

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ



Σχολή Μηχανικών

**Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και
Παραγωγής**

Διπλωματική Εργασία

**Ανασκόπηση και επισκόπηση τεχνολογίας αισθητήρων μέτρησης
περιβαλλοντικών /ατμοσφαιρικών συνθηκών και
επεξεργασία/στατιστική μελέτη πραγματικών δεδομένων από
διαφορετικούς αισθητήρες**

Σχίζας Ιωάννης
Α.Μ. 71445188

Επιβλέπων Καθηγητής
Νικόλαος Λάσκαρης

Αθήνα, Οκτώβριος 2022

UNIVERSITY OF WEST ATTICA



SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN AND PRODUCTION
ENGINEERING

Diploma Thesis

**Reviewing and overview of environmental / atmospheric conditions
measurement sensor technology and processing / statistical study of
real data from different sensors**

Schizas Ioannis
Registration Number: 71445188

Supervision:
Nikolaos Laskaris

Athens, October 2022

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του
Εισηγητή**

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι
Εξεταστική Επιτροπή:

| Ν ο | Όνοματεπώνυμο και Ιδιότητα | Ψηφιακή Υπογραφή |
|----------------|--|-------------------------|
| 1 | Νικόλαος Λάσκαρης Επίκουρος Καθηγητής | |
| 2 | Δρ. Ευάγγελος Παπακίτσος ΕΔΙΠ Α' | |
| 3 | Δρ. Χρήστος Δρόσος ΕΔΙΠ Α' | |

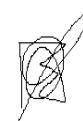
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Σχίζας Ιωάννης με αριθμό μητρώου 71445188 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, **δηλώνω υπεύθυνα** ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Date 1/10/2022

Ο Δηλών



Σχίζας Ιωάννης

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μεγάλη και ισχυρή έντασης αλλαγή του κλίματος της γης. Με τον όρο κλίμα, νοείται το αθροιστικό αποτέλεσμα το οποίο προκύπτει μέσα από τον εντοπισμό των μέσων τιμών του βαθμού υγρασίας, της επικρατούσας θερμοκρασίας, των βροχοπτώσεων και όλων των υπόλοιπων καιρικών φαινομένων, είτε αυτά ανήκουν στην κατηγορία ήπιας μορφής, είτε όχι (Δούση, 2017). Η ένταση και ο βαθμός εμφάνισης, των πιο πάνω αναφερόμενων καιρικών φαινομένων τα οποία συνιστούν το κλίμα της γης, είναι αποτέλεσμα το οποίο οφείλεται, στο μεγαλύτερο μέρος του, στην δραστηριότητα που λαμβάνει χώρα στην περιοχή της τροπόσφαιρας. Στη σύγχρονη επιστήμη της μετεωρολογίας, καθώς και στις αντίστοιχες μετρήσεις τις οποίες περιλαμβάνει αυτή, σημαντικό ρόλο κατέχουν οι αισθητήρες οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να αναγνωρίζουν ένα φυσικό φαινόμενο. Σύμφωνα με τους Vargas et al. (2021), ως αισθητήρας νοείται, το σύστημα εκείνο (είτε αυτό αποτελείται από μόνο μία μεμονωμένη συσκευή είτε όχι) το οποίο έχει τη δυνατότητα και περιλαμβάνει τις απαραίτητες λειτουργίες, για την επίτευξη του σκοπού του εντοπισμού κλιματικών / ατμοσφαιρικών / περιβαλλοντικών αλλαγών και εν συνεχεία μεταβιβάζει τα συλλεχθέντα δεδομένα / πληροφορίες των αντίστοιχων μεταβλητών ενδιαφέροντος, με ηλεκτρονικό τρόπο σε ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα συγκέντρωσης δεδομένων για τη μελέτη και την επιπλέον διερεύνηση αυτών.

Η παρούσα εργασία θα επιχειρήσει να διερευνήσει, τόσο θεωρητικά, όσο και πρακτικά, το ζήτημα της τεχνολογίας των αισθητήρων μέτρησης περιβαλλοντικών / ατμοσφαιρικών συνθηκών.

Abstract

In recent years, a large and powerful change in the earth's climate has been observed. By the term climate, we mean the cumulative result that results from the identification of the average values of the degree of humidity, the prevailing temperature, the rainfall and all other weather phenomena, whether they belong to the category of mild form or not (Doussi, 2017). The intensity and degree of occurrence of the above mentioned weather phenomena which constitute the earth's climate is a result which is due, for the most part, to the activity that takes place in the region of the troposphere. In the modern science of meteorology, as well as in the corresponding measurements it includes, an important role is played by sensors that have the ability to recognize a natural phenomenon. According to Vargas et al. (2021), as a sensor is understood, that system (whether it consists of only a single device or not) which has the ability and includes the necessary functions, to achieve the purpose of detecting climatic / atmospheric / environmental changes and subsequently transmits the collected data / information of the respective variables of interest, electronically to a central data collection computer system for their study and further investigation.

The present work will attempt to investigate, both theoretically and practically, the issue of the technology of sensors measuring environmental / atmospheric conditions.

Περιεχόμενα

| | |
|--|----|
| Περίληψη | 5 |
| Abstract | 6 |
| Εισαγωγή | 12 |
| Κεφάλαιο 1 ^ο : Το κλίμα, η ατμόσφαιρα και οι περιβαλλοντικοί παράμετροι επηρεασμού | 14 |
| 1.1 Η έννοια του κλίματος | 14 |
| 1.2 Οι παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα | 15 |
| 1.3 Η έννοια της ατμόσφαιρας | 18 |
| 1.4 Το κλίμα και η ατμόσφαιρα σε σύνδεση με τον άνθρωπο | 24 |
| 1.5 Τα κλιματικά μοντέλα | 25 |
| 1.6 Οι μέθοδοι εντοπισμού των μελλοντικών αλλαγών στο υπάρχον κλίμα | 28 |
| 1.7 Οι μετεωρολογικοί σταθμοί | 30 |
| Κεφάλαιο 2 ^ο : Οι αισθητήρες μέτρησης των περιβαλλοντικών / ατμοσφαιρικών συνθηκών και τα συστήματα παρακολούθησης των ατμοσφαιρικών συνθηκών | 33 |
| 2.1 Γενικά στοιχεία γύρω από τους αισθητήρες μέτρησης των περιβαλλοντικών / ατμοσφαιρικών συνθηκών | 33 |
| 2.2 Τα κυριότερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των αισθητήρων | 34 |
| 2.3 Οι τύποι των αισθητήρων μέτρησης των περιβαλλοντικών / ατμοσφαιρικών συνθηκών | 37 |
| 2.3.1 Ο τύπος PA – II | 37 |
| 2.3.2 Ο τύπος PA – I – Indoor | 39 |
| 2.3.3 Ο τύπος PA – II – SD | 41 |
| 2.3.4 Ο τύπος PA – II – FLEX | 44 |
| 2.4 Τα συστήματα παρακολούθησης των ατμοσφαιρικών συνθηκών | 46 |
| 2.4.1 Το σύστημα παρακολούθησης Panacea | 46 |
| 2.4.2 Το σύστημα παρακολούθησης PurpleAir | 48 |
| 2.4.3 Το σύστημα παρακολούθησης Meteo.gr | 49 |

| | |
|--|----|
| Κεφάλαιο 3 ^ο : Η επεξεργασία και η στατιστική μελέτη πραγματικών δεδομένων από διαφορετικούς αισθητήρες | 50 |
| 3.1 Ο σκοπός της έρευνας | 50 |
| 3.2 Η αναγκαιότητα της έρευνας | 50 |
| 3.3 Ο σχεδιασμός της έρευνας | 50 |
| 3.4 Ο πληθυσμός, το δείγμα και η μέθοδος της λήψης δεδομένων | 51 |
| 3.5 Οι περιορισμοί της έρευνας | 52 |
| 3.6 Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα της έρευνας | 52 |
| 3.6.1 Τα δεδομένα και τα στατιστικά αποτελέσματα της έρευνας για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας | 52 |
| 3.6.2 Τα δεδομένα και τα στατιστικά αποτελέσματα της έρευνας για τη μεταβλητή της ταχύτητας των ανέμων | 60 |
| 3.6.3 Τα δεδομένα και τα στατιστικά αποτελέσματα της έρευνας για τη μεταβλητή των βροχοπτώσεων | 66 |
| 3.6.4 Οι τυπικές αποκλίσεις των εξεταζόμενων μεταβλητών | 72 |
| Συμπεράσματα | 75 |
| Βιβλιογραφία | 81 |
| Κατάλογος πινάκων | |
| Πίνακας 1: Οι παράγοντες που είναι σε θέση να επηρεάσουν το κλίμα μίας γεωγραφικής περιοχής | 17 |
| Πίνακας 2: Συστατικά στοιχεία αέριου μείγματος και κατηγορίες των ποσοτήτων αυτών..... | 19 |
| Πίνακας 3: Τα τμήματα της ατμόσφαιρας | 23 |
| Πίνακας 4: Συνοπτικός πίνακας παραμέτρων που είναι σε θέση να επηρεάσουν το υπάρχον κλίμα | 29 |
| Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά των αισθητήρων τύπου PA – II | 39 |
| Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά των αισθητήρων τύπου PA – I – Indoor | 40 |

| | |
|--|----|
| Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά των αισθητήρων τύπου PA – II – SD | 43 |
| Πίνακας 8: Χαρακτηριστικά των αισθητήρων τύπου PA – II – FLEX | 45 |
| Πίνακας 9: Αποτελέσματα για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας στο διάστημα Ιανουάριος 2022 έως Ιούνιος του 2022, για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το meteo.gr | 53 |
| Πίνακας 10: Αποτελέσματα για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας στο διάστημα Ιανουάριος 2022 έως Ιούνιος του 2022 , για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το meteo.gr | 54 |
| Πίνακας 11: Στοιχεία της θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ των περιοχών της Πεντέλης και του Πειραιά στο χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022 | 56 |
| Πίνακας 12: Αποτελέσματα για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας στο διάστημα Ιανουάριος 2022 έως Ιούνιος του 2022,για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το ranacea | 58 |
| Πίνακας 13: Αποτελέσματα για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας στο διάστημα Ιανουάριος 2022 έως Ιούνιος του 2022 ,για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το ranacea | 59 |
| Πίνακας 14: Τα στοιχεία για τη μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά | 61 |
| Πίνακας 15: Τα στοιχεία για τη μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα meteo.gr | 62 |
| Πίνακας 16: Τα στοιχεία για τη μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το σύστημα ranacea | 64 |
| Πίνακας 17: Τα στοιχεία για τη μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα ranacea | 65 |
| Πίνακας 18: Στοιχεία βροχόπτωσης από το σύστημα meteo.gr για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου 2022 έως και Ιουνίου 2022 | 67 |
| Πίνακας 19: Στοιχεία βροχόπτωσης από το σύστημα meteo.gr για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου 2022 έως και Ιουνίου 2022..... | 68 |
| Πίνακας 20: Στοιχεία βροχόπτωσης από το σύστημα ranacea για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου 2022 έως και Ιουνίου 2022 | 69 |
| Πίνακας 21: Στοιχεία βροχόπτωσης από το σύστημα ranacea για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου 2022 έως και Ιουνίου 2022..... | 71 |

| | |
|---|----|
| Πίνακας 22: Τυπικές αποκλίσεις των εξεταζόμενων μεταβλητών στην έρευνα | 72 |
| Κατάλογος εικόνων | |
| Εικόνα 1: Διαχρονική εξέλιξη αλλαγής θερμοκρασιών κλίματος | 15 |
| Εικόνα 2: Η διάκριση της ατμοσφαιρικής περιοχής | 20 |
| Εικόνα 3: Τα τμήματα της ατμόσφαιρας | 23 |
| Εικόνα 4: Γραφική παράσταση των μέσω τιμών της θερμοκρασίας ανά μήνα, της κατώτατης και της ανώτατης θερμοκρασίας στην περιοχή του Πειραιά κατά το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022 | 53 |
| Εικόνα 5: Γραφική παράσταση των μέσω τιμών της θερμοκρασίας ανά μήνα, της κατώτατης και της ανώτατης θερμοκρασίας στην περιοχή της Πεντέλης κατά το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022 | 55 |
| Εικόνα 6: Θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των περιοχών του Πειραιά και της Πεντέλης, ανά μήνα, στο χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου 2022 έως και Ιουνίου 2022. | 57 |
| Εικόνα 7: Γραφική παράσταση των μέσω τιμών της θερμοκρασίας ανά μήνα, της κατώτατης και της ανώτατης θερμοκρασίας στην περιοχή του Πειραιά κατά το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022 από το σύστημα ranacea. | 58 |
| Εικόνα 8: Γραφική παράσταση των μέσω τιμών της θερμοκρασίας ανά μήνα, της κατώτατης και της ανώτατης θερμοκρασίας στην περιοχή της Πεντέλης κατά το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022 από το σύστημα ranacea. | 60 |
| Εικόνα 9: Μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων στην περιοχή του Πειραιά από το σύστημα meteo.gr | 61 |
| Εικόνα 10: Μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων στην περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα meteo.gr | 63 |
| Εικόνα 11: Γραφική απεικόνιση της μέσης τιμής της ταχύτητας των ανέμων στην περιοχή του Πειραιά από το σύστημα ranacea | 64 |

| | |
|---|----|
| Εικόνα 12: Γραφική απεικόνιση της μέσης τιμής της ταχύτητας των ανέμων στην περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα ranacea | 66 |
| Εικόνα 13: Γραφική απεικόνιση της μέσης τιμής των επιπέδων της βροχόπτωσης ανά μήνα στην περιοχή του Πειραιά από το σύστημα meteo.gr | 67 |
| Εικόνα 14: Γραφική απεικόνιση της μέσης τιμής των επιπέδων της βροχόπτωσης ανά μήνα στην περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα meteo.gr | 69 |
| Εικόνα 15: Γραφική απεικόνιση της μέσης τιμής των επιπέδων της βροχόπτωσης ανά μήνα στην περιοχή του Πειραιά από το σύστημα ranacea | 70 |
| Εικόνα 16: Γραφική απεικόνιση της μέσης τιμής των επιπέδων της βροχόπτωσης ανά μήνα στην περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα ranacea | 72 |

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μεγάλη και ισχυρή έντασης αλλαγή του κλίματος της γης. Με τον όρο κλίμα, νοείται το αθροιστικό αποτέλεσμα το οποίο προκύπτει μέσα από τον εντοπισμό των μέσων τιμών του βαθμού υγρασίας, της επικρατούσας θερμοκρασίας, των βροχοπτώσεων και όλων των υπόλοιπων καιρικών φαινομένων, είτε αυτά ανήκουν στην κατηγορία ήπιας μορφής, είτε όχι (Δούση, 2017).

Η ένταση και ο βαθμός εμφάνισης, των πιο πάνω αναφερόμενων καιρικών φαινομένων τα οποία συνιστούν το κλίμα της γης, είναι αποτέλεσμα το οποίο οφείλεται, στο μεγαλύτερο μέρος του, στην δραστηριότητα που λαμβάνει χώρα στην περιοχή της τροπόσφαιρας (Συλλογικό έργο, 2009).

Επίσης, σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση του υπάρχοντος κλίματος, καταλαμβάνει και η ηλιακή ενέργεια η οποία εγκλωβίζεται στο εσωτερικό της ατμόσφαιρας (Συλλογικό έργο, 2009).

Από την άλλη πλευρά, η ατμόσφαιρα αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα βιωσιμότητας, ολόκληρου του πλανήτη. Ως ατμόσφαιρα στο περιβάλλον της γης, νοείται η αέρια φύση μάζα η οποία περιορίζεται στον επιθυμητό βαθμό (περίπου στα 3.500 χλμ ύψος), εξαιτίας της έννοιας της βαρύτητας καθώς και της σημαντικότητας αυτής στο γενικότερο περιβάλλον (Ρεμουντάκη, 2010).

Συχνά αναφέρεται ότι η ατμόσφαιρα και το διάστημα, αποτελούν δύο (2) χωρικούς τόπους οι οποίοι δεν είναι σε θέση να αποσαφηνιστούν χωροταξικά, στο μέτρο του επιθυμητού. Συγκεκριμένα, τα διάφορα ατμοσφαιρικά φαινόμενα, παρουσιάζουν τον αντίκτυπό τους στην γη, στην περίπτωση που πλησιάσουν το υψόμετρο των 120 χλμ (Ρεμουντάκη, 2010).

Στη σύγχρονη επιστήμη της μετεωρολογίας, καθώς και στις αντίστοιχες μετρήσεις τις οποίες περιλαμβάνει αυτή, σημαντικό ρόλο κατέχουν οι αισθητήρες οι οποίοι έχουν

τη δυνατότητα να αναγνωρίζουν ένα φυσικό φαινόμενο. Σύμφωνα με τους Vargas et al. (2021), ως αισθητήρας νοείται, το σύστημα εκείνο (είτε αυτό αποτελείται από μόνο μία μεμονωμένη συσκευή είτε όχι) το οποίο έχει τη δυνατότητα και περιλαμβάνει τις απαραίτητες λειτουργίες, για την επίτευξη του σκοπού του εντοπισμού κλιματικών / ατμοσφαιρικών / περιβαλλοντικών αλλαγών και εν συνεχεία μεταβιβάζει τα συλλεχθέντα δεδομένα / πληροφορίες των αντίστοιχων μεταβλητών ενδιαφέροντος, με ηλεκτρονικό τρόπο σε ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα συγκέντρωσης δεδομένων για τη μελέτη και την επιπλέον διερεύνηση αυτών.

