	0.1	4.9	0.0	3.9	25.7	15:10	NNE
16	22.6	29.8	13:50	14.7	6:10	0.5	4.8	0.0	4.5	22.5	14:00	SSE
17	23.0	30.7	12:10	15.8	6:40	0.3	5.0	0.0	5.0	27.4	13:00	SSE
18	22.4	27.6	13:00	16.0	4:50	0.2	4.3	0.0	3.7	16.1	14:20	SSE
19	25.7	33.1	15:30	19.5	7:20	0.0	7.3	0.0	7.2	46.7	12:50	S
20	21.3	25.3	18:40	16.7	5:00	0.1	3.1	0.0	3.5	29.0	11:30	NNE
21	21.1	25.4	11:50	17.3	4:50	0.1	2.8	0.0	4.0	25.7	12:20	SSE
22	20.8	25.3	15:10	16.6	6:20	0.3	2.7	0.0	4.2	20.9	14:10	SE
23	21.2	26.1	13:10	16.1	6:30	0.4	3.3	0.0	4.2	24.1	15:40	S
24	21.1	26.0	14:20	14.3	6:20	0.6	3.4	0.0	10.1	41.8	15:10	WNW
25	20.9	25.5	13:20	15.5	4:20	0.6	3.2	0.0	5.3	25.7	15:40	NNE
26	20.7	24.2	13:00	16.1	5:30	0.3	2.7	0.0	5.6	33.8	13:30	SSE
27	21.2	23.5	11:00	18.6	4:00	0.0	2.8	0.0	7.7	32.2	8:40	NE
28	21.3	24.4	17:20	16.1	00:00	0.1	3.1	0.0	6.8	38.6	12:20	NNE
29	20.7	25.3	17:00	14.2	6:40	0.8	3.2	0.0	6.4	30.6	12:10	NE
30	21.3	26.6	17:50	14.5	4:40	0.7	3.7	0.0	5.0	30.6	12:40	ENE
31	21.5	26.4	15:40	15.7	6:30	0.5	3.7	0.0	6.6	29.0	12:00	SE
	21.0	33.1	19	12.7	9	13.6	83.7	24.8	6.5	46.7	19	NNE
Max >= 32.0: 1												
Max <= 0.0: 0												
Min <= 0.0: 0												
Min <= -18.0: 0												
Max Rain: 24.79 ON 07/05/18												
Days of Rain: 1 (> .2 mm) 1 (> 2 mm) 1 (> 20 mm)												

Εικόνα 78: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Μάιος 2018 [Meteo.gr]

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2018	882,8	556,0	613,8	488,2	638,7
Ιανουάριος	59,2	27,4	29,2	34,0	28,3
Φεβρουάριος	99,2	53,6	66,0	54,6	52,5
Μάρτιος	20,7	11,4	24,8	23,8	22,1
Απρίλιος	8,1	1,6	0,6	7,6	3,3
Μάιος	26,0	17,6	18,8	25,2	19,0
Ιούνιος	3,0	0,8	0,8	3,0	1,3
Ιούλιος	0,2	2,8	2,2	0,0	0,7
Αύγουστος	97,8	56,0	83,4	57,0	123,4
Σεπτέμβριος	112,6	124,0	101,0	63,2	95,8
Οκτώβριος	67,2	36,0	38,0	23,8	18,0
Νοέμβριος	180,6	107,6	146,6	96,2	175,8
Δεκέμβριος	208,2	117,2	102,4	99,8	98,6

Πίνακας 28: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2018

Για το χρονολογικό έτος **2019**, και οι πέντε (5) μετεωρολογικοί σταθμοί που μελετώνται, βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας. Τα αποτελέσματα, δίνουν για τον μήνα Ιανουάριο, τιμή βροχόπτωσης που αγγίζει τα επτακόσια (700) mm, (ακριβέστερα 692.3mm), για τον σταθμό Αλικιανός. Η τιμή αυτή, χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα υψηλή για τα δεδομένα της περιοχής, ακόμα και για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Η δύο (2) σημαντικά υψηλές τιμές, παρατηρούνται την πρώτη (1^η) και τη δεύτερη (2^η) ημέρα του μήνα, διακόσια δέκα τέσσερα κόμμα οκτώ (214.8) mm και εκατό ενενήντα τρία κόμμα πέντε (193.5) mm, αντίστοιχα. Η προσομοίωση των τιμών αυτών, ανήκει στην Περίπτωση (Case) 2, κατά την οποία το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τον σταθμό Αλικιανός.

Telikos_Pinakas										
5448x10 double										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4718	2019	1	1	737426	214.7566	23.6000	23.2000	102.6000	67	2
4719	2019	1	2	737427	193.5150	38.8000	38	7	15.4000	2
4720	2019	1	3	737428	8.5959	3.6000	5.6000	4.2000	3.8000	2
4721	2019	1	4	737429	23.9935	7	10.8000	9.2000	9.8000	2
4722	2019	1	5	737430	20.5070	13.4000	11.2000	9.8000	9.8000	2
4723	2019	1	6	737431	1.7624	2	1.8000	0.2000	1	2
4724	2019	1	7	737432	25.5140	13	13.4000	8	11.4000	2
4725	2019	1	8	737433	12.0254	5	8.4000	3	5.4000	2
4726	2019	1	9	737434	3.1577	1	3	2.2000	2.2000	2
4727	2019	1	10	737435	7.6499	1.4000	4.6000	4.4000	6.2000	2
4728	2019	1	11	737436	0	0.2000	0	0	0	1
4729	2019	1	12	737437	1.8000	2	3.2000	1.4000	2.2000	1
4730	2019	1	13	737438	38.4000	21.4000	28.8000	25	15.2000	1
4731	2019	1	14	737439	7	1.8000	5.2000	4.8000	4.8000	1
4732	2019	1	15	737440	42.6000	7.6000	17.6000	9.4000	12	1
4733	2019	1	16	737441	0.6000	1.4000	4.2000	0.2000	0.2000	1
4734	2019	1	17	737442	0	0	0	0	0	1
4735	2019	1	18	737443	0	0	0	0	0	1
4736	2019	1	19	737444	0	0	0	0	0	1
4737	2019	1	20	737445	10.2000	1.6000	3.8000	7.4000	4.6000	1
4738	2019	1	21	737446	4.8000	0.8000	2.2000	2.8000	2.4000	1
4739	2019	1	22	737447	0	0	0	0	0	1
4740	2019	1	23	737448	0.2000	0	0	0	0	1
4741	2019	1	24	737449	22.8000	4	12.4000	10.2000	12.4000	1
4742	2019	1	25	737450	26.8000	3	10	9.2000	7	1

Εικόνα 79: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Ιανουάριος 2019 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Με βάση τα καταγεγραμμένα δεδομένα βροχόπτωσης για τον Αλικιανό, παρατηρείται ότι το μηνιαίο άθροισμα για τον Ιανουάριο του 2019, έχει τιμή εκατό ογδόντα κόμμα οκτώ (180.8) mm. Η σημαντική απόκλιση μεταξύ των δύο τιμών, δηλαδή του μοντέλου και της καταγεγραμμένης τιμής των δεδομένων, οφείλεται κυρίως, στο γεγονός ότι, δεν πραγματοποιήθηκε καταγραφή τιμών βροχόπτωσης, για τις πρώτες δέκα (10) ημέρες του μήνα, δηλαδή του χρονικού πλαισίου όπου προσομοιώθηκε από το μοντέλο, τιμή συνολικής βροχόπτωσης, άνω των πεντακοσίων (500) mm. Η απώλεια των δεδομένων αυτών, προκλήθηκε πιθανότητα από βλάβη ή και μερική καταστροφή του οργάνου, λόγω της ισχυρής κακοκαιρίας που επικράτησε στην περιοχή.

Η συνολική μηνιαία τιμή βροχόπτωσης που προσομοιώνει το μοντέλο είναι εξακόσια ενενήντα δύο κόμμα τρία (692.3) mm, η οποία είναι πολύ πιθανό να είναι ακριβής, εάν συνυπολογίσουμε τα δεδομένα των καταγεγραμμένων τιμών και τα αποτελέσματα του μοντέλου, τα οποία έχουν υπολογιστεί με σχετικά υψηλή ακρίβεια, βάσει των υπολογισμένων συντελεστών συσχέτισης.