Έτσι, έχοντας ως δεδομένα τα παραπάνω βιβλιογραφικά στοιχεία, η παρούσα εργασία θα επιχειρήσει να διερευνήσει, τόσο θεωρητικά, όσο και πρακτικά, το ζήτημα της τεχνολογίας των αισθητήρων μέτρησης περιβαλλοντικών / ατμοσφαιρικών συνθηκών.

Κεφάλαιο 1^ο : Το κλίμα, η ατμόσφαιρα και οι περιβαλλοντικοί παράμετροι επηρεασμού

1.1 Η έννοια του κλίματος

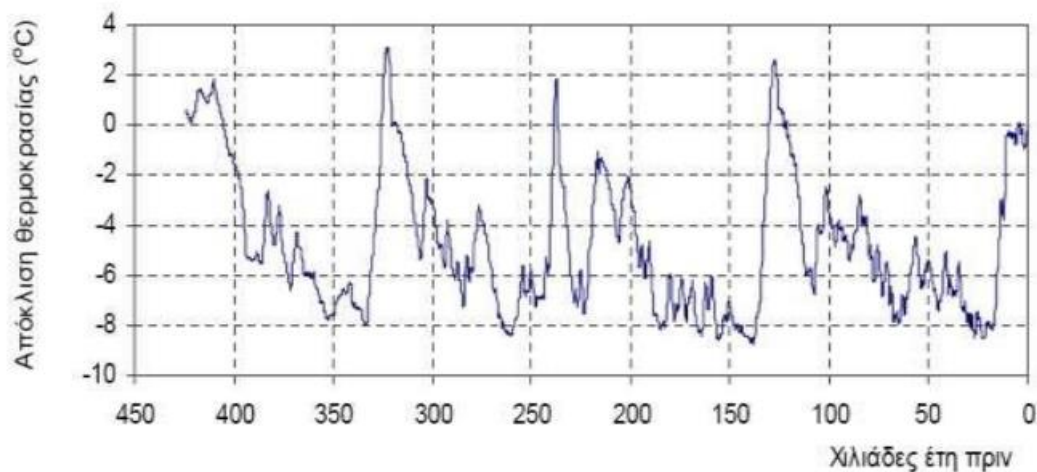
Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μεγάλη και ισχυρή έντασης αλλαγή του κλίματος της γης. Με τον όρο κλίμα, νοείται το αθροιστικό αποτέλεσμα το οποίο προκύπτει μέσα από τον εντοπισμό των μέσων τιμών του βαθμού υγρασίας, της επικρατούσας θερμοκρασίας, των βροχοπτώσεων και όλων των υπόλοιπων καιρικών φαινομένων, είτε αυτά ανήκουν στην κατηγορία ήπιας μορφής, είτε όχι (Δούση, 2017).

Η ένταση και ο βαθμός εμφάνισης, των πιο πάνω αναφερόμενων καιρικών φαινομένων τα οποία συνιστούν το κλίμα της γης, είναι αποτέλεσμα το οποίο οφείλεται, στο μεγαλύτερο μέρος του, στην δραστηριότητα που λαμβάνει χώρα στην περιοχή της τροπόσφαιρας (Συλλογικό έργο, 2009).

Επίσης, σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση του υπάρχοντος κλίματος, καταλαμβάνει και η ηλιακή ενέργεια η οποία εγκλωβίζεται στο εσωτερικό της ατμόσφαιρας (Συλλογικό έργο, 2009).

Επιπλέον, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο και θα αναλυθεί εκτενώς σε επόμενο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας, έχει συμβάλει σε πολύ σημαντικό βαθμό στην εγκαθίδρυση του υπάρχοντος κλίματος της γης εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών που έχει επιφέρει. Βέβαια, σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι σε έναν βαθμό, στις κλιματικές αλλαγές, ευθύνεται και ο παράγοντας «άνθρωπος», χωρίς όμως, να αποτελεί την μοναδική μεταβλητή στο σχηματιζόμενο τελικό αποτέλεσμα (Cox, 2007).

Εκτός των άλλων, έχει παρατηρηθεί η αλλαγή του υπάρχοντος κλίματος, σε συγκεκριμένες περιοχές μελέτης, σε μακρύ χρονικό ορίζοντα, γεγονός το οποίο οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το κλίμα σε μία συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή δεν χαρακτηρίζεται από μονιμότητα αλλά αποτελεί μεταβλητό στοιχείο (Cox, 2007). Η πεποίθηση αυτή ενισχύεται και από την εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 1: Διαχρονική εξέλιξη αλλαγής θερμοκρασιών κλίματος (Orlaci, 2008).

1.2 Οι παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα

Σε γενικές γραμμές, το κλίμα το οποίο έχει την δυνατότητα συνεχώς να αλλάζει ανά τόπο και γεωγραφική περιοχή, αποτελεί μία παράμετρο του εξωτερικού περιβάλλοντος που βιώνουν οι άνθρωποι και όχι μόνο (Rosenzweig et al., 2011). Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, με τον όρο κλίμα νοείται το αθροιστικό αποτέλεσμα το οποίο προκύπτει μέσα από τον εντοπισμό των μέσων τιμών του βαθμού υγρασίας, της επικρατούσας θερμοκρασίας, των βροχοπτώσεων και όλων των υπολοίπων καιρικών φαινομένων, είτε αυτά ανήκουν στην κατηγορία ήπιας μορφής, είτε όχι (Δούση, 2017).

Έτσι, λοιπόν, μπορούμε να το οριοθετήσουμε ως μία μεταβλητή μείζον σημασίας. Η μεταβλητή, αυτή, χαρακτηρίζεται από το γνώρισμα της μεταβλητότητας η οποία επέρχεται, διότι αυτό, επηρεάζεται σε άμεσο βαθμό από έξι (6) βασικούς παράγοντες (Leiserowitz, 2006).

Οι παράγοντες, αυτοί, είναι οι ακόλουθοι (Leiserowitz, 2006):

- ✓ Η δύναμη των ανέμων που επιδρούν στην γεωγραφική περιοχή.

- ✓ Η γεωγραφική, και όχι μόνο, ισορροπίας – κατανομή μεταξύ το χερσαίου και το θαλάσσιου τμήματος της γεωγραφικής περιοχής.
- ✓ Το γεωγραφικό πλάτος που κατέχει η περιοχή.
- ✓ Το υψόμετρο.
- ✓ Τα κέντρα μέγιστης και ελάχιστης πίεσης.
- ✓ Το επίπεδο κάλυψης του εδάφους που διαθέτει η περιοχή.
- ✓ Οι γενικότερες περιβαλλοντικές επικρατούσες συνθήκες μίας περιοχής.

Όλοι οι παραπάνω παράγοντες θεωρούνται πολύ σημαντικοί και έχουν την δυνατότητα να επηρεάσουν το κλίμα στον μέγιστο βαθμό, ωστόσο κάποιοι από αυτούς, παρουσιάζουν συνέπειες ιδιαίτερης έντασης. Αυτοί οι παράγοντες είναι το γεωγραφικό πλάτος και το υψόμετρο (Leiserowitz, 2006).

Όσον αναφορά το γεωγραφικό πλάτος, ο παράγοντας αυτός έρχεται σε ευθεία σύνδεση με την παραγωγή αυξημένων θερμοκρασιών εντός μίας γεωγραφικής περιοχής οι οποίες προέρχονται εξαιτίας του εγκλωβισμού της θερμότητας. Συγκεκριμένα, ως γεωγραφικό πλάτος μίας περιοχής, καλείται η απόσταση που καταγράφει αυτή από την περιοχή του Ισημερινού ο οποίος πρέπει να αναφερθεί ότι συνιστά το σημείο αναφοράς βάση του οποίου διαμορφώνεται ο τρόπος με τον οποίο διοχετεύονται οι ακτίνες φωτός (κάθετα ή οριζόντια) στις περιοχές και ως συνέπεια έχουν, την ανάπτυξη ή όχι, ιδιαίτερα αυξημένων θερμοκρασιών (Προμπονάς & Ψωμάς, 1997).

Όσον αναφορά το υψόμετρο, ως παράγοντα επιρροής του κλίματος, αναφέρεται στην υψομετρική απόσταση την οποία έχει μία συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή από την πλησιέστερη θαλάσσια ακτή. Ο συγκεκριμένος παράγοντας, θεωρείται ζωτικής σημασίας για την διαμόρφωση του κλίματος διότι η ύπαρξη θαλάσσιου στοιχείου σε μία περιοχή, παρουσιάζει αναλογική σχέση με την επίτευξη υψηλών θερμοκρασιών σε αυτήν (Προμπονάς & Ψωμάς, 1997).

Παρακάτω αναφέρονται στον αντίστοιχο πίνακα, οι παράγοντες οι οποίοι είναι σε θέση να επηρεάσουν το κλίμα μιας τοποθεσίας.

| A/A | Παράγοντες |
|----------------------------|--|
| 1 ^{ος} παράγοντας | Η δύναμη των ανέμων που επιδρούν στην γεωγραφική περιοχή. |
| 2 ^{ος} παράγοντας | Η γεωγραφική, και όχι μόνο, ισορροπίας – κατανομή μεταξύ το χερσαίου και το θαλάσσιου τμήματος της γεωγραφικής περιοχής. |
| 3 ^{ος} παράγοντας | Το γεωγραφικό πλάτος που κατέχει η περιοχή. |
| 4 ^{ος} παράγοντας | Το υψόμετρο. |
| 5 ^{ος} παράγοντας | Τα κέντρα μέγιστης και ελάχιστης πίεσης. |
| 6 ^{ος} παράγοντας | Το επίπεδο κάλυψης του εδάφους που διαθέτει η περιοχή. |
| 7 ^{ος} παράγοντας | Οι γενικότερες περιβαλλοντικές επικρατούσες συνθήκες μίας περιοχής. |

Πίνακας 1: Οι παράγοντες που είναι σε θέση να επηρεάσουν το κλίμα μίας γεωγραφικής περιοχής (Leiserowitz, 2006).

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι το κλίμα έχει την δυνατότητα να χαρακτηρίσει μία γεωγραφική περιοχή και να την επηρεάσει σε πολλούς τομείς – κλάδους δραστηριοτήτων οι οποίοι υλοποιούνται από τους ανθρώπους που ζουν και δραστηριοποιούνται εντός αυτής (Προμπονάς & Ψωμάς, 1997).

1.3 Η έννοια της ατμόσφαιρας

Η ατμόσφαιρα αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα βιωσιμότητας, ολόκληρου του πλανήτη. Ως ατμόσφαιρα στο περιβάλλον της γης, νοείται η αέριας φύσης μάζα η οποία περιορίζεται στον επιθυμητό βαθμό (περίπου στα 3.500 χλμ ύψος), εξαιτίας της έννοιας της βαρύτητας καθώς και της σημαντικότητας αυτής στο γενικότερο περιβάλλον (Ρεμουντάκη, 2010).

Συχνά αναφέρεται ότι η ατμόσφαιρα και το διάστημα, αποτελούν δύο (2) χωρικούς τόπους οι οποίοι δεν είναι σε θέση να αποσαφηνιστούν χωροταξικά, στο μέτρο του επιθυμητού. Συγκεκριμένα, τα διάφορα ατμοσφαιρικά φαινόμενα, παρουσιάζουν τον αντίκτυπό τους στην γη, στην περίπτωση που πλησιάσουν το υψόμετρο των 120 χλμ (Ρεμουντάκη, 2010).

Η βασική συμβολή την οποία παρέχει η ατμόσφαιρα, είναι η προάσπιση όλων των ζωντανών οργανισμών οι οποίοι ζουν στον πλανήτη. Αυτό επιτυγχάνεται διαμέσου της άμεσης σύνδεσης η οποία παρουσιάζεται μεταξύ της ατμόσφαιρας και της ηλιακής ακτινοβολίας υπεριώδους δυναμικής. Δηλαδή, η ατμόσφαιρα έχει την ικανότητα να μπορεί να απορροφά τμήμα της συγκεκριμένης βλαπτικής ακτινοβολίας και να το χρησιμοποιεί, στον κατάλληλο χρόνο για την ορθή ρύθμιση της θερμοκρασίας καθώς και της θερμότητας της γης (Γεντεκάκης, 2004).

Επίσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι εντός του ατμοσφαιρικού αέρα, περιλαμβάνονται ορισμένα κύρια στοιχεία τα οποία αποτελούν το αντίστοιχο μείγμα. Οι ποσότητες, φυσικά, των αέριων αυτών στοιχείων δεν είναι ισόποσες, δηλαδή, άλλες περιέχονται σε μεγαλύτερες ποσότητες της δομής και άλλες σε μικρότερες (Γεντεκάκης, 2004). Τα αέρια στοιχεία του μείγματος είναι τα ακόλουθα (Γεντεκάκης, 2004):

- Το άζωτο.
- Το οξυγόνο.

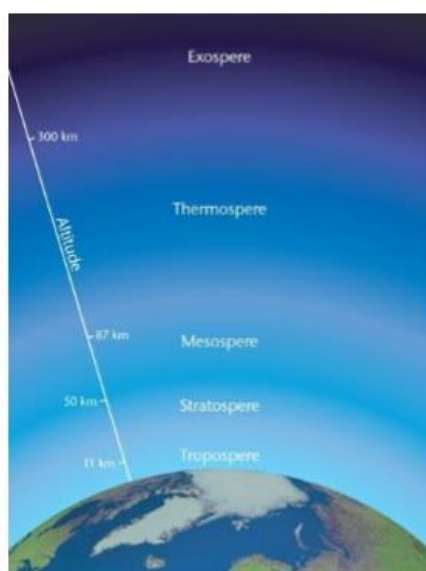
- Το όζον.
- Οι υδρατμοί.
- Τα μόρια άλατος.
- Τα μόρια καπνού.
- Τα μόρια κονιορτού.
- Τα ευγενή αέρια.
- Το διοξείδιο του άνθρακα.
- Το υδρογόνο.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα συστατικά στοιχεία του αέριου μείγματος και η κατηγορία των ποσοτήτων αυτών που εμπίπτουν.

| Αέριο στοιχείο | Κατηγορία σε ποσότητα |
|--------------------------|-------------------------------|
| Το άζωτο | Περιέχεται σε μεγάλη ποσότητα |
| Το οξυγόνο | Περιέχεται σε μεγάλη ποσότητα |
| Το όζον | Περιέχεται σε μικρή ποσότητα |
| Οι υδρατμοί | Περιέχεται σε μικρή ποσότητα |
| Τα μόρια άλατος | Περιέχεται σε μικρή ποσότητα |
| Τα μόρια καπνού | Περιέχεται σε μικρή ποσότητα |
| Τα μόρια κονιορτού | Περιέχεται σε μικρή ποσότητα |
| Τα ευγενή αέρια | Περιέχεται σε μικρή ποσότητα |
| Το διοξείδιο του άνθρακα | Περιέχεται σε μικρή ποσότητα |
| Το υδρογόνο | Περιέχεται σε μικρή ποσότητα |

Πίνακας 2: Συστατικά στοιχεία αέριου μείγματος και κατηγορίες των ποσοτήτων αυτών (Γεντεκάκης, 2004).

Ως ατμόσφαιρα νοείται το απλανές και αέριας μορφής τμήμα το οποίο περιτριγυρίζει τη γη και συνοδεύει αυτή, σε όλες τις κινήσεις τις οποίες πραγματοποιεί. Είναι γνωστό ότι η γη πραγματοποιεί κινήσεις γύρω από τον εαυτό της σε σταθερή ταχύτητα και τροχιά. Η ατμόσφαιρα την συνοδεύει στην κινητική αυτή δραστηριότητα διαγράφοντας την δική της πορεία η οποία ορίζεται με φορά από τα δυτικά προς τα ανατολικά (Ρεμουντάκη, 2010 ; Γεντεκάκης, 2004).



Εικόνα 2: Η διάκριση της ατμοσφαιρικής περιοχής (Γεντεκάκης, 2004).

Εντός της ατμόσφαιρας ζουν πάρα πολύ ζωντανοί οργανισμοί οι οποίοι αναπτύσσονται έχοντας ως κεντρικό τους άξονα τις συνθήκες που λαμβάνουν χώρα σε αυτή. Επίσης, είναι άχρωμη, άοσμη και άοσμη (Calvetti, 2019 ; Beagle & Williams, 1997).

Επιπλέον, εντός της ατμόσφαιρας υπάρχει ο αέρας ο οποίος χωρίς καμία διακοπή παρουσιάζει έντονη κινητική δραστηριότητα η οποία καλείται ως κυκλοφορία της ατμόσφαιρας και οφείλει την γένεσή της στα διάφορα επίπεδα θερμοκρασιών μεταξύ

πολικών και τροπικών ζωνών, καθώς και στην συνολική κινητική δραστηριότητα της γης (Calvetti, 2019).

Εκτός των άλλων η ατμόσφαιρα της γης συμβάλει σε πολύ σημαντικό βαθμό στην επίτευξη των παρακάτω πραγμάτων (Calvetti, 2019):

- ✓ Στην συγκράτηση της βλαπτικής ακτινοβολίας για τον άνθρωπο και γενικότερα για όλους τους ζωντανούς οργανισμούς.
- ✓ Στην μετάδοση των ακτινών του φωτός.
- ✓ Στην επίτευξη διαφόρων χρωμάτων στην περιοχή του ουρανού.
- ✓ Στην δημιουργία των σύννεφων.

Σαφή οριοθέτηση σχετικά με το μέχρι που εκτείνεται η ατμόσφαιρα, μέχρι σήμερα, δεν έχει ανακαλυφθεί διότι δεν υπάρχει σαφή διάκριση μεταξύ του ατμοσφαιρικού χώρου και του σύμπαντος (Daly & Zanetti, 2007).

Όσον αναφορά την θερμοκρασία στην ατμόσφαιρα αυτή παρέχεται με δύο (2) βασικούς τρόπους (Daly & Zanetti, 2007):

- ✓ 1^{ος} τρόπος θέρμανσης της ατμόσφαιρας – άμεσος τρόπος: Μέσω της διαδικασία της απορρόφησης, ενός μέρους της ηλιακής ακτινοβολίας.
- ✓ 2^{ος} τρόπος θέρμανσης της ατμόσφαιρας – έμμεσος τρόπος: Μέσω την επανάντλησης της ηλιακής ακτινοβολίας την οποία απορροφά το έδαφος και στην συνέχεια την διοχετεύει και πάλι προς την ατμόσφαιρα.

Σημαντικό σε αυτό το σημείο είναι να αναφερθεί ότι σε όλο το φάσμα το οποίο εκτείνεται η ατμόσφαιρα, δεν εντοπίζονται οι ίδιες τιμές των θερμοκρασιών (Daly & Zanetti, 2007).

Σε σχέση με τον αέρα ο οποίος εντοπίζεται στην περιοχή της ατμόσφαιρας, αυτός συνιστά ένα σύνολο στοιχείων και παραγόντων. Τα στοιχεία, λοιπόν, τα οποία συνιστούν τον ατμοσφαιρικό αέρα είναι τα εξής (Borsos et al., 2003):

- ✓ Το διοξείδιο του άνθρακα.
- ✓ Το όζον.

- ✓ Το οξυγόνο.
- ✓ Το άζωτο.
- ✓ Ορισμένα ευγενή αέρια.
- ✓ Το υδρογόνο.
- ✓ Τα μόρια καπνού.
- ✓ Οι υδρατμοί.
- ✓ Τα μόρια κονιορτού.

Η ατμόσφαιρα περιλαμβάνει πολλά επιμέρους τμήματα τα οποία σε τελικό στάδιο την σχηματίζουν ως ολότητα. Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ατμόσφαιρας αποτελεί και το γεγονός ότι αυτή, δεν παρουσιάζει τις ίδιες και σταθερές τιμές θερμοκρασιών οι οποίες επικρατούν σε όλο της το φάσμα. Έτσι, με γνώμονα το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, έχει πραγματοποιηθεί και η τμηματοποίηση της συνολικής ατμόσφαιρας στα διάφορα επίπεδά τα οποία την απαρτίζουν (Calvetti, 2019). Τα τμήματα αυτής είναι τα ακόλουθα (Calvetti, 2019):

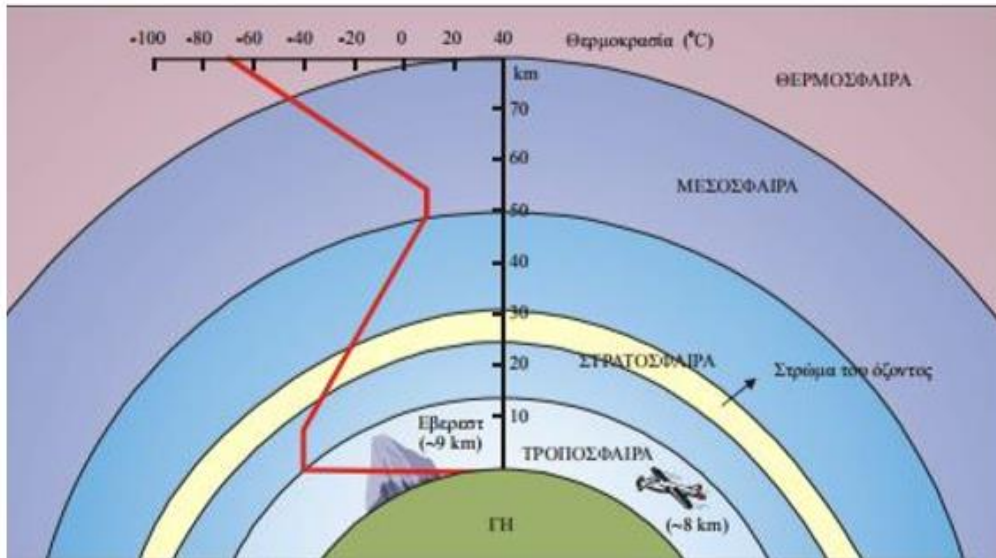
- ✓ Η τροπόσφαιρα: Αποτελεί το πιο άμεσο τμήμα της ατμόσφαιρας προς την γη. Εδώ παρατηρούνται μειωμένες τιμές των θερμοκρασιών ενώ η αντίστοιχη ζώνη διαχωρισμού είναι η τροπόπαυση.
- ✓ Η στρατόσφαιρα: Το συγκεκριμένο τμήμα της ατμόσφαιρας εντοπίζεται μεταξύ των διαχωριστικών ζωνών της τροπόπαυσης και της στρατόπαυσης. Συγκεκριμένα το επίπεδο του ύψους της κυμαίνεται μεταξύ 46 έως 55 χιλιόμετρα. Επίσης, χαρακτηριστικό γνώρισμα της στρατόσφαιρας αποτελεί το γεγονός της αναλογικής σχέσης που παρουσιάζει μεταξύ του επιπέδου του ύψους της και των τιμών των θερμοκρασιών οι οποίες επικρατούν.
- ✓ Η μεσόσφαιρα: Αποτελεί ένα πολικό τμήμα της ατμόσφαιρας αφού σημειώνονται τιμές θερμοκρασιών γύρω στους – 100 βαθμούς κελσίου. Η μεσόσφαιρα, εντοπίζεται μεταξύ των διαχωριστικών ζωνών της στρατόπαυσης

και της μεσόπauσης ενώ το ύψος στο οποίο τοποθετείται είναι ανάμεσα στα 80 με 90 χιλιόμετρα.

- ✓ Η θερμόσφαιρα: Σε γενικές γραμμές το συγκεκριμένο τμήμα της ατμόσφαιρας συνοδεύεται από υψηλές τιμές θερμοκρασιών. Συγκεκριμένα, στα μέτρια γεωγραφικά πλάτη αυτού του τμήματος παρατηρούνται έως και 750 βαθμοί κελσίου ενώ σε ανώτερα γεωγραφικά πλάτη, η τιμή της συγκεκριμένη θερμοκρασίας έχει την δυνατότητα να φθάσει έως και 1400 βαθμούς κελσίου.
- ✓ Η εξώσφαιρα: Αποτελεί το τελευταίο τμήμα της ατμόσφαιρας το οποίο εκτείνεται κοντά στο σύμπαν. Η εξώσφαιρα τοποθετείται σε πολύ κοντινή απόσταση από την θερμόσφαιρα η οποία αναφέρθηκε πιο πάνω.

| A/A | Τμήμα της ατμόσφαιρας |
|-----|-----------------------|
| 1 | Η τροπόσφαιρα |
| 2 | Η στρατόσφαιρα |
| 3 | Η μεσόσφαιρα |
| 4 | Η θερμόσφαιρα |
| 5 | Η εξώσφαιρα |

Πίνακας 3: Τα τμήματα της ατμόσφαιρας (Calvetti, 2019).



Εικόνα 3: Τα τμήματα της ατμόσφαιρας (Calvetti, 2019).

Μεταξύ των τμημάτων της ατμόσφαιρας τα οποία αναφέρθηκαν νωρίτερα, υπάρχουν ορισμένες πολύ βασικές ζώνες οι οποίες λειτουργούν στα διάφορα επίπεδα ως διαχωριστικά όρια – γραμμές και καλούνται ως μεταβατικές ζώνες. Αυτές είναι τέσσερις (4) στον αριθμό και είναι οι εξής ακόλουθες (Ρεμουντάκη, 2010):

- ✓ Στατόπαυση.
- ✓ Μεσόπαυση.
- ✓ Τροπόπαυση.
- ✓ Θερμόπαυση.

Τέλος, χαρακτηριστικό γνώρισμα των μεταβατικών ζωνών αποτελεί το γεγονός ότι αυτές κατέχουν σταθερές τιμές των θερμοκρασιών που επικρατούν, διαχρονικά (Ρεμουντάκη, 2010).

1.4 Το κλίμα και η ατμόσφαιρα σε σύνδεση με τον άνθρωπο

Το κλίμα το οποίο επικρατεί σε μία συγκεκριμένη γεωγραφική τοποθεσία, όπως και οι αλλαγές κλιματικής φύσεως οι οποίες παρουσιάζονται σε αυτή, επιδρούν σε πολύ μεγάλο και έντονο βαθμό στον παράγοντα «άνθρωπο» (Βασιλείου, 2017).

Κατά γενική ομολογία των περισσότερων επιστημόνων του κλάδου της κλιματολογίας και της μελέτης περιβάλλοντος, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι το κλίμα το οποίο επικρατεί σε μία γεωγραφική τοποθεσία, έχει άμεση σχέση συνάφειας και αλληλεξάρτησης με τα σχηματισθέντα χαρακτηριστικά προσωπικότητας των ανθρώπων οι οποίοι ζουν και δραστηριοποιούνται σε αυτή. Συγκεκριμένα, το κλίμα αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα ο οποίος διαμορφώνει τα επίπεδα εξυπνάδας, οξυδέρκειας, συγκαταβατικότητας, τρόπου αντίληψης των καταστάσεων και άλλων πολλών ενδογενών χαρακτηριστικών των ατόμων (Βασιλείου, 2017).

Έτσι, με βάση την συγκεκριμένη τεκμηριωμένη άποψη από πολλές μελέτες, υπάρχει η δυνατότητα κατηγοριοποίησης των διάφορων λαών. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα πάνω σε αυτό, το οποίο είναι άξιο αναφοράς, αποτελεί η μελέτη των Lise & Tol (2002), η οποία διερεύνησε τις επιπτώσεις του κλίματος στην τουριστική ζήτηση. Σύμφωνα με την συγκεκριμένη έρευνα (Lise & Tol, 2002), εντοπίστηκε ότι οι τουρίστες, έλκονται ιδιαίτερα από γεωγραφικές τοποθεσίες που διαθέτουν έντονη ηλιοφάνεια και πλούσιο θαλάσσιο στοιχείο διότι απολαμβάνουν το φυσικό περιβάλλον αλλά και επηρεάζεται η διάθεσή τους από τα στοιχεία αυτά (ήλιος και θάλασσα) και από τους ευχάριστους ανθρώπους με τους οποίους αλληλεπιδρούν κατά την διάρκεια παραμονής τους.

Πέραν όμως, από την επίδραση του κλίματος στην προσωπικότητα και το χαρακτήρα των ατόμων, αυτό έχει την δυνατότητα να επηρεάσει σε πολύ μεγάλο βαθμό και την δραστηριοποίησή τους, όσον αφορά την εργασία και τα κέρδη που αποκομίζουν από αυτήν. Σύμφωνα με μελέτη την οποία διεξήγαγαν οι O' Brien & Leichenko (2000), σχετικά με την αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής σε οικονομική δραστηριοποίηση των ανθρώπων, εντοπίστηκε ότι στα κράτη τα οποία διαθέτουν κλίμα με χαμηλότερες σχετικά θερμοκρασίες, παρατηρείται έντονη επαγγελματική δραστηριότητα η οποία κατά συνέπεια επιφέρει και μεγαλύτερα κέρδη σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο.

Τέλος, με βάση τα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι το κλίμα και οι εκάστοτε αλλαγές οι οποίες πραγματοποιούνται σε αυτό, έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν αλλαγές και να τροποποιήσουν σε αρκετά μεγάλο βαθμό την προσωπικότητα του ατόμου, τον χαρακτήρα του καθώς και την επαγγελματική του δραστηριότητα (Βασιλείου, 2017).

1.5Τα κλιματικά μοντέλα

Ως κλιματικά μοντέλα, θεωρούνται εκείνα τα υπολογιστικά συστήματα – εργαλεία, μέσω των οποίων και με την βοήθεια μετρήσιμων δεδομένων τα οποία εισάγονται στο εν λόγω σύστημα, υπολογίζονται οι αλλαγές που υφίστανται στο κλίμα μίας γεωγραφικής περιοχής (Schnoor, 2016).

Το πιο γνωστό και ευρέως διαδεδομένο είδος των κλιματικών μοντέλων αποτελούν τα ατμοσφαιρικά ωκεάνια μοντέλα γενικής κυκλοφορίας τα οποία συχνά στην διεθνή καθώς και την ελληνική βιβλιογραφία, εμφανίζονται με το ακρωνύμιο «ΑΩΜΓΚ». Τα συγκεκριμένα κλιματικά μοντέλα, εφαρμόζονται με σκοπό να εξάγουν ένα ασφαλές συμπέρασμα σχετικά με το βαθμό της μεταβλητότητας που έχουν, στις αλλαγές του εκάστοτε κλίματος μίας περιοχής σε σχέση, πάντα, με τις επικρατούσες τιμές των αερίων τα οποία εξάγονται διαμέσου του φαινομένου του θερμοκηπίου (Miller & Spoolman, 2018).

Επίσης, τα ατμοσφαιρικά ωκεάνια μοντέλα γενικής κυκλοφορίας, παρουσιάζουν ορισμένες ιδιαιτερότητες οι οποίες αφορούν, ως επί το πλείστον, τον τρόπο υπολογισμού των εισαχθέντων δεδομένων τους και με βάση αυτών, μπορούν να χαρακτηρισθούν ως ιδιαίτερα σύνθετα συστήματα. Αυτές οι ιδιαιτερότητες εκτέλεσής τους είναι οι ακόλουθες (Miller & Spoolman, 2018):

- ✓ Εντάσσουν υπό – συστήματα προσομοίωσης με τα οποία εφαρμόζουν μία εικονική πραγματικότητα, σε φυσικές κατά το δυνατόν συνθήκες, για το σύστημα το οποίο αναπτύσσεται μεταξύ ωκεανού και ατμόσφαιρας ενώ στον ίδιο χρονικό άξονα επαληθεύουν μεγάλο πλήθος εξισώσεων για κάθε ένα από τα λεγόμενα «πλέγματα» τα οποία σχηματίζονται.

- ✓ Συνυπολογίζουν μεταβλητές μείζον σημασίας για τις αλλαγές οι οποίες πραγματοποιούνται στο παγκόσμιο κλίμα. Αυτές οι μεταβλητές είναι ο βαθμός ταχύτητα που λιώνουν και αλλάζουν μορφή οι πάγοι, η δημιουργία υδρατμών και η τήξη των πάγων.
- ✓ Διαχωρίζουν το συνολικό κλιματικό σύστημα σε υπό – κατηγορίες (τμήματα), με την βοήθεια των λεγόμενων «πλεγμάτων» τα οποία κάποιες φορές είναι κάθετα και άλλες φορές οριζόντια διάταξης.

Μέσα από τα παραπάνω στοιχεία, κατανοούμε ότι πολύ σημαντικό τμήμα της διαδικασίας των ατμοσφαιρικών ωκεάνιων μοντέλων γενικής κυκλοφορίας, αποτελούν τα στοιχεία τα οποία εισάγονται στο υπολογιστικό σύστημα (Miller & Spoolman, 2018).

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι οι δύο (2) σημαντικότερες υπό – ομάδες, των συγκεκριμένων κλιματικών μοντέλων είναι οι παρακάτω:

- Τα κλιματικά μοντέλα απόκρισης η οποία εξελίσσεται: Το εν λόγω κλιματικό μοντέλο, έχει το χαρακτηριστικό της εξέλιξης των τιμών του διοξειδίου του άνθρακα, όπως άλλωστε φανερώνεται και από την ονομασία του. Συγκεκριμένα, το κλιματικό μοντέλο απόκρισης η οποία εξελίσσεται, έχει την δυνατότητα, μέσα σε ρεαλιστικό χρονικό ορίζοντα, να αποτιμά τις κλιματικές αλλαγές οι οποίες πραγματοποιούνται σε σχέση πάντα με τις τιμές του διοξειδίου του άνθρακα όπως αυτές εξελίσσονται στον χρόνο. Το βασικό πλεονέκτημα του μοντέλου είναι η υλοποίησή του σε πραγματικό χρόνο ενώ στην κατηγορία των μειονεκτημάτων του, εντάσσονται ζητήματα όπως ο απαιτούμενος χρόνος υλοποίησής του και η ισχυρή δράση του συνολικού συστήματος ως προαπαιτούμενα εκτέλεσης (Schneider & Thompson, 1981).
- Τα κλιματικά μοντέλα ισόρροπης απόκρισης: Το συγκεκριμένο είδος κλιματικών μοντέλων, εφαρμόζονται κατά κόρον τόσο στην διερεύνηση του κλίματος, όσο και στην οριοθέτηση των αλλαγών αυτού. Συγκεκριμένα, μέσω αυτών, υπάρχει η δυνατότητα ασφαλούς εκτίμησης σχετικά με τις συνέπειες που επιφέρονται στο κλίμα μίας γεωγραφικής περιοχής, οι οποίες οφείλουν την αιτία τους, στις αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων διοξειδίου του άνθρακα.

Επιπλέον, χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτών των κλιματικών μοντέλων αποτελεί η δυναμική τους, ακόμα και ύστερα από μεγάλο χρονικό διάστημα υλοποίησης των κλιματικών αλλαγών (Schlesinger & Mitchell, 1987).