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for JAN. 2019

NAME: alikianos CITY: STATE:
ELEV: 70 m LAT: 35° 27' 10" N LONG: 23° 54' 59" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11	14.8	15.9	16:40	12.8	21:30	1.1	0.0	0.0	9.8	45.1	22:40	SSW
12	12.6	18.7	15:50	7.3	7:40	5.7	0.0	1.8	4.7	35.4	0:20	S
13	10.3	12.9	15:10	7.8	0:10	8.1	0.0	38.4	5.3	40.2	21:40	NNE
14	10.8	14.3	12:20	8.4	8:20	7.6	0.0	7.0	6.8	27.4	0:10	SSW
15	8.7	13.5	3:40	5.2	22:30	9.6	0.0	42.6	8.0	70.8	5:20	SSE
16	7.1	9.0	11:30	4.9	4:40	5.5	0.0	0.6	18.2	53.1	4:30	NNW
17	11.6	15.1	13:50	6.9	23:10	4.2	0.0	0.0	11.3	35.4	9:50	SE
18	9.9	16.1	12:30	5.6	6:30	8.2	0.0	0.0	9.8	41.8	15:00	SE
19	9.9	16.3	14:00	6.3	2:50	8.4	0.0	0.0	4.2	22.5	14:30	SE
20	10.7	14.7	15:20	7.3	0:10	7.6	0.0	10.2	2.3	14.5	4:00	SSE
21	11.0	16.7	14:20	7.5	00:00	7.3	0.0	4.8	4.0	19.3	13:00	SSE
22	11.4	18.2	14:20	6.6	8:20	6.9	0.0	0.0	4.2	24.1	14:50	SSE
23	15.6	19.7	13:00	7.7	0:40	2.9	0.1	0.2	11.7	70.8	16:30	SSW
24	11.9	15.2	00:00	8.8	3:30	6.4	0.0	22.8	8.9	48.3	22:00	SW
25	14.3	17.3	10:40	10.0	23:50	4.0	0.0	26.8	18.0	64.4	11:50	SSW
26	11.4	15.3	15:10	8.4	22:40	6.9	0.0	8.2	8.4	40.2	5:40	SW
27	11.4	14.8	12:30	8.9	23:00	6.9	0.0	0.8	5.3	41.8	14:20	SSW
28	12.7	16.5	12:30	9.2	0:10	5.4	0.0	0.0	7.9	40.2	22:00	SE
29	14.1	19.0	11:50	7.9	6:10	4.3	0.0	2.6	9.2	54.7	14:04	N
30	11.8	14.1	14:30	9.9	1:50	6.5	0.0	3.8	9.0	33.8	14:40	SSW
31	12.7	15.7	14:40	9.3	23:50	5.7	0.0	10.2	12.6	61.2	10:40	SW
<hr/>												
	11.7	19.7	23	4.9	16	129.2	0.1	180.8	8.5	70.8	15	SSW

Max >= 32.0: 0
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 0
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 42.60 ON 15/01/19
Days of Rain: 15 (> .2 mm) 11 (> 2 mm) 4 (> 20 mm)

Εικόνα 80: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Ιανουάριος 2019 [Meteo.gr]

Τα παραπάνω ακραία καιρικά φαινόμενα συνεχίστηκαν και τον μήνα Φεβρουάριο, καθώς έπληξαν την ευρύτερη περιοχή, οι κακοκαιρίες “Χίονη” και “Ωκεανίδα”, έχοντας καταστροφικά αποτελέσματα, με φαινόμενα πλημμυρών, σοβαρές υλικές καταστροφές και απώλειες ανθρώπινων ζωών. Στον τελικό Πίνακα των αποτελεσμάτων του μοντέλου, οι τιμές βροχόπτωσης του μήνα, εμφανίζονται σημαντικά υψηλές, με τη μεγαλύτερη τιμή να καταγράφεται στον σταθμό Αλικιανός (568.8mm) και την αμέσως υψηλότερη τιμή στον σταθμό Χανιά (360mm).

Αντίθετα, όμως, με τον προηγούμενο μήνα, Ιανουάριο, κατά τη διάρκεια του Φεβρουαρίου, δεν υπήρξαν απώλειες στα δεδομένα των καταγεγραμμένων τιμών βροχόπτωσης, επομένως το μοντέλο δεν χρειάστηκε να προσομοιώσει ή να συμπληρώσει τη χρονοσειρά δεδομένων, σε κανέναν από τους εξεταζόμενους μετεωρολογικούς σταθμούς.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4749	2019	2	1	737457	0	0	0	0	0	1
4750	2019	2	2	737458	0	0	0	0	0	1
4751	2019	2	3	737459	0	0	0	0	0	1
4752	2019	2	4	737460	0	0	0	0	0	1
4753	2019	2	5	737461	8	10.4000	7.2000	6	4.2000	1
4754	2019	2	6	737462	9	5	4.8000	3.6000	4.4000	1
4755	2019	2	7	737463	32.2000	40.6000	27.6000	23.4000	22	1
4756	2019	2	8	737464	0.2000	0	0	0.2000	0.4000	1
4757	2019	2	9	737465	0	0	1.4000	0.2000	0.8000	1
4758	2019	2	10	737466	0	0	0	0	0	1
4759	2019	2	11	737467	0	0	0	0	0	1
4760	2019	2	12	737468	12.4000	6.2000	5.6000	4.8000	4.8000	1
4761	2019	2	13	737469	126.2000	60.4000	65.8000	52	51	1
4762	2019	2	14	737470	55.2000	61.6000	54.4000	36.2000	42.6000	1
4763	2019	2	15	737471	8.2000	4.2000	2.8000	2.2000	3.4000	1
4764	2019	2	16	737472	12	5.4000	8.4000	4.2000	3.2000	1
4765	2019	2	17	737473	37.2000	5.4000	6.8000	0.2000	2	1
4766	2019	2	18	737474	0	0	0	0	0	1
4767	2019	2	19	737475	0	0	0	0	0	1
4768	2019	2	20	737476	0	0	0	0	0	1
4769	2019	2	21	737477	0	0	0	0	0	1
4770	2019	2	22	737478	0	0.2000	0	0	0	1
4771	2019	2	23	737479	2.4000	4	3.2000	0.4000	1	1
4772	2019	2	24	737480	115	46	64.4000	54.6000	31.2000	1
4773	2019	2	25	737481	143.4000	102.8000	87.6000	55	38.4000	1

Εικόνα 81: Πίνακας Δεδομένων Βροχόπτωσης, Φεβρουάριος 2019 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

NAME: alikianos CITY: STATE:
ELEV: 70 m LAT: 35° 27' 10" N LONG: 23° 54' 59" E

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	HEAT DEG DAYS	COOL DEG DAYS	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
1	11.9	17.8	12:20	6.2	1:40	6.4	0.0	0.0	6.6	25.7	2:10	SE
2	11.9	19.8	13:50	5.7	3:40	6.6	0.1	0.0	4.8	17.7	5:10	SE
3	14.1	24.0	14:00	8.3	8:10	5.1	0.8	0.0	7.6	37.0	13:10	SE
4	12.1	18.4	15:30	7.7	4:00	6.3	0.0	0.0	4.2	17.7	13:30	SE
5	11.9	19.7	12:20	6.2	7:10	6.4	0.1	8.0	8.2	61.2	21:50	SE
6	9.3	12.2	15:10	7.4	22:50	9.1	0.0	9.0	1.1	25.7	0:10	SSE
7	9.4	12.4	10:20	6.6	7:50	8.9	0.0	32.2	4.0	35.4	21:00	NNE
8	10.0	12.9	14:50	5.3	23:20	8.3	0.0	0.2	4.7	33.8	1:00	NNE
9	8.7	13.6	16:00	5.2	3:30	9.6	0.0	0.0	3.1	19.3	13:40	SSE
10	10.9	15.7	12:40	6.1	0:40	7.4	0.0	0.0	5.6	29.0	12:20	N
11	14.2	18.4	13:50	7.9	23:50	4.2	0.0	0.0	11.9	43.5	15:50	SW
12	12.4	16.8	10:20	6.8	2:30	5.9	0.0	12.4	10.1	43.5	10:20	SE
13	9.4	10.2	23:30	8.9	7:00	8.9	0.0	126.2	8.9	53.1	23:00	S
14	9.9	11.5	9:10	6.8	4:00	8.4	0.0	55.2	19.6	69.2	9:30	NNE
15	9.2	10.7	0:10	7.2	13:20	9.2	0.0	8.2	13.8	53.1	12:40	NNE
16	9.9	11.2	23:00	8.3	2:40	8.4	0.0	12.0	16.6	51.5	17:40	NNE
17	9.0	10.9	0:10	8.2	5:30	9.3	0.0	37.2	4.3	37.0	1:00	SSE
18	9.4	13.7	13:00	6.1	23:40	8.9	0.0	0.0	2.9	14.5	13:10	SSE
19	10.1	16.4	13:40	5.1	7:00	8.3	0.0	0.0	5.0	29.0	13:40	SSE
20	10.9	16.8	13:00	6.9	5:50	7.4	0.0	0.0	8.0	32.2	12:20	SE
21	10.9	16.9	13:50	6.4	6:10	7.4	0.0	0.0	6.4	19.3	1:00	SE
22	11.1	16.7	12:50	6.4	4:30	7.3	0.0	0.0	4.7	29.0	16:30	SSE
23	11.6	16.8	11:20	7.6	0:50	6.8	0.0	2.4	6.3	51.5	12:50	SSE
24	9.3	11.2	15:40	7.7	19:00	9.1	0.0	115.0	6.4	49.9	16:20	NE
25	9.8	11.2	23:30	7.5	12:20	8.6	0.0	143.4	19.8	77.2	22:20	NNE
26	9.8	12.5	22:10	6.0	16:40	8.5	0.0	5.4	5.5	66.0	0:20	NNE
27	9.8	11.7	7:10	7.4	23:30	8.5	0.0	2.0	2.7	38.6	19:30	E
28	10.6	12.6	6:40	7.4	0:10	3.2	0.0	0.0	6.9	37.0	0:40	E
<hr/>												
	10.6	24.0	3	5.1	19	212.4	0.9	568.8	7.5	77.2	25	SE
<hr/>												
Max >= 32.0: 0												
Max <= 0.0: 0												
Min <= 0.0: 0												
Min <= -18.0: 0												
Max Rain: 143.41 ON 25/02/19												
Days of Rain: 15 (> .2 mm) 14 (> 2 mm) 6 (> 20 mm)												