1.6 Οι μέθοδοι εντοπισμού των μελλοντικών αλλαγών στο υπάρχον κλίμα

Σε γενικές γραμμές, ειδικά τα τελευταία χρόνια, έχουν παρατηρηθεί έντονες κλιματικές αλλαγές στο υπάρχον κλίμα για αυτόν ακριβώς τον λόγο, θεωρούνται πολύ σημαντικές οι μέθοδοι εντοπισμού των μελλοντικών αλλαγών αυτού, οι οποίες πραγματοποιούνται από το αντίστοιχο επιστημονικό κλάδο (Δούση, 2017).

Έτσι, λοιπόν, οι μέθοδοι εντοπισμού των κλιματικών αλλαγών στο υπάρχον κλίμα, σε όλον τον κόσμο, υλοποιούνται μέσω μοντέλων μαθηματικής υπόστασης που έχουν αναπτυχθεί και τα οποία χρειάζονται την βοήθεια υπολογίσιμων τιμών οι οποίες εισάγονται στα δομημένα πληροφοριακά συστήματα, με σκοπό την ασφαλή πρόβλεψη στο μέγιστο βαθμό της. Τα μαθηματικά αυτά μοντέλα και τα εισαχθέντα δεδομένα τους, αφορούν την ατμόσφαιρα, την περιοχή του ωκεανού, το χερσαίο τμήμα και τους θαλάσσιους πάγους (Miller & Spoolman, 2018).

Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι οι εκάστοτε κλιματικές αλλαγές, πάντα, λαμβάνουν χώρα ως απόρροια συγκεκριμένων μεταβολών σε παραμέτρους οι οποίοι έχουν την δυνατότητα να αλλάζουν το υπάρχον κλίμα. Αυτοί οι παράμετροι είναι οι εξής (Miller & Spoolman, 2018):

- ✓ Οι αυξομειωτικές τάσεις οι οποίες παρατηρούνται στις αντίστοιχες τιμές των αέριων στοιχείων τα οποία προέρχονται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- ✓ Οι διάφορες αυξομειώσεις οι οποίες υφίστανται στις τιμές των συγκεντρώσεων στα αέρια σωματίδια τα οποία έχουν την δυνατότητα, ισχυρού αντίκτυπου τους, στο αντίστοιχο ισοζύγιο το οποίο αφορά την ηλιακή ακτινοβολία.

- ✓ Η θερμικού χαρακτήρα παγίωση των ωκεανών έως το σημείο αδράνειας αυτών η οποία ως άμεσο αποτέλεσμα, οδηγεί σε καθυστέρηση του βαθμού αντίδρασης του γενικότερου κλίματος σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά και στον μειωμένο ρυθμό επίτευξης των θεμιτών επιπέδων που αφορούν την επικρατούσα θερμοκρασία.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι παραπάνω παράμετροι των κλιματικών αλλαγών που αναλύθηκαν.

| Α/Α | Παράμετρος |
|---------------------------|---|
| Παράμετρος 1 ^η | Οι αυξομειωτικές τάσεις οι οποίες παρατηρούνται στις αντίστοιχες τιμές των αέριων στοιχείων τα οποία προέρχονται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου. |
| Παράμετρος 2 ^η | Οι διάφορες αυξομειώσεις οι οποίες υφίστανται στις τιμές των συγκεντρώσεων στα αέρια σωματίδια τα οποία έχουν την δυνατότητα, ισχυρού αντίκτυπου τους, στο αντίστοιχο ισοζύγιο το οποίο αφορά την ηλιακή ακτινοβολία. |
| Παράμετρος 3 ^η | Η θερμικού χαρακτήρα παγίωση των ωκεανών έως το σημείο αδράνειας αυτών η οποία ως άμεσο αποτέλεσμα, οδηγεί σε καθυστέρηση του βαθμού αντίδρασης του γενικότερου κλίματος |

| | |
|--|--|
| | <p>σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά και στον μειωμένο ρυθμό επίτευξης των θεμιτών επιπέδων που αφορούν την επικρατούσα θερμοκρασία.</p> |
|--|--|

Πίνακας 4: Συνοπτικός πίνακας παραμέτρων που είναι σε θέση να επηρεάσουν το υπάρχον κλίμα.

Επίσης, οι υλοποιούμενες μέθοδοι του εντοπισμού των μελλοντικών αλλαγών πρέπει να τονισθεί σε αυτό το σημείο ότι δεν ανταποκρίνονται στο μέγιστο βαθμό στην πραγματικότητα καθώς πολλές φορές οι εκτιμήσεις αυτές πέφτουν έξω, δημιουργώντας λάθος εντυπώσεις ή εκ διαμέτρου αντίθετα αποτελέσματα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός των συνεχών μεταβαλλόμενων δεδομένων, με ταχύτητες οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις δεν μπορούν να ακολουθηθούν από τους ερευνητές (Δούση, 2017).

Τέλος, ορισμένες από τις μελλοντικές εκτιμήσεις οι οποίες έχουν διατυπωθεί για τις κλιματικές αλλαγές μέσω των αντίστοιχων μοντέλων είναι οι παρακάτω (Miller & Spoolman, 2018):

- Η αύξηση της τιμής της μέσης στάθμης του θαλάσσιου χώρου, η οποία θα κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 22 cm έως και 75 cm.
- Οι αυξομειώσεις των ποσοστών που αφορούν τις βροχοπτώσεις.
- Η συνολική άνοδος των επιπέδων της επικρατούσας θερμοκρασίας η οποία θα κυμανθεί μεταξύ 1,6 βαθμούς Κελσίου έως και 5,8 βαθμούς Κελσίου.
- Τα επίπεδα ανόδου των θερμοκρασιών θα διαμορφώνονται αναλογικά έχοντας ως κριτήριο τους, το γεωγραφικό πλάτος (μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος συνεπάγει μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας).

1.7Οι μετεωρολογικοί σταθμοί

Ο μετεωρολογικός σταθμός συνιστά ένα στοιχείο μεσάζουσας σημασία για τη συλλογή πολύ σημαντικών μετρήσεων και παραμέτρων σε σχέση με το σύνολο των μετεωρολογικών στοιχείων. Αυτός, χαρακτηρίζεται ως επίγειο εργαλείο ανίχνευσης των τιμών επηρεασμού του υπάρχοντος κλίματος και συνιστά μία μόνιμης σταθερής μορφής εγκατάσταση η οποία απαρτίζεται από ένα μεγάλο σύνολο μετεωρολογικών οργάνων μέσω των οποίων λαμβάνουν χώρα οι αντίστοιχες μετρήσεις των τιμών στις παραμέτρους που διερευνώνται (Frenne & Verheyen, 2016 ; Ioannou et al., 2021 ; Estevez et al., 2011).

Ένα ακόμα πολύ σημαντικό στοιχείο το οποίο κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί σε σχέση με τους μετεωρολογικούς σταθμούς είναι η επιλογή του τόπου εγκατάστασης αυτών. Πιο αναλυτικά, η τοποθεσία εγκαθίδρυσης αυτών, ελέγχεται και οριοθετείται, πάντα, από μέλη της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας της εκάστοτε χώρας, με σκοπό όλοι οι επιμέρους μετεωρολογικοί σταθμοί να αποτελούν συστατικά στοιχεία ενός ενιαίου και πλήρους ενημερωμένου δικτύου μετεωρολογικού χαρακτήρα εντός μίας χώρας (Ioannou et al., 2021).

Σε σχέση με τον εξοπλισμό του εκάστοτε μετεωρολογικού σταθμού, αυτός απαρτίζεται από μία μεγάλη πληθώρα εξελιγμένων και με μεγάλη ακρίβεια μετεωρολογικών οργάνων έτσι ώστε οι αντίστοιχες μετρήσεις που λαμβάνουν χώρα να παρέχουν τη μέγιστη ακρίβεια και ασφάλεια η οποία απαιτείται για τη συνολική παρατήρηση (Frenne & Verheyen, 2016 ; Ioannou et al., 2021 ; Estevez et al., 2011).

Έτσι, σύμφωνα με τους Estevez et al. (2011), τα μετεωρολογικά όργανα τα οποία βρίσκονται εντός ή γύρω από έναν εξελιγμένο μετεωρολογικό σταθμό είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Το βροχόμετρο: Συνιστά το όργανο της μέτρησης για τις τιμές της επικρατούσας ατμοσφαιρικής πίεσης.
- ✓ Το θερμόμετρο: Αποτελεί το κυριότερο όργανο μέτρησης των τιμών των επικρατουσών θερμοκρασιών.
- ✓ Το υγρόμετρο: Συνιστά το εργαλεία μέτρησης των τιμών της υγρασίας η οποία εντοπίζεται στην εκάστοτε περιοχή ενδιαφέροντος του μετεωρολογικού σταθμού.

- ✓ Το βραχύμετρο: Αποτελεί το όργανο της μέτρησης για τα επίπεδα των βροχοπτώσεων σε μία σαφώς οριοθετημένη χρονική περίοδο μελέτης.
- ✓ Το κιβώτιο των ταχυτήτων: Συνιστά το όργανο μέτρησης το οποίο είναι υπεύθυνο για την καταμέτρηση του βαθμού της ορατότητα σε μία γεωγραφική περιοχή.
- ✓ Τον ανεμοδείκτη: Αποτελεί ένα ακόμα όργανο μέσω του οποίου εντοπίζεται επαρκώς η κατεύθυνση του ανέμου που εντοπίζεται στη γεωγραφική περιοχή.
- ✓ Την «κάλτσα του ανέμου»: Συνιστά το όργανο μέτρησης σχετικά με τον εντοπισμό της κατεύθυνσης του ανέμου και φυσικά της ταχύτητας αυτού, σε μία δεδομένη χρονική στιγμή.
- ✓ Το ανεμόμετρο: Αποτελεί το όργανο μέτρησης των τιμών της επικρατούσας ταχύτητας των ανέμων εντός της περιοχής των δραστηριοτήτων του μετεωρολογικού σταθμού.
- ✓ Το πυρανόμετρο: Το συγκεκριμένο εργαλείο μέτρησης έχει τη δυνατότητα να καταμετρά και παραχωρεί τιμές σχετικά με τα επίπεδα της ηλιακής ακτινοβολίας σε μία γεωγραφική περιοχή.
- ✓ Το δισδρομόμετρο: Αποτελεί το όργανο μέτρησης του συνόλου των σταγόνων της βροχής ανά περίπτωση βροχόπτωσης.

Τέλος, κρίνεται ως ζωτικής σημασίας να αναφερθεί ότι ο εκάστοτε μετεωρολογικός σταθμός κατέχει έναν μοναδικό αριθμό μέσω του οποίου αναγνωρίζεται και υπολογίζεται η φυσική παρουσία αυτού αλλά και των αντίστοιχων τιμών των μετρήσεων τις οποίες εξάγει μέσα από τις λειτουργίες του.

Κεφάλαιο 2^ο : Οι αισθητήρες μέτρησης των περιβαλλοντικών / ατμοσφαιρικών συνθηκών και τα συστήματα παρακολούθησης των ατμοσφαιρικών συνθηκών

2.1 Γενικά στοιχεία γύρω από τους αισθητήρες μέτρησης των περιβαλλοντικών / ατμοσφαιρικών συνθηκών

Στη σύγχρονη επιστήμη της μετεωρολογίας, καθώς και στις αντίστοιχες μετρήσεις τις οποίες περιλαμβάνει αυτή, σημαντικό ρόλο κατέχουν οι αισθητήρες οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να αναγνωρίζουν ένα φυσικό φαινόμενο. Σύμφωνα με τους Vargas et al. (2021), ως αισθητήρας νοείται, το σύστημα εκείνο (είτε αυτό αποτελείται από μόνο μία μεμονωμένη συσκευή είτε όχι) το οποίο έχει τη δυνατότητα και περιλαμβάνει τις απαραίτητες λειτουργίες, για την επίτευξη του σκοπού του εντοπισμού κλιματικών / ατμοσφαιρικών / περιβαλλοντικών αλλαγών και εν συνεχεία μεταβιβάζει τα συλλεχθέντα δεδομένα / πληροφορίες των αντίστοιχων μεταβλητών ενδιαφέροντος, με ηλεκτρονικό τρόπο σε ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα συγκέντρωσης δεδομένων για τη μελέτη και την επιπλέον διερεύνηση αυτών.

Κατά τους Linnhoff et al. (2022), στην πάροδο των τελευταίων είκοσι (20) χρόνων η τεχνολογία η οποία συνοδεύει τους αισθητήρες έχει εξελιχθεί ραγδαία ακολουθούμενη και αυτή, τη σύγχρονη εποχή την οποία διανύουμε. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εισχώρηση της τεχνολογίας των αισθητήρων σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης, όπως λόγου χάριν είναι τα ασανσέρ. Επιπροσθέτως, οι σημερινοί σύγχρονης τεχνολογίας αισθητήρες, μέσα από την καθημερινή τους χρήση, έχουν τη δυνατότητα να παραχωρούν τιμές για τη θερμοκρασία, την υγρασία, την πίεση, τη ροή κ.α, τα οποία και θα παρουσιαστούν εκτενώς στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου (Papapostolou et al., 2017).

Τέλος, σε αυτό το σημείο προς τη βέλτιστη κατανόηση του συγκεκριμένου ζητήματος, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν ορισμένα πολύ βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα τα οποία θα πρέπει να διαθέτει ένας σύγχρονος και ασφαλής αισθητήρας έτσι ώστε οι παρεχόμενες τιμές των αντίστοιχων μεταβλητών να θεωρούνται ως

έγκυρες (Jiao et al., 2016 ; Heizler et al., 2019). Αυτά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα είναι τα ακόλουθα (Jiao et al., 2016):

- Επικεντρώνεται στις ιδιότητες και τα αντίστοιχα γνωρίσματα μόνο των μεταβλητών ενδιαφέροντος ανά περίπτωση εφαρμογής.
- Διαθέτουν στις κατασκευαστικές του προϋποθέσεις τη διαδικασία της «γραμμικής μεταφοράς».
- Διαθέτουν υψηλό βαθμό ευαισθησίας στην αντίστοιχη υπό – διερεύνηση μεταβλητή.

2.2 Τα κυριότερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των αισθητήρων

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα οι αισθητήρες αποτελούν πολύ σημαντικά συστήματα τα οποία κατά συνέπεια θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν ακριβή δεδομένα για τις υπό εξέταση μεταβλητές ανά περίπτωση. Έτσι, προς την επίτευξη του εν λόγω σκοπού οι αισθητήρες, θα πρέπει να κατέχουν δεκαοκτώ (18) κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα τα οποία είναι τα ακόλουθα (Heizler et al., 2019 ; Jiao et al., 2016):

- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της γραμμικότητας: Το εν λόγω χαρακτηριστικό γνώρισμα των αισθητήρων αφορά κατά κύριο λόγο τη μορφή της γραφικής απεικόνισης στο σημείο της εξόδου το οποίο θα πρέπει, ως απαραίτητη προϋπόθεση, να δημιουργεί ευθεία γραμμή σε σχέση με το σημείο εισόδου.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της υστέρησης: Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό γνώρισμα των αισθητήρων αναφέρεται στην επιτευχθείσα τιμή της διαφορά η οποία εντοπίζεται στο σημείο της εξόδου σε σχέση με τις τιμές της εισόδου.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα του εύρους: Ως γνώρισμα «εύρους» στους αισθητήρες νοείται το διάστημα τιμών όπου το αντίστοιχο σύστημα έχει τη δυνατότητα να προσφέρει τις λειτουργίες του με ομαλό τρόπο.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα του σφάλματος: Το χαρακτηριστικό αυτό γνώρισμα των αισθητήρων αναφέρεται στη δημιουργηθείς διαφορά των τιμών της μέτρησης με τις πραγματικές τιμές.

- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της πιστότητας: Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της πιστότητας, ίσως, αποτελεί το σημαντικότερο γνώρισμα των αισθητήρων, καθώς αναφέρεται στην εξαγωγή ρεαλιστικών τιμών μέσα από το πλαίσιο της δραστηριοποίησης του εκάστοτε αισθητήρα.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της επαναληψιμότητας: Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό γνώρισμα των αισθητήρων συνδέεται άμεσα με τη δυνατότητα αυτών, στο να επαναλαμβάνουν τις ακριβείς λειτουργίες τους για πάνω από μία φορά, στο ίδιο σημείο εισόδου.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ανοχής: Το εν λόγω χαρακτηριστικό γνώρισμα των αισθητήρων αναφέρεται στο μέγιστο δυνατό σφάλμα στο οποίο έχει τη δυνατότητα να προβεί ο κάθε αισθητήρας, σε μία περίοδο χρήσης / λειτουργίας του.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ευστάθειας: Αποτελεί μία σημαντική μεταβλητή των αισθητήρων η οποία παρουσιάζει ευθεία σχέση με τις αλλαγές στο σημείο της εξόδου για μακρύ χρονικό ορίζοντα, λαμβάνοντας ως κύριο δεδομένο τη σταθερότητα, τόσο στις επικρατούσες συνθήκες, όσο και στο σημείο της εισόδου.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της νεκρής ζώνης: Το χαρακτηριστικό, αυτό, γνώρισμα των αισθητήρων αφορά το μέγιστο επιτρεπτό αριθμό σε σχέση με τις τροποποιήσεις στο σημείο της εισόδου το οποίο μπορεί να αντέξει ένας αισθητήρα, λαμβάνοντας ως δεδομένο το στοιχείο της σταθερότητας στο σημείο της εξόδου αυτού.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ακρίβειας: Το χαρακτηριστικό, αυτό, γνώρισμα των αισθητήρων έχει άμεση σχέση με το βαθμό ακρίβειας των τιμών οι οποίες προκύπτουν μέσα από το πλαίσιο των δραστηριοτήτων του υπό – λειτουργία αισθητήρα.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα του χρόνου της λειτουργίας τους: Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, αναφέρεται στα επιτρεπτά όρια της λειτουργίας του κάθε αισθητήρα έτσι ώστε να παρέχει ασφαλής τιμές για τις υπό – διερεύνηση μεταβλητές.

- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ευαισθησίας: Το εν λόγω χαρακτηριστικό γνώρισμα των αισθητήρων είναι γνωστό στο ευρύ κοινό και με τον όρο «βαθμός ευαισθησίας» και αποτελεί τη σχέση η οποία συνδέει άρρηκτα τις τροποποιήσεις στις τιμές εξόδου από αυτές στις τιμές εισόδου. Επίσης, προς τη βέλτιστη λειτουργία του αισθητήρα, θα πρέπει, η σχέση αυτή να είναι ίση με την επιτευχθείσα διαφορά ανάμεσα στις τιμές εξόδου προς τις τιμές της ανάλογης εισόδου.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της βαθμονόμησης: Το χαρακτηριστικό αυτό αναφέρεται στις μονάδες μέτρησης των εξαχθέντων τιμών και στην ένταξή τους στην αντίστοιχη κλίμακα της μέτρησης.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ολίσθησης: Το γνώρισμα αυτό, έχει άμεση σχέση με την περίοδο της ζωής και της λειτουργίας του αισθητήρα σε ασφαλής συνθήκες για τις τιμές οι οποίες εξάγονται ανά περίπτωση.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της απόκρισης: Το εν λόγω χαρακτηριστικό γνώρισμα αναφέρεται στο χρόνο απόκρισης. Πιο συγκεκριμένα στον χρόνο κατά τον οποίο ο αισθητήρας, έχει τη δυνατότητα να εξάγει αποτελέσματα τιμών.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της διακριτικής ικανότητας: Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα των αισθητήρων έχει άμεση σύνδεση με την ποσοστιαία τροποποίηση της τιμής της εισόδου την οποία έχει τη δυνατότητα ο αισθητήρας να εντοπίσει εντός των πλαισίων των δραστηριοτήτων του.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της καθυστέρησης: Αφορά το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ο αισθητήρας έχει τη δυνατότητα να εντοπίσει την τροποποίηση στο σημείο της εξόδου ως προς το σημείο της εισόδου αυτού.
- ❖ Το χαρακτηριστικό γνώρισμα του στατικού σφάλματος: Συνιστά το ενδεδειγμένο στατιστικό σφάλμα των λειτουργιών του αισθητήρα κατά το χρόνο της λειτουργίας του.

2.3 Οι τύποι των αισθητήρων μέτρησης των περιβαλλοντικών / ατμοσφαιρικών συνθηκών

2.3.1 Ο τύπος PA – II

Ένας από τους συχνά χρησιμοποιούμενους αισθητήρες είναι ο τύπος PA – II ο οποίος σύμφωνα με τα κατασκευαστικά του χαρακτηριστικά είναι σε θέση να αξιοποιηθεί με ασφάλεια, τόσο σε εξωτερικό, όσο και σε εσωτερικό περιβάλλον. Επιπλέον, ο εν λόγω τύπος αισθητήρα, συνίσταται για επαγγελματικούς αλλά και για οικιακούς σκοπούς (Connolly et al., 2022).

Σύμφωνα με τους Ahangor et al. (2019), ο αισθητήρα PA – II, μπορεί να χαρακτηριστεί ως αισθητήρας ανίχνευσης της ποιότητας του αέρα σε ένα περιβάλλοντα χώρο και έχει τα κατάλληλα τεχνολογικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε να πραγματοποιεί τις αντίστοιχες μετρήσεις για τις συγκεντρώσεις PA 2,5 σε ρεαλιστικό χρονικό ορίζοντα ανά περίπτωση της λειτουργίας του.

Όσον αναφορά τον τρόπο της λειτουργίας του, αυτός διαθέτει στο εσωτερικό του τμήμα δύο (2) μετρητές υπό τη μορφή λέιζερ ακτινών οι οποίο εκχωρούν στο συνολικό σύστημα κατ' αντιστοιχία δύο (2) εξαγόμενες τιμές. Στη συνέχεια, οι προαναφερθείσες τιμές, συγκρίνονται με σκοπό να συγκεντρώσουν μία «βαθμολογία αυτοαξιολόγησης της εμπιστοσύνης» (Connolly et al., 2022 ; Ahangor et al., 2019).

Εκτός των άλλων, ο τύπος αισθητήρα PA – II, διαθέτει στο εσωτερικό του τμήμα, πάντα, ένα προσαρτώμενο ως προς αυτό, Wi – Fi έτσι ώστε με τη συμβολή της τεχνολογίας να τροφοδοτεί με τα δεδομένα που εξάγει, το συνολικό υπολογιστικό σύστημα των χαρτών της μορφής Purple – Air το οποίο με τη σειρά του επεξεργάζεται τις μετρήσεις και παρέχει τις αντίστοιχες πληροφορίες σε όποιον τις επιθυμεί προς περαιτέρω διερεύνηση (Barkjohn et al., 2020).

Τη δεδομένη χρονική στιγμή ο τύπος αισθητήρα PA – II, διατίθεται προς χρήση, μόνο σε δύο (2) εκδόσεις ενώ η επικρατέστερη εξ αυτών θεωρείται πως είναι η SD έκδοση. Η εν λόγω έκδοση του τύπου PA – II, έχει ως κύριο συστατικό του τμήμα ένα εσωτερικής μορφής καταγραφικό SD το οποίο δίνει την άμεση δυνατότητα, τόσο για τη συλλογή, όσο και για την αποθήκευση των εξαχθέντων πληροφοριών χωρίς την

απαραίτητη σύνδεση του αντίστοιχου Wi – Fi κατά τη χρονική στιγμή της συλλογής των αντίστοιχων τιμών (Connolly et al., 2022). Σε σχέση με το τροφοδοτικό σύστημα της έκδοσης αυτής, από πολλούς επιστήμονες τους κλάδου (Connolly et al., 2022 ; Barkjohn et al., 2020 ; Ahangar et al., 2019), χαρακτηρίζεται ως πολύπλοκο καθώς εντάσσει ένα τροφοδοτικό σύστημα USB με χαρακτηριστικά πολύ μεγάλης ποιότητας και περιβάλλον καλώδιο μήκους 5,19 μέτρων.

Σε σχέση με τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του συγκεκριμένου τύπου αισθητήρα αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα ο οποίος ακολουθεί:

| Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του τύπου αισθητήρα PA - II | |
|---|---|
| Αποτελεσματικό εύρος | Βασικό PM 2,5 * 0 έως και τα 500μg / m ³ |
| Τυπικός όγκος | 0,1 λίτρα (L) |
| Συνολικός χρόνος απόκρισης | Μικρότερος ή ίσος των 10 δευτερολέπτων (s) |
| Χρόνος απόκρισης της υγρασίας | 1 δευτερόλεπτο (s) |
| Διαστάσεις εκφραζόμενες σε χιλιοστά | 85 mm * 85 mm * 125 mm |
| Διαστάσεις εκφραζόμενες σε ιντσες | 3,5 in * 3,5 in * 5 in |
| Απόδοση της μέτρησης | Στο 50 % στα 0,3 μm Στο 98 % σε μικρότερο ή ίσο του 0,5 μm |
| Εύρος θερμοκρασίας σε βαθμούς Κελσίου | - 40 έως 85 |
| Εύρος θερμοκρασίας σε F | - 40 έως 185 |
| Ανοχή στην ακρίβεια | + - 3 % RH |
| Ανάγκες τροφοδοσίας | 5V USB |

| | |
|----------------------------|---|
| | 600 Ma στην κορυφή 0,18 A συνεχές τροφοδότηση |
| Υστέρηση | Μικρότερη ή ίση του 2 % RH |
| Το εύρος της πίεσης | Υπάγεται στο διάστημα μεταξύ 300 έως και 1100 hPa |
| Το εύρος της μέτρησης | 0,3μm , 0,5μm, 1μm, 2,5μm, 5μm, 10μm |
| Μέγιστο σφάλμα της συνοχής | Βασικό PM 2,5 + - 10% στα 100 έως και 500 μg / m ³ Και + - 10 μg / m ³ στα 0 έως 100 μg / m ³ |
| Μέγιστο εύρος | Βασικό PM 2,5 * μικρότερο ή ίσο του 1000 μg /m ³ |

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά των αισθητήρων τύπου PA – II (Connolly et al., 2022).

2.3.2 Ο τύπος PA – I – Indoor

Έναν ακόμη τύπο σύγχρονων αισθητήρων αποτελεί ο PA – I – Indoor ο οποίος με βάση τα κατασκευαστικά του χαρακτηριστικά, έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί και να συλλέξει ακριβής και ασφαλής μετρήσεις σε εσωτερικό περιβάλλον της λειτουργίας του. Ο συγκεκριμένος τύπος αισθητήρα, σε αντίθεση με τον προηγούμενο ο οποίος παρουσιάστηκε νωρίτερα στο παρόν κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας, διαθέτει ένα μοναδικό μετρητή υπό τη μορφή ακτίνας λέιζερ ο οποίος βοηθά στην επίτευξη των αντίστοιχων χρήσιμων μετρήσεων για τον εκάστοτε χώρο όπως επίσης, διαθέτει και ενσωματωμένο Wi – Fi (Connolly et al., 2022).

Επιπλέον, όσον αναφορά τη λειτουργία του ο τύπος αισθητήρα PA – I – Indoor με τη βοήθεια του μετρητή λέιζερ τον οποίο διαθέτει, έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίσει σε σύντομο χρόνο την κατάσταση της ποιότητας του αέρα στο περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί. Πιο αναλυτικά, το έγχρωμο δυναμικής λέιζερ, αλλάζει χρώμα σύμφωνα με τα επίπεδα της ποιότητας του αέρα (Ahongar et al., 2019). Τα χρώματα τα οποία

λαμβάνει εντός των δραστηριοτήτων του για τη συγκεκριμένη λειτουργία είναι τα εξής (Ahongar et al., 2019):

- Κίτρινο χρώμα.
- Κόκκινο χρώμα.
- Πράσινο χρώμα.
- Μωβ χρώμα.
- Βυσσινί χρώμα.
- Πορτοκαλί χρώμα.

Τέλος, τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του συγκεκριμένου τύπου αισθητήρα αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα ο οποίος ακολουθεί:

| Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του τύπου αισθητήρα PA – I – Indoor | |
|---|--|
| Αποτελεσματικό εύρος | Βασικό PM 2,5 * 0 έως και τα 500μg / m ³ |
| Τυπικός όγκος | 0,1 λίτρα (L) |
| Συνολικός χρόνος απόκρισης | Μικρότερος ή ίσος των 10 δευτερολέπτων (s) |
| Χρόνος απόκρισης της υγρασίας | 1 δευτερόλεπτο (s) |
| Διαστάσεις εκφραζόμενες σε χιλιοστά | 108 mm * 67 mm * 57 mm |
| Διαστάσεις εκφραζόμενες σε ιντσες | 4,2 in * 3 in * 2,25 in |
| Απόδοση της μέτρησης | Στο 50 % στα 0,3 μm Στο 98 % σε μικρότερο ή ίσο του 0,5 μm |
| Εύρος θερμοκρασίας σε βαθμούς Κελσίου | - 40 έως 85 |
| Εύρος θερμοκρασίας σε F | - 40 έως 185 |

| | |
|----------------------------|--|
| Ανοχή στην ακρίβεια | + - 3 % RH |
| Ανάγκες τροφοδοσίας | 5V USB 600 mA στην κορυφή 0,18 A συνεχές τροφοδότηση 3,2 ft |
| Υστέρηση | Μικρότερη ή ίση του 2 % RH |
| Το εύρος της πίεσης | Υπάγεται στο διάστημα μεταξύ 300 έως και 1100 hPa |
| Το εύρος της μέτρησης | 0,3μm , 0,5μm, 1μm, 2,5μm, 5μm, 10μm |
| Μέγιστο σφάλμα της συνοχής | Βασικό PM 2,5 + - 10% στα 100 έως και 500 μg / m ³ Και + - 10 μg / m ³ στα 0 έως 100 μg / m ³ |
| Μέγιστο εύρος | Βασικό PM 2,5 * μικρότερο ή ίσο του 1000 μg /m ³ |

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά των αισθητήρων τύπου PA – I – Indoor (Connolly et al., 2022).

2.3.3 Ο τύπος PA – II – SD

Σύμφωνα με τους Connolly et al. (2022), ο αισθητήρα PA – II - SD, μπορεί να χαρακτηριστεί ως αισθητήρας ανίχνευσης της ποιότητας του αέρα σε ένα περιβάλλοντα χώρο και έχει τα κατάλληλα τεχνολοιουργικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε να πραγματοποιεί τις αντίστοιχες μετρήσεις για τις συγκεντρώσεις PA 2,5 σε ρεαλιστικό χρονικό ορίζοντα ανά περίπτωση της λειτουργίας του.

Όσον αναφορά τον τρόπο της λειτουργίας του, αυτός διαθέτει στο εσωτερικό του τμήμα δύο (2) μετρητές υπό τη μορφή λέιζερ ακτινών οι οποίο εκχωρούν στο συνολικό σύστημα κατ' αντιστοιχία δύο (2) εξαγόμενες τιμές. Στη συνέχεια, οι προαναφερθείσες τιμές, συγκρίνονται με σκοπό να συγκεντρώσουν μία «βαθμολογία

αυτοαξιολόγησης της εμπιστοσύνης» (Connoly et al., 2022 ; Barkjohn et al., 2020 ; Ahangar et al., 2019).

Εκτός των άλλων, ο τύπος αισθητήρα PA – II - SD, διαθέτει στο εσωτερικό του τμήμα, πάντα, ένα προσαρτώμενο ως προς αυτό, Wi – Fi έτσι ώστε με τη συμβολή της τεχνολογίας να τροφοδοτεί με τα δεδομένα που εξάγει, το συνολικό υπολογιστικό σύστημα των χαρτών της μορφής Purple – Air το οποίο με τη σειρά του επεξεργάζεται τις μετρήσεις και παρέχει τις αντίστοιχες πληροφορίες σε όποιον τις επιθυμεί προς περαιτέρω διερεύνηση (Connoly et al., 2022).

Η εν λόγω έκδοση του τύπου PA – II - SD, έχει ως κύριο συστατικό του τμήμα ένα εσωτερικής μορφής καταγραφικό SD το οποίο δίνει την άμεση δυνατότητα, τόσο για τη συλλογή, όσο και για την αποθήκευση των εξαχθέντων πληροφοριών χωρίς την απαραίτητη σύνδεση του αντίστοιχου Wi – Fi κατά τη χρονική στιγμή της συλλογής των αντίστοιχων τιμών (Connoly et al., 2022). Σε σχέση με το τροφοδοτικό σύστημα της έκδοσης αυτής, από πολλούς επιστήμονες τους κλάδου (Connoly et al., 2022 ; Ahangar et al., 2019 ; Barkjohn et al., 2020), χαρακτηρίζεται ως πολύπλοκο καθώς εντάσσει ένα τροφοδοτικό σύστημα USB με χαρακτηριστικά πολύ μεγάλης ποιότητας και περιβάλλον καλώδιο μήκους 5,19 μέτρων.

Σε σχέση με τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του συγκεκριμένου τύπου αισθητήρα αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα ο οποίος ακολουθεί:

| Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του τύπου αισθητήρα PA – II – SD | |
|--|---|
| Αποτελεσματικό εύρος | Βασικό PM 2,5 * 0 έως και τα 500μg / m ³ |
| Τυπικός όγκος | 0,1 λίτρα (L) |
| Συνολικός χρόνος απόκρισης | Μικρότερος ή ίσος των 10 δευτερολέπτων (s) |
| Χρόνος απόκρισης της υγρασίας | 1 δευτερόλεπτο (s) |
| Διαστάσεις εκφραζόμενες σε χιλιοστά | 85 mm * 85 mm * 125 mm |

| | |
|---------------------------------------|--|
| Διαστάσεις εκφραζόμενες σε ιντσες | 3,5 in * 3,5 in * 5 in |
| Απόδοση της μέτρησης | Στο 50 % στα 0,3 μm Στο 98 % σε μικρότερο ή ίσο του 0,5 μm |
| Εύρος θερμοκρασίας σε βαθμούς Κελσίου | - 40 έως 85 |
| Εύρος θερμοκρασίας σε F | - 40 έως 185 |
| Ανοχή στην ακρίβεια | + - 3 % RH |
| Ανάγκες τροφοδοσίας | 5V USB 600 Ma στην κορυφή 0,18 A συνεχές τροφοδότηση |
| Υστέρηση | Μικρότερη ή ίση του 2 % RH |
| Το εύρος της πίεσης | Υπάγεται στο διάστημα μεταξύ 300 έως και 1100 hPa |
| Το εύρος της μέτρησης | 0,3μm , 0,5μm, 1μm, 2,5μm, 5μm, 10μm |
| Μέγιστο σφάλμα της συνοχής | Βασικό PM 2,5 + - 10% στα 100 έως και 500 μg / m ³ Και + - 10 μg / m ³ στα 0 έως 100 μg / m ³ |
| Μέγιστο εύρος | Βασικό PM 2,5 * μικρότερο ή ίσο του 1000 μg / m ³ |

Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά των αισθητήρων τύπου PA – II – SD (Connolly et al., 2022).

2.3.4 Ο τύπος PA – II – FLEX

Ο τύπος αισθητήρα PA – II – FLEX αποτελεί την πιο βελτιωμένη εκδοχή του τύπου PA – II και αυτό το λόγο διαθέτει πανομοιότυπα λειτουργικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά (Connolly et al., 2022).

Αυτός ο τύπος αισθητήρα αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα ανίχνευσης της ποιότητας του αέρα σε ένα περιβάλλοντα χώρο και έχει τα κατάλληλα τεχνολογικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε να πραγματοποιεί τις αντίστοιχες μετρήσεις για τις συγκεντρώσεις PA 2,5 σε ρεαλιστικό χρονικό ορίζοντα ανά περίπτωση της λειτουργίας του (Connolly et al., 2022 ; Ahangar et al., 2019 ; Barkjohn et al., 2020).

Όσον αναφορά τον τρόπο της λειτουργίας του, αυτός διαθέτει στο εσωτερικό του τμήμα δύο (2) μετρητές υπό τη μορφή λέιζερ ακτινών οι οποίο εκχωρούν στο συνολικό σύστημα κατ' αντιστοιχία δύο (2) εξαγόμενες τιμές. Στη συνέχεια, οι προαναφερθείσες τιμές, συγκρίνονται με σκοπό να συγκεντρώσουν μία «βαθμολογία αυτοαξιολόγησης της εμπιστοσύνης» (Connolly et al., 2022 ; Ahangar et al., 2019 ; Barkjohn et al., 2020).

Επιπλέον, όσον αναφορά τη λειτουργία του ο τύπος αισθητήρα PA – I – Indoor με τη βοήθεια των μετρητών λέιζερ τους οποίους διαθέτει, έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίσει σε σύντομο χρόνο την κατάσταση της ποιότητας του αέρα στο περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί. Συγκεκριμένα, το έγχρωμης δυναμικής λέιζερ, αλλάζει χρώμα σύμφωνα με τα επίπεδα της ποιότητας του αέρα. Τα χρώματα τα οποία λαμβάνει εντός των δραστηριοτήτων του για τη συγκεκριμένη λειτουργία είναι τα εξής (Connolly et al., 2022 ; Ahangar et al., 2019 ; Barkjohn et al., 2020):

- Κίτρινο χρώμα.
- Κόκκινο χρώμα.
- Πράσινο χρώμα.
- Μωβ χρώμα.
- Βυσσινί χρώμα.
- Πορτοκαλί χρώμα.

Ένα επιπρόσθετο σημαντικό στοιχείο του εν λόγω αισθητήρα είναι η παρουσία του ενσωματωμένου Wi – Fi το οποίο δίνει τη δυνατότητα της διαβίβασης των

συλλεχθέντων μετρήσεων στο κεντρικό υπολογιστικό σύστημα των χαρτών Purple – Air (Connolly et al., 2022 ; Ahangar et al., 2019 ; Barkjohn et al., 2020).

Τέλος, τα κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα του συγκεκριμένου τύπου αισθητήρα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

| Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του τύπου αισθητήρα PA – Π – SD | |
|---|---|
| Αποτελεσματικό εύρος | Βασικό PM 2,5 * 0 έως και τα 500μg / m ³ |
| Τυπικός όγκος | 0,1 λίτρα (L) |
| Συνολικός χρόνος απόκρισης | Μικρότερος ή ίσος των 10 δευτερολέπτων (s) |
| Χρόνος απόκρισης της υγρασίας | 1 δευτερόλεπτο (s) |
| Διαστάσεις εκφραζόμενες σε χιλιοστά | 85 mm * 85 mm * 125 mm |
| Διαστάσεις εκφραζόμενες σε ιντσες | 3,5 in * 3,5 in * 5 in |
| Απόδοση της μέτρησης | Στο 50 % στα 0,3 μm Στο 98 % σε μικρότερο ή ίσο του 0,5 μm |
| Έυρος θερμοκρασίας σε βαθμούς Κελσίου | - 40 έως 85 |
| Έυρος θερμοκρασίας σε F | - 40 έως 185 |
| Ανοχή στην ακρίβεια | + - 3 % RH |
| Ανάγκες τροφοδοσίας | 5V USB 600 Ma στην κορυφή 0,18 A συνεχές τροφοδότηση |

| | |
|----------------------------|--|
| Υστέρηση | Μικρότερη ή ίση του 2 % RH |
| Το εύρος της πίεσης | Υπάγεται στο διάστημα μεταξύ 300 έως και 1100 hPa |
| Το εύρος της μέτρησης | 0,3μm , 0,5μm, 1μm, 2,5μm, 5μm, 10μm |
| Μέγιστο σφάλμα της συνοχής | Βασικό PM 2,5 + - 10% στα 100 έως και 500 μg / m ³ Και + - 10 μg / m ³ στα 0 έως 100 μg / m ³ |
| Μέγιστο εύρος | Βασικό PM 2,5 * μικρότερο ή ίσο του 1000 μg / m ³ |

Πίνακας 8: Χαρακτηριστικά των αισθητήρων τύπου PA – II – FLEX (Connolly et al., 2022).

2.4 Τα συστήματα παρακολούθησης των ατμοσφαιρικών συνθηκών

2.4.1 Το σύστημα παρακολούθησης Panacea

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα ένα από τα κύρια συστήματα παρακολούθησης των ατμοσφαιρικών συνθηκών είναι το Panacea. Αυτό είναι γνωστό στο ευρύ επιστημονικό κοινό και όχι μόνο, με τον όρο «Πανελλαδική υποδομή μελέτης της ατμοσφαιρικής σύστασης και της κλιματικής αλλαγής». Στο σημείο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι το εν λόγω σύστημα παρακολούθησης των ατμοσφαιρικών συνθηκών, χαρακτηρίζεται ως το πιο εμπειριστατωμένο, ενημερωμένο και ολοκληρωμένο σύστημα, σε όλη τη γεωγραφική περιοχή της Νότιας Ευρώπης αλλά και των χωρών της Ανατολικής Μεσογείου (Castro & Priego, 2010 ; Pouliot, 2008).

Εκτός των άλλων το σύστημα της «Πανελλαδικής υποδομής της μελέτης της ατμοσφαιρικής σύστασης και της κλιματικής αλλαγής», μέσα από το φάσμα των δραστηριοτήτων του και των λειτουργιών του, παρέχει τη δυνατότητα της κατάλληλης εξασφάλισης των τιμών σχετικά με την ηλιακή ακτινοβολία, τη σύσταση

της ατμόσφαιρας, τους φυσικούς και χημικούς κινδύνους αλλά και της κλιματικής αλλαγής, με σκοπό την επιπρόσθετη μελέτη αυτών, αλλά και την τακτική παρακολούθησή τους από τους ειδικούς επιστήμονες οι οποίοι ασχολούνται με το ζήτημα αυτό (Castro & Priego, 2010 ; Pouliot, 2008).

Στη γεωγραφική περιοχή της Αθήνας και συγκεκριμένα στην περιοχή του Θησείου εντός του Αστεροσκοπείου, λειτουργεί αυτή τη στιγμή, ίσως ο πιο σημαντικός μετεωρολογικός σταθμός με τη βοήθεια του οποίου συλλέγονται πληροφορίες και δεδομένα σχετικά με τα επίπεδα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην πόλη. Η τοποθεσία αυτού, θεωρείται ως ιδανική διότι δεν εντοπίζονται σε κοντινή απόσταση οδικοί κόμβοι αλλά και βιομηχανικές ζώνες οι οποίες είναι σε θέση, πάντα, να επηρεάζουν τις εξαγόμενες τιμές ενδιαφέροντος και να μην δίνουν ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα της κατάστασης σε μία γεωγραφική περιοχή. Επιπλέον, εντός του συγκεκριμένου μετεωρολογικού σταθμού, εντοπίζεται και ένας επιμέρους κινητής μορφής σταθμός ο οποίος έχει επωμισθεί με την ευθύνη του εντοπισμού της ποιότητας του αέρα της περιοχής. Αυτός είναι εξοπλισμένος με όργανα μέτρησης τελευταίας τεχνολογίας και έχει ως κύριο σκοπό και στόχο του, τον ακριβή εντοπισμό των τιμών της ρύπανσης (Castro & Priego, 2010 ; Pouliot, 2008).

Επιπροσθέτως, τα τελευταία χρόνια λειτουργεί σε πειραματικό στάδιο βέβαια, στη γεωγραφική περιοχή της Αττικής, ένας ακόμα μετεωρολογικός σταθμός εντός του Πολυτεχνείου στην περιοχή του Ζωγράφου. Ο εν λόγω μετεωρολογικός σταθμός, έχει εξοπλιστεί με σύγχρονα τελευταίας τεχνολογίας όργανα μέτρησης και έχει ως στόχο του τον εντοπισμό των ακριβών τιμών μέτρησης σχετικά με τους ρύπους και την ατμοσφαιρική κατάσταση της περιοχής. Πιο αναλυτικά, τα όργανα μέτρησης τα οποία περιλαμβάνονται στον μετεωρολογικό σταθμό του Πολυτεχνείου είναι τα εξής που ακολουθούν (Castro & Priego, 2010 ; Pouliot, 2008 ; Μετσόβιο, 2022):

- ❖ Το σύστημα της τηλεπισκόπησης τύπου Lidar Dial το οποίο έχει επωμισθεί με την ευθύνη σχετικά με την καταγραφή και την αποτύπωση της κατακόρυφης κατανομής του ατμοσφαιρικού όζοντος στην γεωγραφική περιοχή.

- ❖ Το ακριβές σύστημα καταγραφής και συλλογής των νεφών υπό την ψηφιακή καταγραφή τους με την αντίστοιχη κάμερα υψηλής τεχνολογίας.
- ❖ Το νέας τεχνολογίας ολοκληρωμένο σύστημα των radar για την απεικόνιση και την καταγραφή των σχημάτων των νεφών.
- ❖ Το ολοκληρωμένο σύστημα της τηλεπισκόπησης τύπου Elastic Raman Lidar το οποίο διαθέτει στις λειτουργίες του πολλαπλά μήκη κύματος και έχει ως κύρια ευθύνη των δραστηριοτήτων του, την καταγραφή της κατακόρυφης κατανομής των σωματιδίων του αέρα στο τμήμα της τροπόσφαιρας της ατμόσφαιρας.
- ❖ Έναν τελευταία τεχνολογίας μικροαισθητήρα διερεύνησης της σωματιδιακής μάζας.
- ❖ Το μετεωρολογικό σταθμό τύπου Davis – Pro – 2 ο οποίος μέσα από το πλαίσιο των λειτουργιών του καταμετρά και αποθηκεύει στα αντίστοιχα υπολογιστικά συστήματα την επικρατούσα θερμοκρασία, την ταχύτητα των ανέμων, τη διεύθυνση των ανέμων, τα επίπεδα των βροχοπτώσεων, τα επίπεδα της υγρασίας καθώς και τα επίπεδα των τιμών της πίεσης.
- ❖ Τον αναλυτή τύπου GRIMM 365 ο οποίος έχει επιφορτιστεί με την ευθύνη της καταγραφής των συγκεντρώσεων των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.

2.4.2 Το σύστημα παρακολούθησης PurpleAir

Το σύστημα παρακολούθησης ατμοσφαιρικών συνθηκών Purple – Air όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, συχνά συνδέεται μέσω της τεχνολογίας του Wi – Fi με διάφορους τύπους αισθητήρων οι οποίο εκχωρούν προς αυτό τις ανιχνεύσιμες τιμές ανά περιοχή της οποίες καταγράφουν και εν συνεχεία αυτές συλλέγονται και τοποθετούνται με την μορφή πληροφοριών στους αντίστοιχους χάρτες Purple – Air (Connolly et al., 2022 ; Barkjohn et al., 2020 ; Ahangar et al., 2019).

Το ολοκληρωμένο σύστημα Purple – Air για τις ανάγκες της σημαντικής δραστηριότητάς του, εφαρμόζει μετρητές σωματιδίων υπό τη μορφή λείζερ. Αυτοί οι τύποι είναι οι εξής (Connolly et al., 2022) :

- ❖ PMS – 6003.
- ❖ PMS – 1003.
- ❖ PMS – 5003.

Οι παραπάνω αναφερόμενοι τύποι αισθητήρα έχουν τη δυνατότητα να καταμετρούν και να συλλέγουν πληροφορίες / δεδομένα σε σχέση με τα αιωρούμενα σωματίδια τα οποία διαθέτουν μέγεθος 0,3 , 0,5, 1, 2,5, 5 καθώς και 10μm και εν συνεχεία με τον κατάλληλο υπολογισμό έχουν τη δυνατότητα να εξάγουν ασφαλή συμπεράσματα και τιμές για το βαθμό εμπιστοσύνης. Τέλος, έχοντας ως σκοπό την άρτια λειτουργία του συστήματος παρακολούθησης ατμοσφαιρικών συνθηκών Purple – Air, θα πρέπει, πάντα, κάθε φορά τα εισαχθέντα στο σύστημα δεδομένα, να ελέγχονται εάν και κατά πόσο είναι «φιλικά» και κατάλληλα προς το συγκεκριμένο υπολογιστικό σύστημα καθώς και ως προς τον αλγόριθμο που το συνοδεύει (Connolly et al., 2022 ; Barkjohn et al., 2020 ; Ahangar et al., 2019).

2.4.3 Το σύστημα παρακολούθησης Meteo.gr

Το σύστημα παρακολούθησης ατμοσφαιρικών συνθηκών Meteo.gr αποτελεί το σύστημα εκείνο το οποίο χρησιμοποιείται κατά κόρον στη χώρα μας και παρουσιάζει στοιχεία φιλικά προς το χρήστη, πράγμα το οποίο οδηγεί στη σημαντική και ολοένα αυξανόμενη επισκεψιμότητα του αντίστοιχου site. Το εν λόγω σύστημα, πραγματοποίησε την εκκίνηση των λειτουργιών του το έτος 2000 και έκτοτε αποτελεί τη νούμερο ένα επιλογή, τόσο των επιστημόνων, όσο και του απλού κόσμου ο οποίος ενδιαφέρεται για θέματα καιρού και περιβάλλοντος. Επίσης, μέσω του meteo.gr υπάρχει η δυνατότητα της πρόγνωσης του καιρού για σχετικά μακρύ χρονικό ορίζονται με ασφαλή τρόπο με βάση τα παρεχόμενα δεδομένα τα οποία εκχωρεί.

Τέλος, ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο του εν λόγω συστήματος είναι η καταγραφή των αντίστοιχων τιμών στις μεταβλητές ενδιαφέροντος του καιρού σε πάνω από

πεντακόσιες (500) περιοχές ανά την Ελλάδα, γεγονός το οποίο οδηγεί στο συμπέρασμα της αξιόπιστης και εμπειριστατωμένης πηγής πληροφοριών (METEO, 2022).

Κεφάλαιο 3^ο : Η επεξεργασία και η στατιστική μελέτη πραγματικών δεδομένων από διαφορετικούς αισθητήρες

3.1 Ο σκοπός της έρευνας

Ο κυριότερος σκοπός της ανάπτυξης της συγκεκριμένης μελέτης είναι η διερεύνηση των πραγματικών δεδομένων / πληροφοριών σε σχέση με τη θερμοκρασία, τα επίπεδα της βροχόπτωσης και τα επίπεδα της ταχύτητας του ανέμου, σε δύο (2) απομακρυσμένα μεταξύ τους γεωγραφικά σημεία της Αττικής (την περιοχή του Πειραιά και την περιοχή της Πεντέλης) σε συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα (Ιανουάριος του έτους 2022 έως και Ιούνιος του έτους 2022) έτσι ώστε να εξαχθεί ένα ασφαλές συμπέρασμα για τις αντίστοιχες μεταβλητές στο λεκανοπέδιο της Αττικής.

3.2 Η αναγκαιότητα της έρευνας

Η αναγκαιότητα της έρευνας έγκειται στο γεγονός της γνώσης των περιβαλλοντικών, ατμοσφαιρικών και κλιματικών συνθηκών οι οποίες επικρατούν στην γεωγραφική περιοχή της Αττικής.

3.3 Ο σχεδιασμός της έρευνας

Ο σχεδιασμός της έρευνας αποτελεί ένα από τα αρχικά στοιχεία εκπόνησής της. Σε αυτό το στάδιο πρέπει να τεθούν ορθά και οργανωμένα όλα τα επιμέρους στάδια τα οποία θα ακολουθήσουν και θα συμβάλλουν σε πολύ μεγάλο βαθμό στην εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων τα οποία θα συμπίπτουν με τους βασικούς σκοπούς και τους επιμέρους στόχους τους οποίους έχει ορίσει ο κάθε ερευνητής (Creswell & Creswell, 2019).

Ο σχεδιασμός μίας έρευνας περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία (Creswell & Creswell, 2019):

- ✓ Την κατασκευή του ερευνητικού εργαλείου.
- ✓ Την δοκιμή με το πιλοτικό ερευνητικό εργαλείο, που στην προκειμένη περίπτωση δεν είναι απαραίτητη διότι το επιλεγθέν ερευνητικό εργαλείο είναι ήδη δοκιμασμένο και εξαιρετικά αξιόπιστο.
- ✓ Τη διαδικασία της δειγματοληψίας.
- ✓ Την οριοθέτηση του συνολικού πληθυσμού και του δείγματος που θα χρησιμοποιηθεί στην έρευνα.
- ✓ Τη μέθοδο της συλλογής των αποτελεσμάτων.
- ✓ Την επεξεργασία των δεδομένων.
- ✓ Την στατιστική ανάλυση των δεδομένων.