Εικόνα 82: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Αλικιανός, Φεβρουάριος 2019 [Meteo.gr]

Άξιες αναφοράς, όμως, είναι οι τιμές των ημερών 13/02/2019 και 25/02/2019, κατά τις οποίες στους σταθμούς Αλικιανός και Χανιά, σημειώθηκαν καταγραφές άνω των διακοσίων (200) mm, για την εκάστοτε ημερομηνία.

Τα αποτελέσματα των υπολοίπων μηνών, του χρονολογικού έτους 2019, κινούνται στα πλαίσια των αναμενόμενων τιμών βροχόπτωσης, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5, για την εκάστοτε χρονική περίοδο και βάσει των καταγεγραμμένων τιμών βροχόπτωσης των σταθμών.

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2019	1910,5	998,6	1007,2	958,6	732,6
Ιανουάριος	692,3	165,2	223,6	238,6	206,0
Φεβρουάριος	568,8	360,0	345,4	247,2	212,0
Μάρτιος	140,2	83,2	86,0	74,0	62,2
Απρίλιος	39,4	26,8	29,4	27,4	19,4
Μάιος	1,6	16,0	10,0	13,2	11,4
Ιούνιος	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Ιούλιος	30,8	18,0	24,0	23,6	20,4
Αύγουστος	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σεπτέμβριος	1,4	0,6	0,0	0,0	0,0
Οκτώβριος	15,8	33,4	17,2	26,0	17,2
Νοέμβριος	190,8	153,4	141,4	164,6	91,8
Δεκέμβριος	229,4	141,8	130,2	144,0	92,2

Πίνακας 29: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2019

Για το χρονολογικό έτος **2020**, και οι πέντε (5) μετεωρολογικοί σταθμοί που μελετώνται, βρίσκονται σε κατάσταση λειτουργίας. Παρατηρούνται βάσει των δεδομένων, όμως, ότι για τις ημερομηνίες 21/03/2020 έως και 01/04/2020, δεν υπάρχουν καταγεγραμμένες τιμές βροχόπτωσης στον σταθμό Χανιά. Οι τιμές αυτές επομένως, συμπληρώνονται από το μοντέλο. Η προσομοίωση των τιμών αυτών, ανήκει στην Περίπτωση (Case) 3, όπου κατά την συγκεκριμένη περίπτωση, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τον σταθμό Χανιά.

Telikos_Pinakas										
5448x10 double										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5151	2020	3	9	737859	31.8000	27.8000	20.8000	20	16.8000	1
5152	2020	3	10	737860	0	0	0	0.6000	0	1
5153	2020	3	11	737861	0	0	0	0	0	1
5154	2020	3	12	737862	0	0	0	0	0	1
5155	2020	3	13	737863	0	0	0	0	0	1
5156	2020	3	14	737864	0	0	0	0	0	1
5157	2020	3	15	737865	0	0	0	0	0	1
5158	2020	3	16	737866	11	1.2000	0.8000	1.6000	1.2000	1
5159	2020	3	17	737867	0	0	0	0	0	1
5160	2020	3	18	737868	0	0	0	0	0	1
5161	2020	3	19	737869	0	0	0	0	0	1
5162	2020	3	20	737870	0	0	0	0	0	1
5163	2020	3	21	737871	0	0.0294	0	0	0	3
5164	2020	3	22	737872	0	0.0294	0	0	0	3
5165	2020	3	23	737873	0	0.0294	0	0	0	3
5166	2020	3	24	737874	0	0.0448	0	0	0.2000	3
5167	2020	3	25	737875	2.6000	0.3910	0.4000	3.6000	1	3
5168	2020	3	26	737876	21.2000	11.9674	11.6000	15.4000	12	3
5169	2020	3	27	737877	5.2000	2.7570	2.8000	2.8000	2	3
5170	2020	3	28	737878	0	0.0294	0	0	0	3
5171	2020	3	29	737879	0	0.0294	0	0	0	3
5172	2020	3	30	737880	1	0.9884	0.8000	2.6000	0.8000	3
5173	2020	3	31	737881	2	0.0339	0	0	0.8000	3
5174	2020	4	1	737882	0	0.0294	0	0	0	3
5175	2020	4	2	737883	0	0	0.8000	0.4000	0.2000	1

Εικόνα 83: Τελικός Πίνακας Αποτελεσμάτων, Μάρτιος 2020 (Στήλες 5-9: Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς, Σταλός, με την αντίστοιχη σειρά)

Τα αποτελέσματα των υπολοίπων μηνών, του χρονολογικού έτους 2020, κινούνται στα πλαίσια των αναμενόμενων τιμών βροχόπτωσης, όπως έχουν προαναφερθεί στο Κεφάλαιο 1.5, για την εκάστοτε χρονική περίοδο και βάσει των καταγεγραμμένων τιμών βροχόπτωσης των σταθμών.

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for MAR. 2020

NAME: Chania

ELEV: 137 m

LAT: 35deg 30min

LONG: 24deg 06min

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

DAY	MEAN TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	MAX RH	MIN RH	RAIN	AVG WIND SPEED	HIGH	TIME	DOM DIR
01	11.6	16.1	13:40	7.3	06:40	80	50	0.0	6.1	27.4	19:30	SSE
02	16.1	22.2	13:20	11.1	05:40	83	44	0.0	8.8	30.6	01:00	W
03	16.2	22.6	12:10	10.5	05:10	83	40	0.0	4.6	38.6	23:50	S
04	15.8	20.4	10:30	11.7	23:00	81	44	0.0	14.7	61.2	02:30	SE
05	13.5	18.8	13:40	10.1	07:10	79	57	0.0	6.9	22.5	14:00	SW
06	13.8	18.6	13:50	10.0	22:10	85	61	0.0	12.1	40.2	15:20	SW
07	16.0	22.3	13:10	10.4	02:30	86	47	0.0	3.5	17.7	08:10	SE
08	18.5	23.6	13:10	14.3	23:10	85	43	0.0	10.8	32.2	01:50	SE
09	12.6	15.8	15:20	9.3	10:00	95	70	27.8	15.5	53.1	16:20	W
10	12.9	16.9	14:40	9.2	23:20	87	56	0.0	9.6	38.6	12:00	SW
11	12.8	17.8	12:20	9.2	05:20	86	66	0.0	3.4	17.7	11:50	S
12	13.4	17.7	12:40	10.2	04:30	91	68	0.0	5.4	25.7	10:40	SW
13	15.9	20.7	14:10	11.3	03:40	86	50	0.0	7.9	29.0	12:20	WNW
14	16.1	22.8	13:30	10.7	04:20	92	46	0.0	2.8	16.1	13:30	S
15	17.3	24.4	12:50	13.1	22:30	94	41	0.0	8.9	30.6	13:40	W
16	11.5	13.9	00:10	10.0	22:40	93	64	1.2	13.5	41.8	14:20	NNE
17	11.0	15.1	12:30	6.9	23:20	75	49	0.0	9.6	38.6	02:10	NNE
18	12.0	17.5	13:40	6.2	04:50	77	44	0.0	4.8	20.9	11:40	ENE
19	11.0	15.2	14:20	7.4	23:40	70	46	0.0	8.7	33.8	04:30	NNE
20	7.1	8.0	00:20	6.2	01:10	73	69	0.0	0.0	0.0	00:00	---
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
	13.8	24.4	15	6.2	18	84.1	52.8	29.0	7.9	61.2	4	SW