3.4 Ο πληθυσμός, το δείγμα και η μέθοδος της λήψης δεδομένων

Η δειγματοληψία συνιστά για οποιαδήποτε έρευνα ένα βήμα ζωτικής σημασίας σχετικά με την αποτελεσματικότητα αυτής. Σύμφωνα με τον Ζαφειρόπουλο (2012), οι κύριοι παράμετροι της δειγματοληψίας είναι οι ακόλουθοι:

- ✓ Η ορθή και προσεκτική επιλογή του κατάλληλου δείγματος το οποίο προέρχεται μέσα από τον συνολικό πληθυσμό της έρευνας.
- ✓ Τα κριτήρια εισδοχής του δείγματος.
- ✓ Η αποσαφήνιση του τελικού επιλεγθέντος δείγματος προς την ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά τη συγκεκριμένη έρευνα, το δείγμα αποτελούν οι τιμές για τις θερμοκρασίες, τα επίπεδα της βροχόπτωσης και τα επίπεδα της ταχύτητας των ανέμων, στις γεωγραφικές περιοχές του Πειραιά και της Πεντέλης, κατά τη χρονική

διάρκεια από τον Ιανουάριο του έτους 2022 έως και τον Ιούνιο του έτους 2022. Επίσης, τα πιο πάνω αναφερόμενα στοιχεία θα παρθούν από τα συστήματα mateo.gr και ranacea έτσι ώστε να διερευνηθεί και η συγκριτική διαδικασία των τιμών στα δύο (2) αυτά διαφορετικά συστήματα συλλογής περιβαλλοντικών και ατμοσφαιρικών συνθηκών.

3.5 Οι περιορισμοί της έρευνας

Όπως σε όλες τις έρευνες έτσι και σε αυτή, υπήρχαν ορισμένες δυσκολίες – περιορισμοί, όσον αναφορά την διεξαγωγή της και την ορθή σχεδίαση της. Αυτοί οι περιορισμοί οι οποίοι παρουσιάστηκαν ήταν οι εξής:

- ✓ Ο μειωμένος χρόνος τον οποίο είχα στη διάθεσή μου για τη σχεδίαση και την εκπόνηση της παρούσας έρευνας λόγω των κανονισμών.
- ✓ Η δυσκολία στην ανεύρεση των απαραίτητων στοιχείων από τα αντίστοιχα συστήματα τα οποία επιλέχθηκαν καθώς και η δύσκολη σχετικά χρήση αυτών.

3.6 Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα της έρευνας

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας θα αναλυθούν τα δεδομένα για τις μεταβλητές της θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης και της ταχύτητας των ανέμων σε δύο (2) περιοχές ενδιαφέροντος της Αττικής (στην Πεντέλη και τον Πειραιά) μέσω της λήψης δεδομένων από το meteo.gr και από το ranacea.

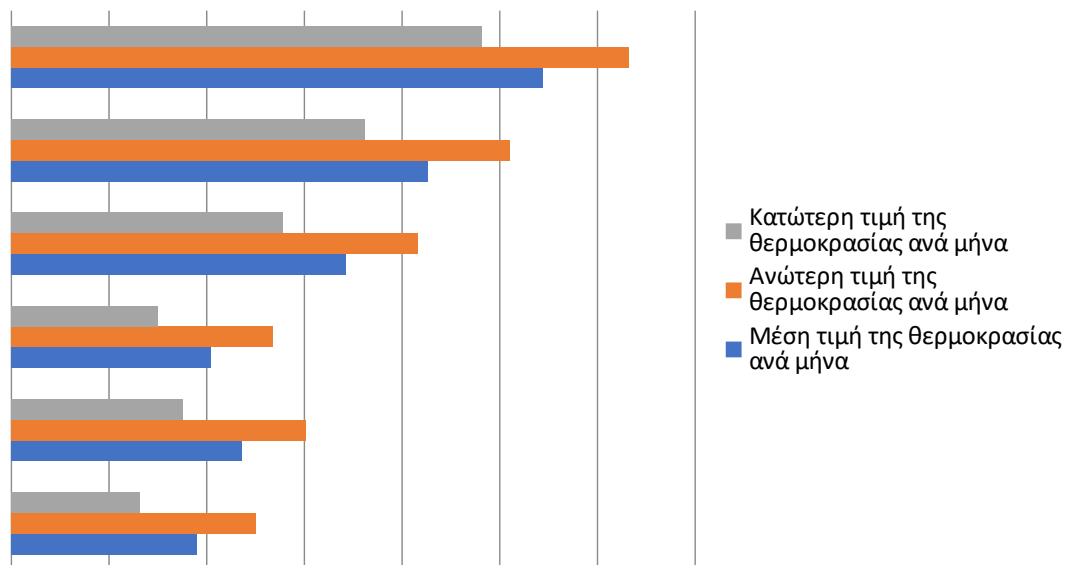
3.6.1 Τα δεδομένα και τα στατιστικά αποτελέσματα της έρευνας για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας

Τα εξαχθέντα αποτελέσματα από το σύστημα meteo.gr για την περιοχή του Πειραιά σε σχέση με τη διερεύνηση της μεταβλητής της θερμοκρασίας είναι τα εξής τα οποία ακολουθούν στον πίνακα:

| Μήνας | Μέση τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα | Ανώτερη τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα | Κατώτερη τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα |
|-------------|-------------------------------------|--|---|
| Ιανουάριος | 9,5 | 12,5 | 6,6 |
| Φεβρουάριος | 11,8 | 15,1 | 8,8 |
| Μάρτιος | 10,2 | 13,4 | 7,5 |
| Απρίλιος | 17,1 | 20,8 | 13,9 |
| Μάιος | 21,3 | 25,5 | 18,1 |
| Ιούνιος | 27,2 | 31,6 | 24,1 |

Πίνακας 9: Αποτελέσματα για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας στο διάστημα Ιανουάριος 2022 έως Ιούνιος του 2022, για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το meteo.gr.

Τα στοιχεία του πίνακα παρουσιάζονται πιο ρεαλιστικά και στην ακόλουθη γραφική παράσταση προς τη βέλτιστη κατανόηση του ζητήματος



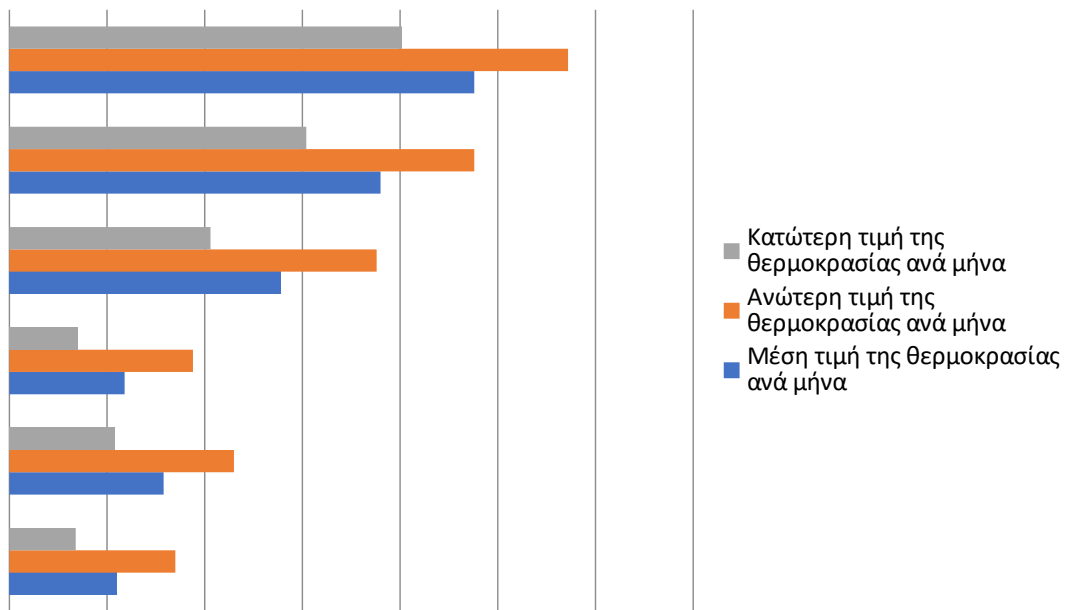
Εικόνα 4: Γραφική παράσταση των μέσων τιμών της θερμοκρασίας ανά μήνα, της κατώτατης και της ανώτατης θερμοκρασίας στην περιοχή του Πειραιά κατά το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022.

Επίσης, τα αντίστοιχα αποτελέσματα από το σύστημα meteo.gr για την περιοχή της Πεντέλης σε σχέση με τη διερεύνηση της μεταβλητής της θερμοκρασίας παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

| Μήνας | Μέση τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα | Ανώτερη τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα | Κατώτερη τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα |
|--------------|--|---|--|
| Ιανουάριος | 5,5 | 8,5 | 3,4 |
| Φεβρουάριος | 7,9 | 11,5 | 5,4 |
| Μάρτιος | 5,9 | 9,4 | 3,5 |
| Απρίλιος | 13,9 | 18,8 | 10,3 |
| Μάιος | 19 | 23,8 | 15,2 |
| Ιούνιος | 23,8 | 28,6 | 20,1 |

Πίνακας 10: Αποτελέσματα για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας στο διάστημα Ιανουάριος 2022 έως Ιούνιος του 2022, για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το meteo.gr.

Τα στοιχεία του πίνακα παρουσιάζονται πιο ρεαλιστικά και στην ακόλουθη γραφική παράσταση προς τη βέλτιστη κατανόηση του ζητήματος



Εικόνα 5: Γραφική παράσταση των μέσων τιμών της θερμοκρασίας ανά μήνα, της κατώτατης και της ανώτατης θερμοκρασίας στην περιοχή της Πεντέλης κατά το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022.

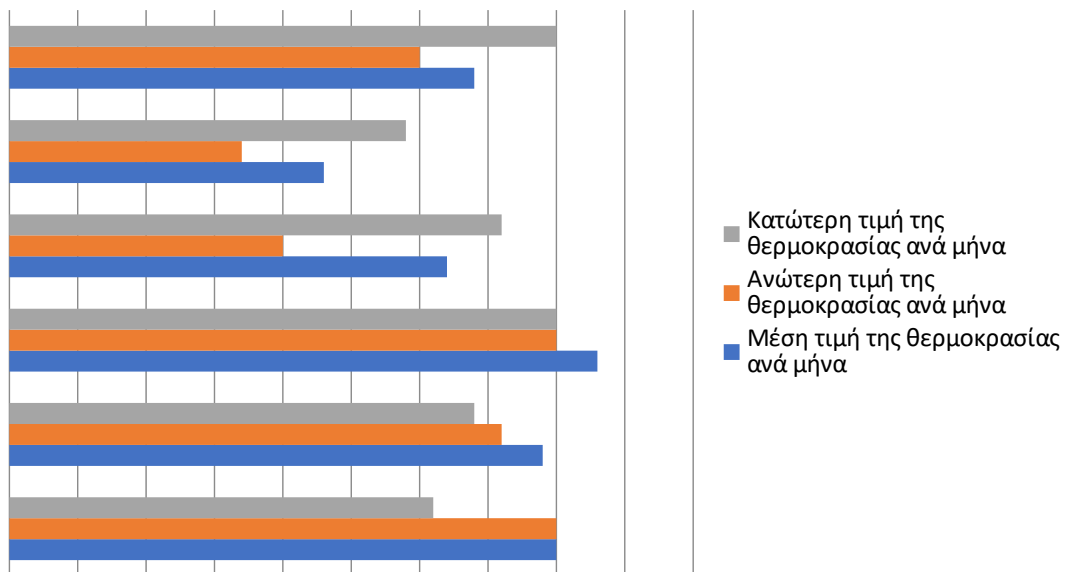
Μέσα από τα παραπάνω στοιχεία τα οποία εξήχθησαν από το meteo.gr, είμαστε σε θέση να κατανοήσουμε πλήρως ότι κατά το χρονικό διάστημα του εξαμήνου που μελετήθηκε η μεταβλητή της θερμοκρασίας στις περιοχές της Πεντέλης και του Πειραιά, εντοπίζεται μία διαφορά θερμοκρασίας του ύψους περίπου στους 4 βαθμούς Κελσίου αυξημένη στην περιοχή του Πειραιά. Αυτό φαίνεται και στο ακόλουθο πίνακα:

Στοιχεία θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ των περιοχών της

| Πεντέλης και του Πειραιά | | | |
|---------------------------------|--|---|--|
| Μήνας | Μέση τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα | Ανώτερη τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα | Κατώτερη τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα |
| Ιανουάριος | 4 | 4 | 3,1 |
| Φεβρουάριος | 3,9 | 3,6 | 3,4 |
| Μάρτιος | 4,3 | 4 | 4 |
| Απρίλιος | 3,2 | 2 | 3,6 |
| Μάιος | 2,3 | 1,7 | 2,9 |
| Ιούνιος | 3,4 | 3 | 4 |

Πίνακας 11: Στοιχεία της θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ των περιοχών της Πεντέλης και του Πειραιά στο χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022.

Τα στοιχεία του πιο πάνω αναφερόμενου πίνακα σε σχέση με τη θερμοκρασιακή διαφορά ανά μήνα των περιοχών της Πεντέλης και του Πειραιά παρουσιάζονται και στο γράφημα των ράβδων που ακολουθεί



Εικόνα 6: Θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των περιοχών του Πειραιά και της Πεντέλης, ανά μήνα, στο χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου 2022 έως και Ιουνίου 2022.

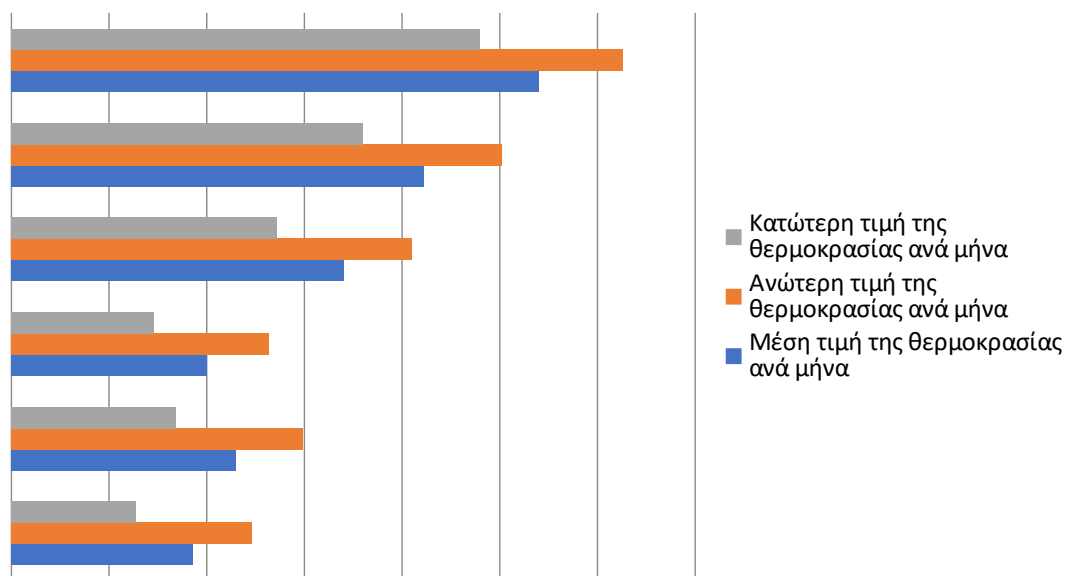
Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι τα αποτελέσματα του πιο πάνω αναφερόμενου πίνακα της θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ των δύο (2) περιοχών δικαιολογούνται απόλυτα διότι σημαντικός παράγοντας της θερμοκρασίας είναι και το υψόμετρο το οποίο σαφώς και διαθέτει η Πεντέλη ως περιοχή έναντι της περιοχής του Πειραιά ο οποίος είναι πολύ κοντά στο υδάτινο στοιχείο (λιμάνι Πειραιά).

Επιπλέον, τα αντίστοιχα δεδομένα για το ίδιο χρονικό διάστημα (Ιανουάριος 2022 – Ιούνιος 2022) τα οποία εξήχθηκαν από το σύστημα rapasea σχετικά με τη θερμοκρασία στην περιοχή του Πειραιά είναι τα εξής:

| Μήνας | Μέση τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα | Ανώτερη τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα | Κατώτερη τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα |
|-------------|-------------------------------------|--|---|
| Ιανουάριος | 9,3 | 12,3 | 6,4 |
| Φεβρουάριος | 11,5 | 14,9 | 8,4 |
| Μάρτιος | 10 | 13,2 | 7,3 |
| Απρίλιος | 17 | 20,5 | 13,6 |
| Μάιος | 21,1 | 25,1 | 18 |
| Ιούνιος | 27 | 31,3 | 24 |

Πίνακας 12: Αποτελέσματα για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας στο διάστημα Ιανουάριος 2022 έως Ιούνιος του 2022, για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το ranacea.