Εικόνα 84: Μετεωρολογικά Δεδομένα για τον σταθμό Χανιά, Μάρτιος 2020 [Meteo.gr]

Έτος / Μήνας	Άθροισμα από Αλικιανός [mm]	Άθροισμα από Χανιά [mm]	Άθροισμα από Χανιά (Κέντρο) [mm]	Άθροισμα από Πλατανιάς [mm]	Άθροισμα από Σταλός [mm]
2020	1166,0	703,8	699,4	667,6	672,4
Ιανουάριος	197,2	161,8	166,4	141,2	117,4
Φεβρουάριος	68,4	41,8	40,4	43,8	30,6
Μάρτιος	74,8	45,3	37,2	46,6	34,8
Απρίλιος	47,6	9,6	11,6	8,6	11,0
Μάιος	6,6	10,8	4,2	4,0	2,8
Ιούνιος	0,6	4,2	0,0	0,0	0,0
Ιούλιος	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Αύγουστος	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σεπτέμβριος	46,0	6,6	4,4	13,0	0,0
Οκτώβριος	290,0	265,0	262,4	281,0	309,0
Νοέμβριος	266,4	116,4	104,6	78,6	107,8
Δεκέμβριος	168,4	42,0	68,2	50,8	59,0

Πίνακας 30: Τελικός Πίνακας Τιμών, 2020

Κεφάλαιο 5 - Συμπεράσματα

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, έχει ως στόχο τη δημιουργία ενός μοντέλου, το οποίο είναι ικανό να προσομοιώσει και να συμπληρώσει με ακρίβεια, πέντε (5) χρονοσειρές δεδομένων βροχόπτωσης, από πέντε (5) μετεωρολογικούς σταθμούς, στην περιοχή των Χανίων, στην Κρήτη. Το μοντέλο δημιουργήθηκε με τη χρήση Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου Πρόσθιας Τροφοδότησης (Feedforward Artificial Neural Network). Το χρονικό διάστημα που μελετάται, είναι από την 01/02/2006 έως και τις 31/12/2020.

Ο καλύτερος δείκτης εγκυρότητας των αποτελεσμάτων του μοντέλου, είναι η Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) του μοντέλου (RMSE), για κάθε μία από τις περιπτώσεις (cases). Η καλύτερη τιμή του δείκτη, παρουσιάζεται στην Περίπτωση (Case) 15 και εμφανίζει σφάλμα ίσο με 1.12 mm, ενώ η χειρότερη τιμή του, εμφανίζεται στην Περίπτωση (Case) 29, με τιμή σφάλματος ίση με 3.29 mm. Στην Περίπτωση (Case) 15, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Πλατανιάς και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Χανιά (Κέντρο) και Σταλός. Για την Περίπτωση (Case) 29, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης την τιμή του σταθμού Χανιά και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τους σταθμούς Αλικιανός, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και Σταλός.

Το μοντέλο, υπολογίζει επίσης, η Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος για κάθε μία από τις εξεταζόμενες περιπτώσεις του μοντέλου (RMSE). Η καλύτερη τιμή του, παρουσιάζεται στην Περίπτωση (Case) 15 και εμφανίζει σφάλμα ίσο με 1.16 mm, ενώ η χειρότερη τιμή του, εμφανίζεται στην Περίπτωση (Case) 29, με τιμή σφάλματος ίση με 2.42 mm. Η Περίπτωση (Case) 15, καθώς και η Περίπτωση (Case) 29, αναλύονται παραπάνω.

Επίσης, σημαντικό δείκτη, αποτελούν οι υπολογισμένοι συντελεστές συσχέτισης, μεταξύ στόχου (target) και προσομοιωμένης τιμής, για τα δεδομένα Δοκιμής (Test) του μοντέλου. Η καλύτερη τιμή του παραπάνω συντελεστή, παρουσιάζεται στην Περίπτωση (Case) 15, με τιμή 0.99274, ενώ η χειρότερη στην Περίπτωση (Case) 6, με τιμή 0.93957.

Η Περίπτωση (Case) 15, αναλύεται παραπάνω, ενώ στην Περίπτωση (Case) 6, το μοντέλο έχει ως γνωστά δεδομένα βροχόπτωσης τις τιμές των σταθμών Αλικιανός, Χανιά, Χανιά (Κέντρο), Πλατανιάς και έχει ως στόχο την προσομοίωση της τιμής βροχόπτωσης, για τον σταθμό Σταλός.

Όσον αφορά τον υπολογισμό των συντελεστών Nash - Sutcliffe, η καλύτερη τιμή του συντελεστή, παρουσιάζεται στην Περίπτωση (Case) 15, με τιμή 0.989, ενώ η χειρότερη στην Περίπτωση (Case) 29, με τιμή 0.911. Η Περίπτωση (Case) 15, καθώς και η Περίπτωση (Case) 29, αναλύονται παραπάνω.

Αναφορικά με τις θέσεις των σταθμών, παρατηρείται ότι η συνολικά υψηλότερη τιμή βροχόπτωσης, παρουσιάζεται στον σταθμό Αλικιανός, ενώ η χαμηλότερη στον σταθμό Πλατανιάς. Ο σταθμός Πλατανιάς, έχει το χαμηλότερο υψόμετρο καταγραφής στα δώδεκα (12) m, ενώ ο σταθμός Αλικιανός βρίσκεται στα ενενήντα τρία (93) m. Οι υψηλότερες τιμές βροχόπτωσης του σταθμού Αλικιανός, παρότι ο σταθμός Χανιά βρίσκεται σε ψηλότερο υψόμετρο από αυτόν (137m), καθώς επίσης και οι χαμηλότερες τιμές του σταθμού Πλατανιάς, δικαιολογούνται βάσει της θέσης των σταθμών. Ο σταθμός Αλικιανός, βρίσκεται στους πρόποδες της οροσειράς των Λευκών Ορέων, ενώ ταυτόχρονα είναι ο σταθμός με τη μεγαλύτερη απόσταση από τη θάλασσα. Αντίθετα ο σταθμός Πλατανιάς, βρίσκεται σε μικρή απόσταση από τη θάλασσα και σε χαμηλό υψόμετρο. Τέλος, παρατηρείται ότι οι τέσσερις (4) μετεωρολογικοί σταθμοί που βρίσκονται σε σχετικά κοντινή απόσταση από τη θάλασσα, ενώ ταυτόχρονα βρίσκονται σε σχετικά μικρή απόσταση μεταξύ τους (Χανιά, Χανιά (Κέντρο) και Πλατανιάς, Σταλός), παρουσιάζουν παρόμοια αποτελέσματα, για τις συνολικές τιμές βροχόπτωσης τους.

Κεφάλαιο 6 - Βιβλιογραφία

Διεθνείς

- Abeyratne, Udantha R., Yohsuke Kinouchi, Hideo Oki, Jun Okada, Fumio Shichijo, and Keizo Matsumoto. "Artificial Neural Networks for Source Localization in the Human Brain." *Brain Topography* 4, no. 1 (1991): 3–21. <https://doi.org/10.1007/BF01129661>.
- AMETSOC. "AMetSoc." Accessed April 26, 2021. <https://journals.ametsoc.org/>.
- Bhattacharya, Bidhan, Durga Shrestha, and Dimitri Solomatine. *NEURAL NETWORKS IN RECONSTRUCTING MISSING WAVE DATA IN SEDIMENTATION MODELLING*, 2003.
- "Global Warming of 1.5 °C —." Accessed April 19, 2021. <https://www.ipcc.ch/sr15/>.
- Goyal, Manish Kumar. "Monthly Rainfall Prediction Using Wavelet Regression and Neural Network: An Analysis of 1901–2002 Data, Assam, India." *Theoretical and Applied Climatology* 118, no. 1 (October 1, 2014): 25–34. <https://doi.org/10.1007/s00704-013-1029-3>.
- Hong, D. S., and H. S. Cho. "A Neural-Network-Based Computational Scheme for Generating Optimized Robotic Assembly Sequences." *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 8, no. 2 (April 1, 1995): 129–45. [https://doi.org/10.1016/0952-1976\(94\)00068-X](https://doi.org/10.1016/0952-1976(94)00068-X).
- Joly, R. B., S. O. T. Ogaji, R. Singh, and S. D. Probert. "Gas-Turbine Diagnostics Using Artificial Neural-Networks for a High Bypass Ratio Military Turbofan Engine." *Applied Energy* 78, no. 4 (August 1, 2004): 397–418. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2003.10.002>.
- Kim, Jung-Woo, and Yakov A. Pachepsky. "Reconstructing Missing Daily Precipitation Data Using Regression Trees and Artificial Neural Networks for SWAT Streamflow Simulation." *Journal of Hydrology* 394, no. 3 (November 26, 2010): 305–14. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.09.005>.
- Kuligowski, Robert J., and Ana P. Barros. "Localized Precipitation Forecasts from a Numerical Weather Prediction Model Using Artificial Neural Networks." *Weather and Forecasting* 13, no. 4 (December 1, 1998): 1194–1204. [https://doi.org/10.1175/1520-0434\(1998\)013<1194:LPFFAN>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0434(1998)013<1194:LPFFAN>2.0.CO;2).
- . "Using Artificial Neural Networks to Estimate Missing Rainfall Data1." *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 34, no. 6 (1998): 1437–47. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1998.tb05443.x>.
- Lyra, Gustavo Bastos, Tamíres Partelli Correia, José Francisco de Oliveira-Júnior, and Marcelo Zeri. "Evaluation of Methods of Spatial Interpolation for Monthly Rainfall Data over the State of Rio de Janeiro, Brazil." *Theoretical and Applied Climatology* 134, no. 3 (November 1, 2018): 955–65. <https://doi.org/10.1007/s00704-017-2322-3>.
- "MathWorks - Makers of MATLAB and Simulink." Accessed April 26, 2021. <https://www.mathworks.com/>.
- Meiler, Jens. "PROSHIFT: Protein Chemical Shift Prediction Using Artificial Neural Networks." *Journal of Biomolecular NMR* 26, no. 1 (May 1, 2003): 25–37. <https://doi.org/10.1023/A:1023060720156>.
- Scribd. "Neural Network | Artificial Neural Network | Data Analysis." Accessed April 14, 2021. <https://www.scribd.com/document/412041836/Neural-Network>.

Nkuna, T. R., and J. O. Odiyo. "Filling of Missing Rainfall Data in Luvuvhu River Catchment Using Artificial Neural Networks." *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 11th WaterNet/WARFSA/GWP-SA Symposium: IWRM for National and Regional Integration through Science, Policy and Practice, 36, no. 14 (January 1, 2011): 830–35. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2011.07.041>.

"Reports — IPCC." Accessed April 19, 2021. <https://www.ipcc.ch/reports/>.

"ScienceDirect.Com | Science, Health and Medical Journals, Full Text Articles and Books." Accessed April 26, 2021. <https://www.sciencedirect.com/>.

Singh, Raj Mohan, Bithin Datta, and Ashu Jain. "Identification of Unknown Groundwater Pollution Sources Using Artificial Neural Networks." *Journal of Water Resources Planning and Management* 130, no. 6 (November 1, 2004): 506–14. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2004\)130:6\(506\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2004)130:6(506)).

Singh, Vishal, and Qin Xiaosheng. "Data Assimilation for Constructing Long-Term Gridded Daily Rainfall Time Series over Southeast Asia." *Climate Dynamics* 53, no. 5 (September 1, 2019): 3289–3313. <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04703-6>.

"Special Report on Climate Change and Land — IPCC Site." Accessed April 19, 2021. <https://www.ipcc.ch/srccl/>.

"USGS.Gov | Science for a Changing World." Accessed April 26, 2021. <https://www.usgs.gov/>.

Scribd. "Water Quality Modeling and Rainfall Estimation- A Data Driven App | Artificial Neural Network | Thesis." Accessed April 14, 2021. <https://www.scribd.com/document/218558356/Water-Quality-Modeling-and-Rainfall-Estimation-A-Data-Driven-App>.

Θεοδόση - Κόκκινου, Λάουρα. "Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και εφαρμογές στα συστήματα αυτόματου ελέγχου," 2013. <http://nemertes.library.upatras.gr/jspui/handle/10889/6401>.

"Μελετητής Google." Accessed April 26, 2021. <https://scholar.google.com/>.

Πλέρου, Αντωνία. "Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα προσομοίωσης του ανθρωπίνου εγκεφάλου." *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία* 8, no. 1 (January 1, 2012): 128. <https://doi.org/10.12681/jode.9794>.

Ιστοσελίδες

AMETSOC. "AMetSoc." Accessed April 26, 2021. <https://journals.ametsoc.org/>.

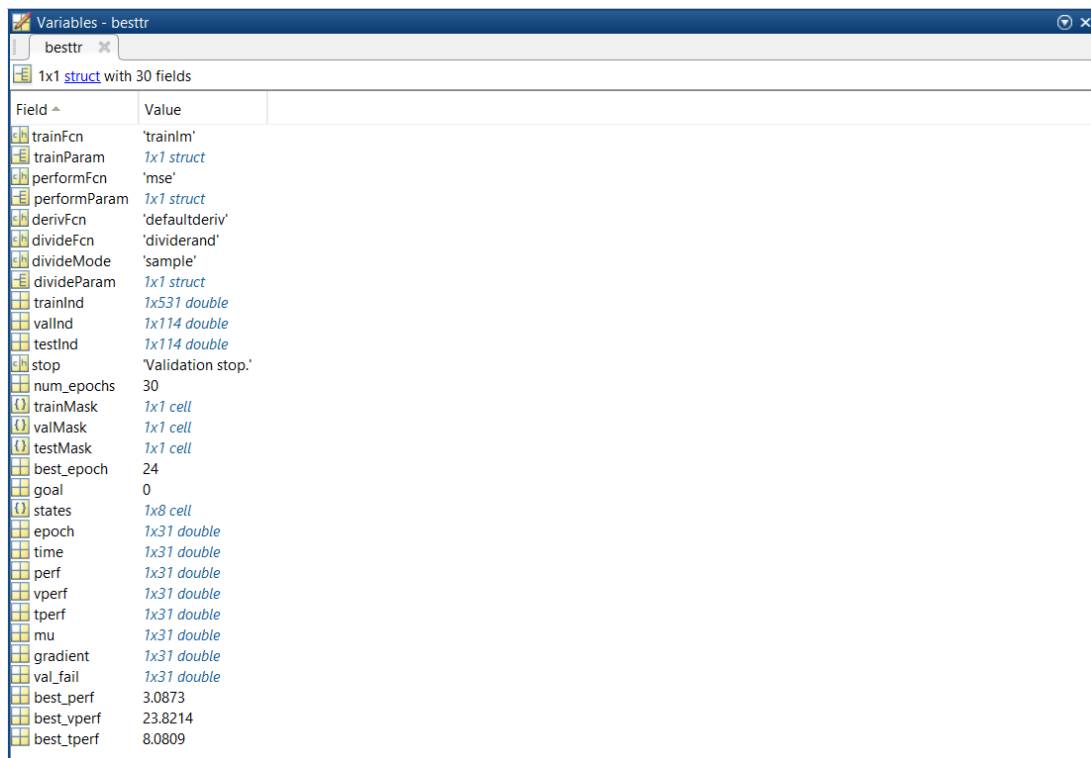
Scribd. "Discover the Best EBooks, Audiobooks, Magazines, Sheet Music, and More." Accessed April 26, 2021. <https://www.scribd.com/>.

"MathWorks - Makers of MATLAB and Simulink." Accessed April 26, 2021. <https://www.mathworks.com/>.

"ScienceDirect.Com | Science, Health and Medical Journals, Full Text Articles and Books." Accessed April 26, 2021. <https://www.sciencedirect.com/>.

"USGS.Gov | Science for a Changing World." Accessed April 26, 2021. <https://www.usgs.gov/>.

Κεφάλαιο 7 - Παραρτήματα



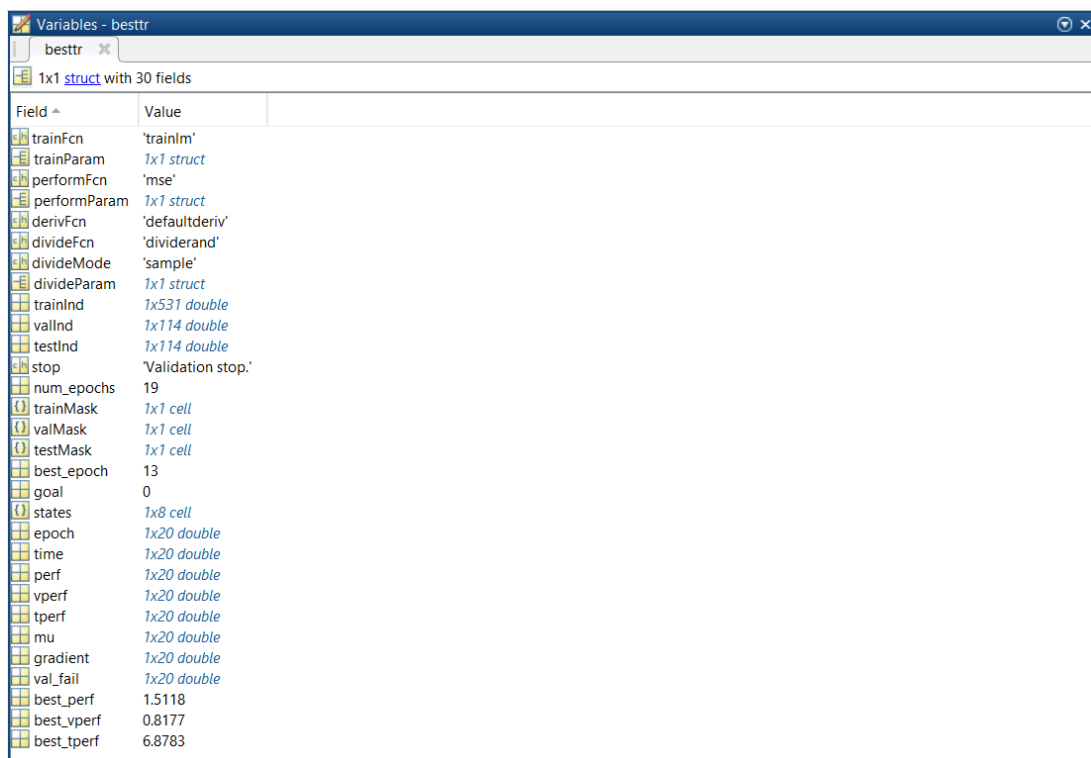
Variables - besttr

besttr

1x1 struct with 30 fields

Field	Value
trainFcn	'trainlm'
trainParam	1x1 struct
performFcn	'mse'
performParam	1x1 struct
derivFcn	'defaultderiv'
divideFcn	'dividerand'
divideMode	'sample'
divideParam	1x1 struct
trainInd	1x531 double
valInd	1x114 double
testInd	1x114 double
stop	'Validation stop.'
num_epochs	30
trainMask	1x1 cell
valMask	1x1 cell
testMask	1x1 cell
best_epoch	24
goal	0
states	1x8 cell
epoch	1x31 double
time	1x31 double
perf	1x31 double
vperf	1x31 double
tperf	1x31 double
mu	1x31 double
gradient	1x31 double
val_fail	1x31 double
best_perf	3.0873
best_vperf	23.8214
best_tperf	8.0809

Εικόνα 85: Case 2 - Μεταβλητές



Variables - besttr

besttr

1x1 struct with 30 fields

Field	Value
trainFcn	'trainlm'
trainParam	1x1 struct
performFcn	'mse'
performParam	1x1 struct
derivFcn	'defaultderiv'
divideFcn	'dividerand'
divideMode	'sample'
divideParam	1x1 struct
trainInd	1x531 double
valInd	1x114 double
testInd	1x114 double
stop	'Validation stop.'
num_epochs	19
trainMask	1x1 cell
valMask	1x1 cell
testMask	1x1 cell
best_epoch	13
goal	0
states	1x8 cell
epoch	1x20 double
time	1x20 double
perf	1x20 double
vperf	1x20 double
tperf	1x20 double
mu	1x20 double
gradient	1x20 double
val_fail	1x20 double
best_perf	1.5118
best_vperf	0.8177
best_tperf	6.8783

Εικόνα 86: Case 3 - Μεταβλητές

Variables - besttr	
besttr	
1x1 struct with 30 fields	
Field	Value
trainFcn	'trainlm'
trainParam	1x1 struct
performFcn	'mse'
performParam	1x1 struct
derivFcn	'defaultderiv'
divideFcn	'dividerand'
divideMode	'sample'
divideParam	1x1 struct
trainInd	1x531 double
valInd	1x114 double
testInd	1x114 double
stop	'Validation stop.'
num_epochs	17
trainMask	1x1 cell
valMask	1x1 cell
testMask	1x1 cell
best_epoch	11
goal	0
states	1x8 cell
epoch	1x18 double
time	1x18 double
perf	1x18 double
vperf	1x18 double
tperf	1x18 double
mu	1x18 double
gradient	1x18 double
val_fail	1x18 double
best_perf	1.4773
best_vperf	0.5544
best_tperf	1.4996

Εικόνα 87: Case 6 - Μεταβλητές

Variables - besttr	
besttr	
1x1 struct with 30 fields	
Field	Value
trainFcn	'trainlm'
trainParam	1x1 struct
performFcn	'mse'
performParam	1x1 struct
derivFcn	'defaultderiv'
divideFcn	'dividerand'
divideMode	'sample'
divideParam	1x1 struct
trainInd	1x531 double
valInd	1x114 double
testInd	1x114 double
stop	'Validation stop.'
num_epochs	15
trainMask	1x1 cell
valMask	1x1 cell
testMask	1x1 cell
best_epoch	9
goal	0
states	1x8 cell
epoch	1x16 double
time	1x16 double
perf	1x16 double
vperf	1x16 double
tperf	1x16 double
mu	1x16 double
gradient	1x16 double
val_fail	1x16 double
best_perf	5.3136
best_vperf	10.1632
best_tperf	7.6182

Εικόνα 88: Case 11 - Μεταβλητές

Variables - besttr	
besttr	
1x1 struct with 30 fields	
Field	Value
trainFcn	'trainlm'
trainParam	1x1 struct
performFcn	'mse'
performParam	1x1 struct
derivFcn	'defaultderiv'
divideFcn	'dividerand'
divideMode	'sample'
divideParam	1x1 struct
trainInd	1x531 double
valInd	1x114 double
testInd	1x114 double
stop	'Validation stop.'
num_epochs	51
trainMask	1x1 cell
valMask	1x1 cell
testMask	1x1 cell
best_epoch	45
goal	0
states	1x8 cell
epoch	1x52 double
time	1x52 double
perf	1x52 double
vperf	1x52 double
tperf	1x52 double
mu	1x52 double
gradient	1x52 double
val_fail	1x52 double
best_perf	1.5485
best_vperf	4.3011
best_tperf	2.0017

Εικόνα 89: Case 14 - Μεταβλητές

Variables - besttr	
besttr	
1x1 struct with 30 fields	
Field	Value
trainFcn	'trainlm'
trainParam	1x1 struct
performFcn	'mse'
performParam	1x1 struct
derivFcn	'defaultderiv'
divideFcn	'dividerand'
divideMode	'sample'
divideParam	1x1 struct
trainInd	1x531 double
valInd	1x114 double
testInd	1x114 double
stop	'Validation stop.'
num_epochs	48
trainMask	1x1 cell
valMask	1x1 cell
testMask	1x1 cell
best_epoch	42
goal	0
states	1x8 cell
epoch	1x49 double
time	1x49 double
perf	1x49 double
vperf	1x49 double
tperf	1x49 double
mu	1x49 double
gradient	1x49 double
val_fail	1x49 double
best_perf	1.3400
best_vperf	2.0921
best_tperf	1.2543

Εικόνα 90: Case 15 - Μεταβλητές

Variables - besttr	
besttr	
1x1 struct with 30 fields	
Field	Value
trainFcn	'trainlm'
trainParam	1x1 struct
performFcn	'mse'
performParam	1x1 struct
derivFcn	'defaultderiv'
divideFcn	'dividerand'
divideMode	'sample'
divideParam	1x1 struct
trainInd	1x531 double
valInd	1x114 double
testInd	1x114 double
stop	'Validation stop.'
num_epochs	27
trainMask	1x1 cell
valMask	1x1 cell
testMask	1x1 cell
best_epoch	21
goal	0
states	1x8 cell
epoch	1x28 double
time	1x28 double
perf	1x28 double
vperf	1x28 double
tperf	1x28 double
mu	1x28 double
gradient	1x28 double
val_fail	1x28 double
best_perf	4.8132
best_vperf	19.6154
best_tperf	7.9578

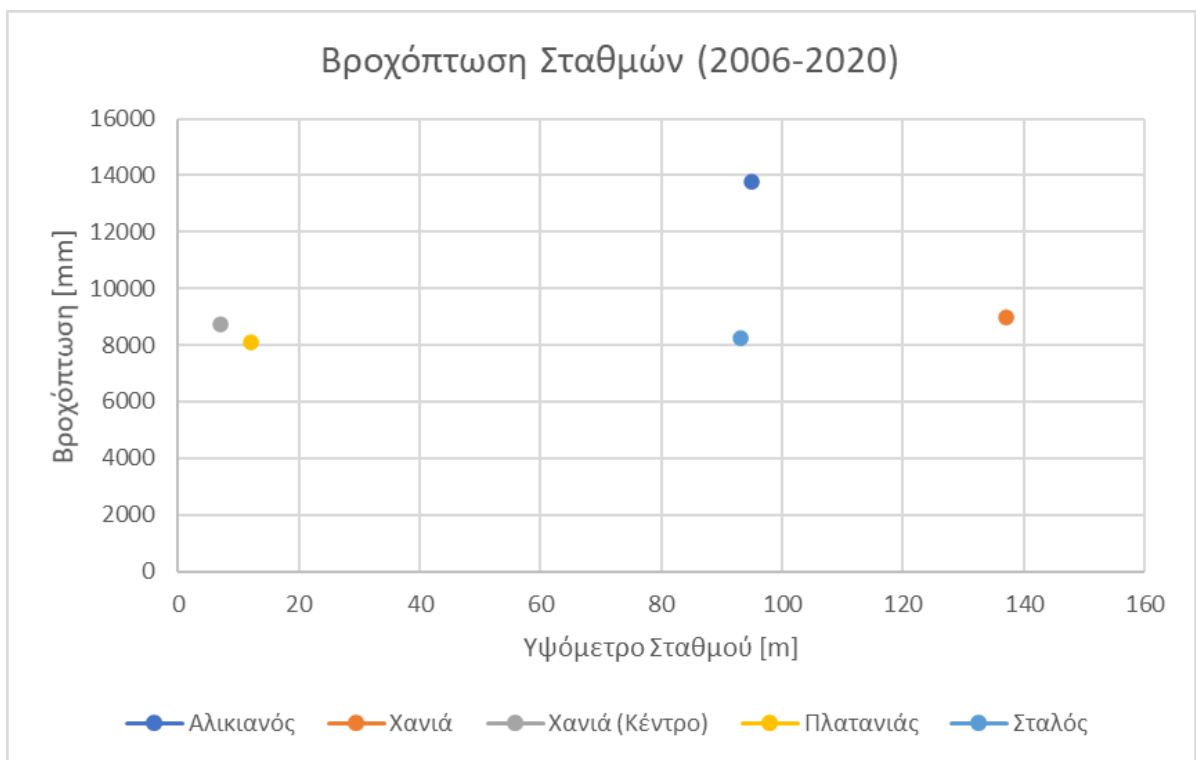
Εικόνα 91: Case 22 - Μεταβλητές

Variables - besttr	
besttr	
1x1 struct with 30 fields	
Field	Value
trainFcn	'trainlm'
trainParam	1x1 struct
performFcn	'mse'
performParam	1x1 struct
derivFcn	'defaultderiv'
divideFcn	'dividerand'
divideMode	'sample'
divideParam	1x1 struct
trainInd	1x531 double
valInd	1x114 double
testInd	1x114 double
stop	'Validation stop.'
num_epochs	14
trainMask	1x1 cell
valMask	1x1 cell
testMask	1x1 cell
best_epoch	8
goal	0
states	1x8 cell
epoch	1x15 double
time	1x15 double
perf	1x15 double
vperf	1x15 double
tperf	1x15 double
mu	1x15 double
gradient	1x15 double
val_fail	1x15 double
best_perf	3.3365
best_vperf	2.0988
best_tperf	3.9027

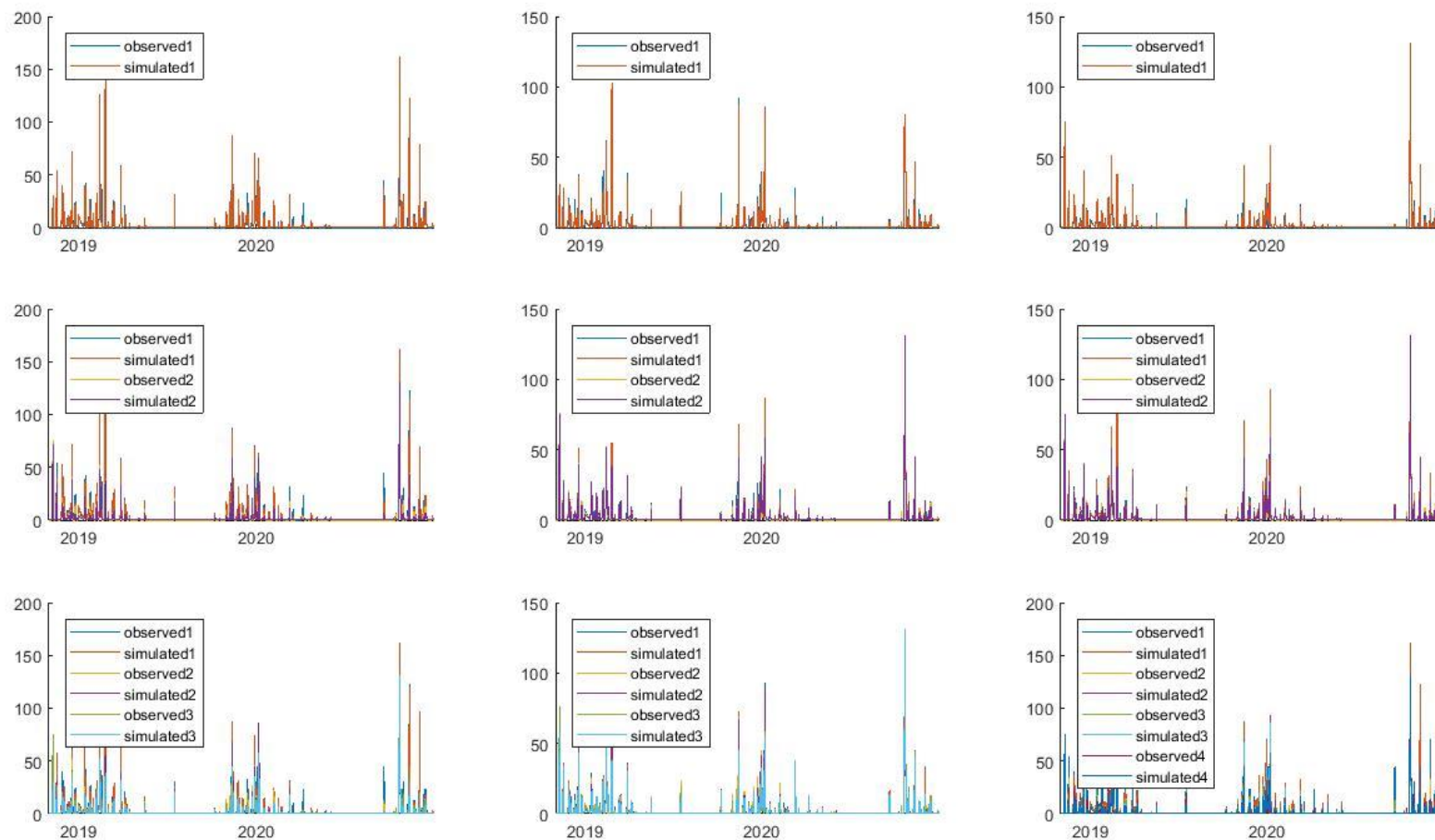
Εικόνα 92: Case 24 - Μεταβλητές

Variables - besttr	
besttr	
1x1 struct with 30 fields	
Field	Value
trainFcn	'trainlm'
trainParam	1x1 struct
performFcn	'mse'
performParam	1x1 struct
derivFcn	'defaultderiv'
divideFcn	'dividerand'
divideMode	'sample'
divideParam	1x1 struct
trainInd	1x531 double
valInd	1x114 double
testInd	1x114 double
stop	'Validation stop.'
num_epochs	10
trainMask	1x1 cell
valMask	1x1 cell
testMask	1x1 cell
best_epoch	4
goal	0
states	1x8 cell
epoch	1x11 double
time	1x11 double
perf	1x11 double
vperf	1x11 double
tperf	1x11 double
mu	1x11 double
gradient	1x11 double
val_fail	1x11 double
best_perf	5.8717
best_vperf	6.1435
best_tperf	10.8360

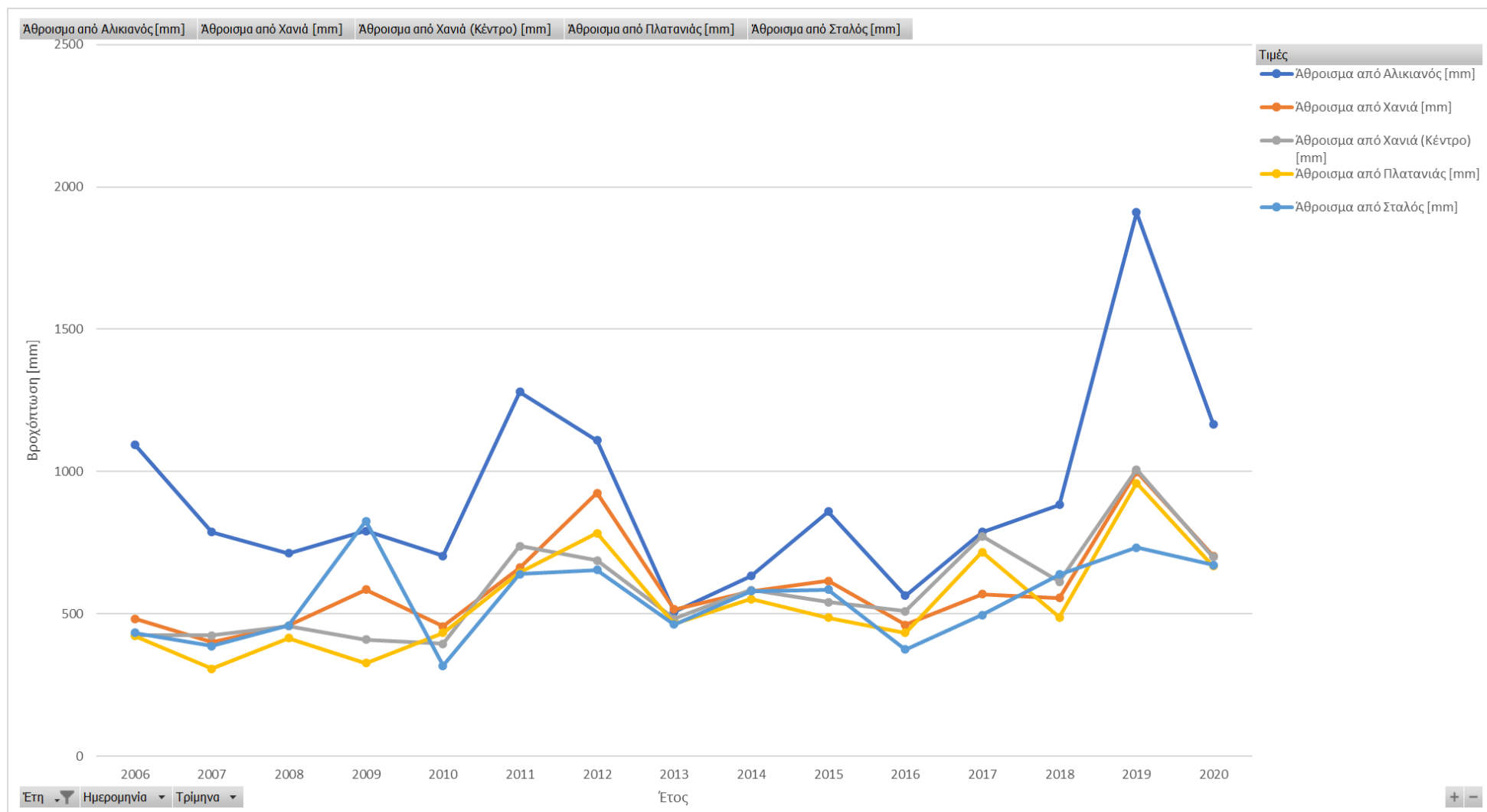
Εικόνα 93: Case 29 - Μεταβλητές



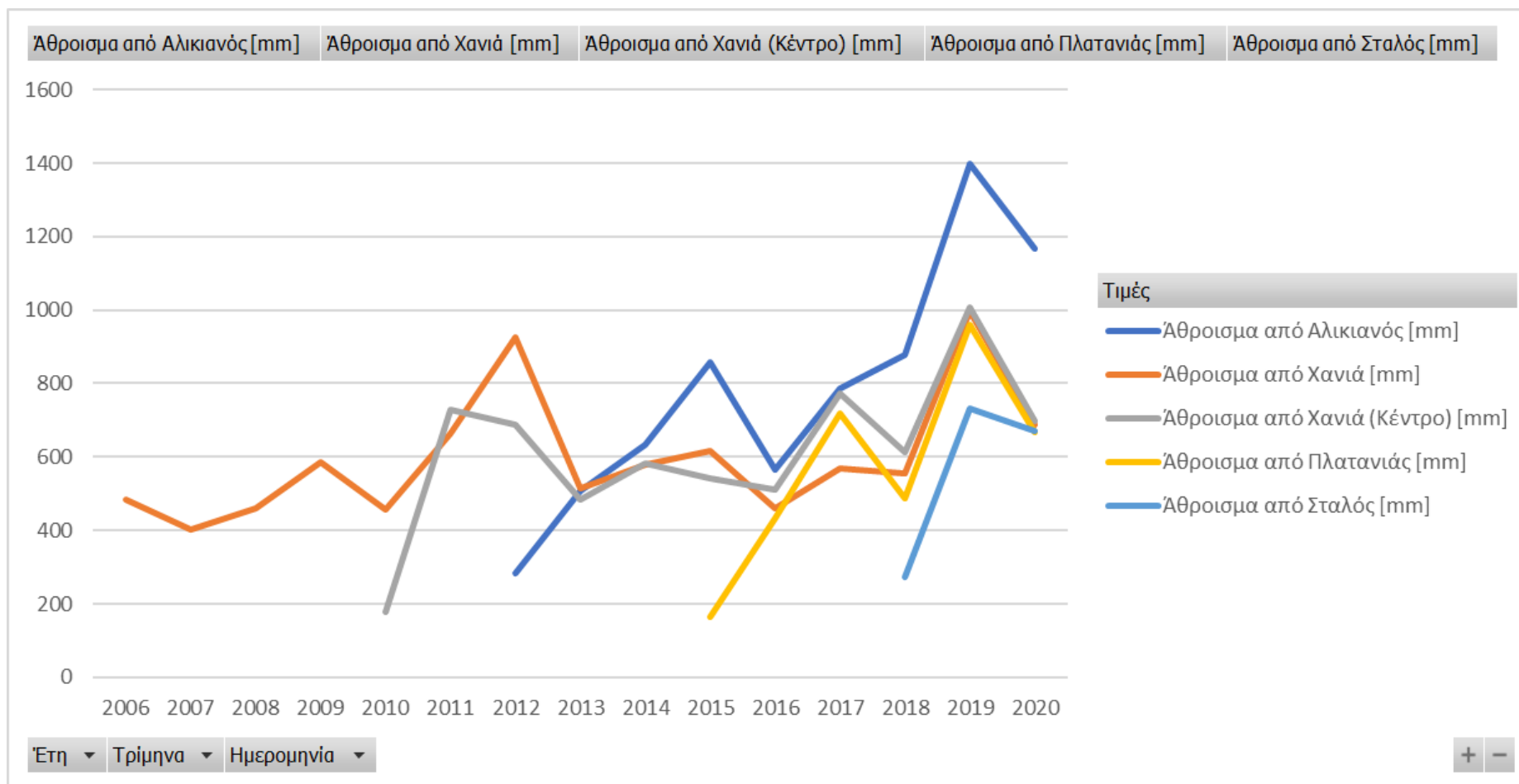
Εικόνα 94: Αθροιστική Βροχόπτωση Σταθμών 2006-2020



Εικόνα 95: Αποτελέσματα Μοντέλου [1^η Γραμμή: Case 2 - Case 3 - Case 6, 2^η Γραμμή: Case 11 - Case 14 - Case 15, 3^η Γραμμή: Case 22 - Case 24 - Case 29]



Εικόνα 96: Ετήσια Αθροίσματα Σταθμών 2006-2020



Εικόνα 97: Καταγεγραμμένες Χρονοσειρές Βροχόπτωσης