Ενώ η αντίστοιχη στατιστική γραφική αποτύπωση αυτών είναι η ακόλουθη:



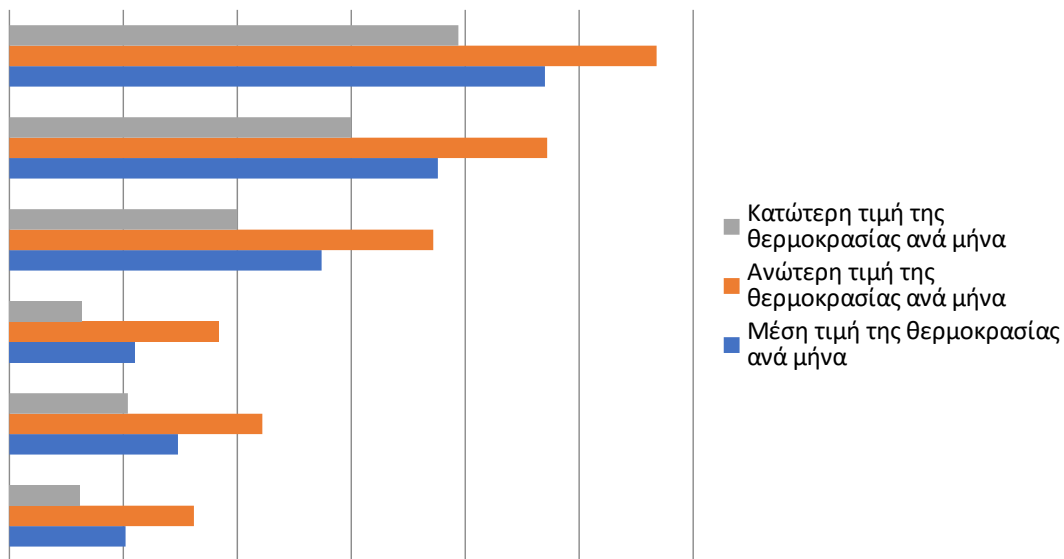
Εικόνα 7: Γραφική παράσταση των μέσων τιμών της θερμοκρασίας ανά μήνα, της κατώτατης και της ανώτατης θερμοκρασίας στην περιοχή του Πειραιά κατά το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022 από το σύστημα rapacea.

Κατ' αντιστοιχία τα στοιχεία για την περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα rapacea είναι τα εξής:

| Μήνας | Μέση τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα | Ανώτερη τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα | Κατώτερη τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα |
|--------------|--|---|--|
| Ιανουάριος | 5,1 | 8,1 | 3,1 |
| Φεβρουάριος | 7,4 | 11,1 | 5,2 |
| Μάρτιος | 5,5 | 9,2 | 3,2 |
| Απρίλιος | 13,7 | 18,6 | 10 |
| Μάιος | 18,8 | 23,6 | 15 |
| Ιούνιος | 23,5 | 28,4 | 19,7 |

Πίνακας 13: Αποτελέσματα για τη μεταβλητή της θερμοκρασίας στο διάστημα Ιανουάριος 2022 έως Ιούνιος του 2022, για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το rapacea.

Ενώ το αντίστοιχο διάγραμμα αυτών είναι το εξής:



Εικόνα 8: Γραφική παράσταση των μέσων τιμών της θερμοκρασίας ανά μήνα, της κατώτατης και της ανώτατης θερμοκρασίας στην περιοχή της Πεντέλης κατά το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022 από το σύστημα ranacea.

Τέλος, είναι σημαντικό σε αυτό το σημείο να αναφερθεί ότι ύστερα από τη στατιστική διερεύνηση και των δύο (2) τιμών από τα στατιστικά συστήματα για την ίδια μεταβλητή της θερμοκρασίας, παρατηρείται μία πολύ μικρή (στατιστικά ασήμαντη) διαφορά μεταξύ των τιμών του meteo.gr και του ranacea, με το μικρότερο νούμερο εξ αυτών να εντοπίζεται στις παρεχόμενες τιμές από το σύστημα ranacea (πτωτική απόκλιση της τάξεως του 0,3 περίπου).

3.6.2 Τα δεδομένα και τα στατιστικά αποτελέσματα της έρευνας για τη μεταβλητή της ταχύτητας των ανέμων

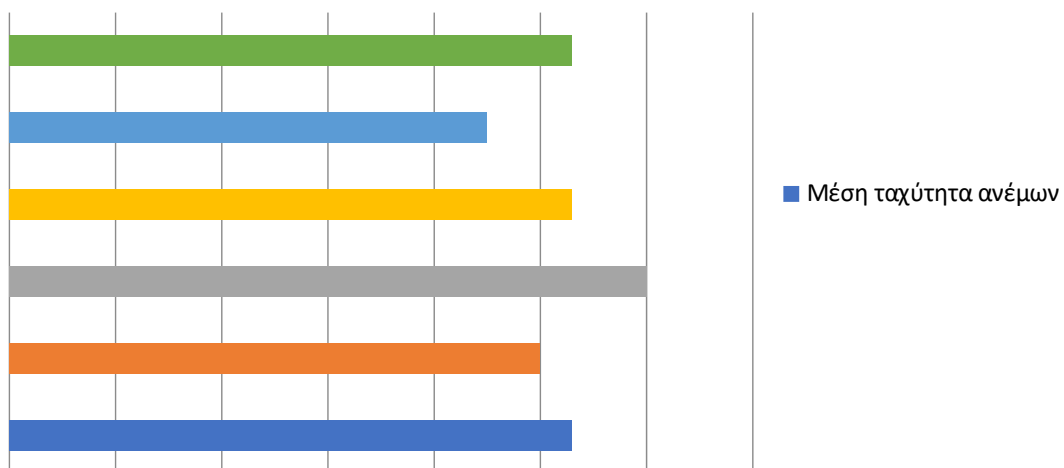
Όσον αναφορά την εξεταζόμενη μεταβλητή της ταχύτητας των ανέμων στη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά τα εξαχθέντα αποτελέσματα από το σύστημα meteo.gr είναι τα πιο κάτω που παρουσιάζονται στον πίνακα:

| Τα στοιχεία για τη μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το σύστημα meteo.gr | |
|--|-----------------------------|
| Μήνας | Μέση ταχύτητα ανέμων |
| Ιανουάριος | 5,3 |
| Φεβρουάριος | 5 |
| Μάρτιος | 6 |
| Απρίλιος | 5,3 |
| Μάιος | 4,5 |
| Ιούνιος | 5,3 |

Πίνακας 14: Τα στοιχεία για τη μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το σύστημα meteo.gr

Επιπλέον, στο διάγραμμα το οποίο ακολουθεί φαίνεται ξεκάθαρα η διαγραμματική απεικόνιση της πορείας των αντίστοιχων ποσοστών.

Μέση ταχύτητα ανέμων



Εικόνα 9: Μέση τιμές της ταχύτητας των ανέμων στην περιοχή του Πειραιά από το σύστημα meteo.gr.

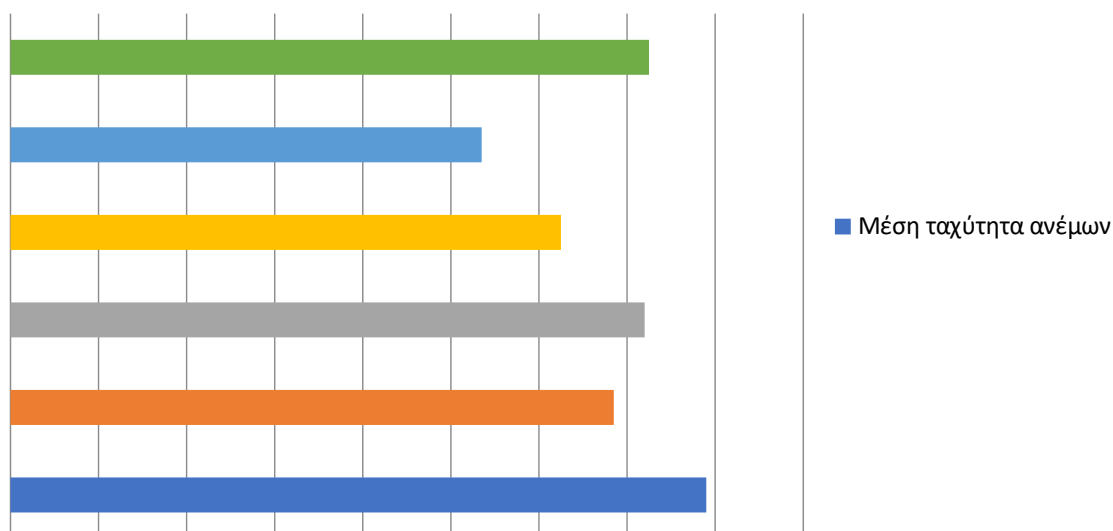
Από την άλλη πλευρά, τα εξαχθέντα αποτελέσματα για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης όσον αναφορά τη μεταβλητή της ταχύτητας των ανέμων από το σύστημα meteo.gr είναι τα εξής:

| Τα στοιχεία για τη μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα meteo.gr | |
|---|-----------------------------|
| Μήνας | Μέση ταχύτητα ανέμων |
| Ιανουάριος | 15,8 |
| Φεβρουάριος | 13,7 |
| Μάρτιος | 14,4 |
| Απρίλιος | 12,5 |
| Μάιος | 10,7 |
| Ιούνιος | 14,5 |

Πίνακας 15: Τα στοιχεία για τη μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα meteo.gr

Ακολουθεί η γραφική απεικόνιση της μεταβλητής της ταχύτητας των ανέμων από το σύστημα meteo.gr για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης.

Μέση ταχύτητα ανέμων



Εικόνα 10: Μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων στην περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα meteo.gr.

Μέσα από τα παραπάνω στοιχεία, γίνεται απόλυτα αντιληπτό ότι στην περιοχή της Πεντέλης, καθόλη την εξεταζόμενη χρονική περίοδο ενδιαφέροντος (Ιανουάριος 2022 – Ιούνιος 2022), η ένταση της ταχύτητας των ανέμων είναι πιο ισχυρή σε σχέση με την έτερη εξεταζόμενη για την ίδια μεταβλητή, στην περιοχή του Πειραιά.

Από την άλλη πλευρά, οι αντίστοιχες τιμές της μέσης τιμής της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το σύστημα ranacea, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

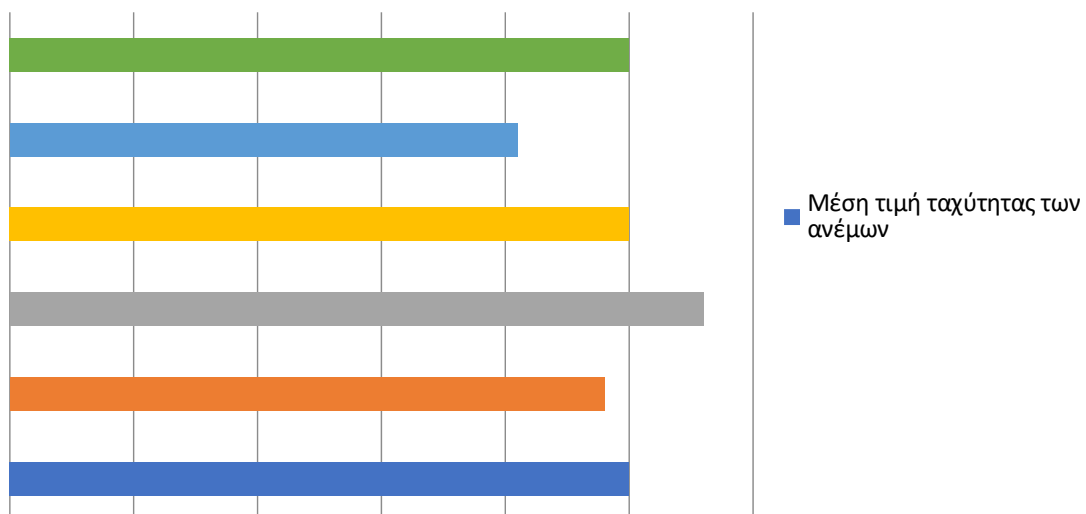
Τα στοιχεία για τη μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το σύστημα ranacea

| Μήνας | Μέση τιμή ταχύτητας των ανέμων |
|-------------|--------------------------------|
| Ιανουάριος | 5 |
| Φεβρουάριος | 4,8 |
| Μάρτιος | 5,6 |
| Απρίλιος | 5 |
| Μάιος | 4,1 |
| Ιούνιος | 5 |

Πίνακας 16: Τα στοιχεία για τη μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το σύστημα ranacea

Στη συνέχεια απεικονίζεται η γραφική παράσταση της μεταβλητής της μέσης τιμής της ταχύτητας των ανέμων στην περιοχή του Πειραιά με δεδομένα τα οποία έχουν παρθεί από το σύστημα ranacea.

Μέση τιμή ταχύτητας των ανέμων



Εικόνα 11: Γραφική απεικόνιση της μέσης τιμής της ταχύτητας των ανέμων στην περιοχή του Πειραιά από το σύστημα ranacea.

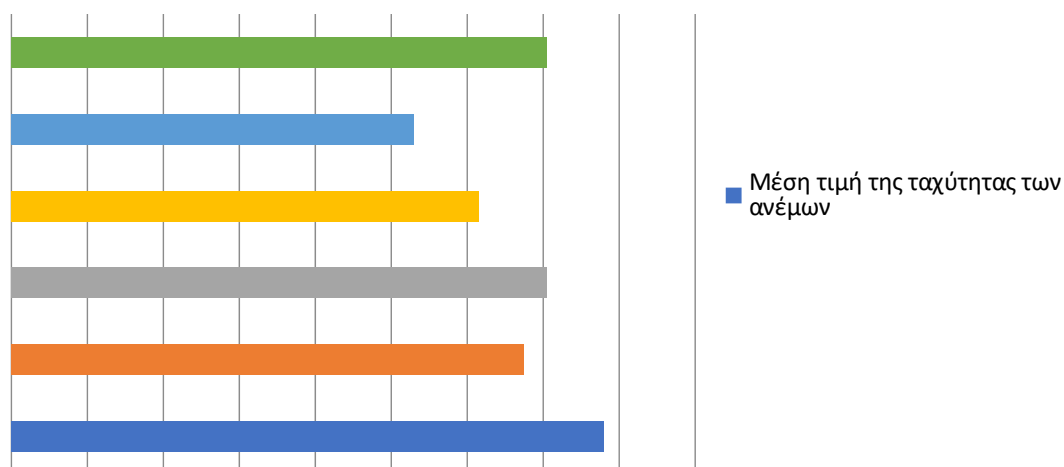
Κατ' αντιστοιχία οι τιμές της μέσης τιμής της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα ranacea, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

| Τα στοιχεία για τη μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα ranacea | |
|--|---|
| Μήνας | Μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων |
| Ιανουάριος | 15,6 |
| Φεβρουάριος | 13,5 |
| Μάρτιος | 14,1 |
| Απρίλιος | 12,3 |
| Μάιος | 10,6 |
| Ιούνιος | 14,1 |

Πίνακας 17: Τα στοιχεία για τη μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα ranacea.

Ενώ η γραφική απεικόνιση αυτών είναι η ακόλουθη:

Μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων



Εικόνα 12: Γραφική απεικόνιση της μέσης τιμής της ταχύτητας των ανέμων στην περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα ranacea.

3.6.3 Τα δεδομένα και τα στατιστικά αποτελέσματα της έρευνας για τη μεταβλητή των βροχοπτώσεων

Σε σχέση με τη μεταβλητή της βροχόπτωσης στις δύο (2) υπό εξέταση γεωγραφικές περιοχές (στην περιοχή της Πεντέλης και στην περιοχή του Πειραιά), τα δεδομένα από το σύστημα meteo.gr είναι τα ακόλουθα για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022:

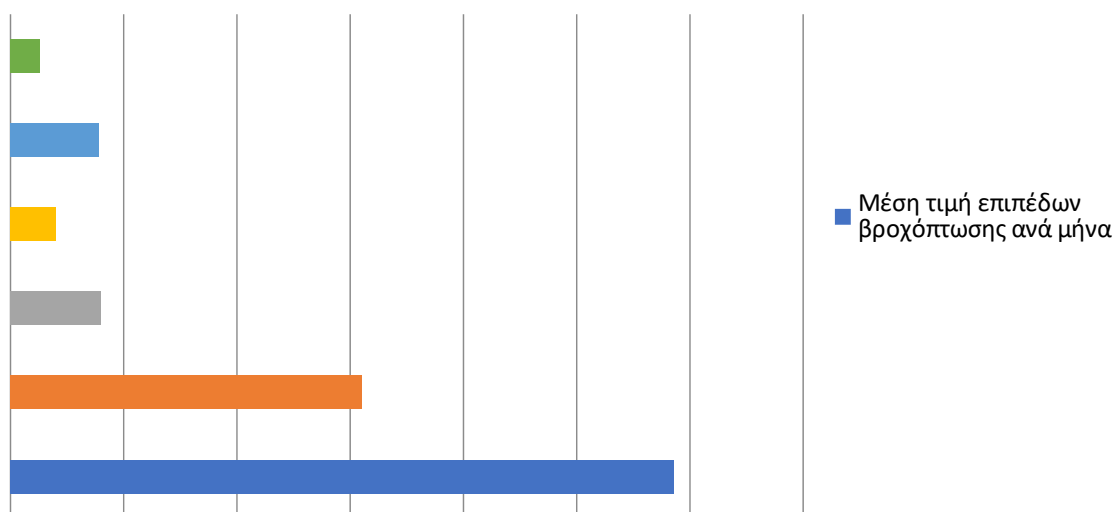
Τα δεδομένα για τα επίπεδα της βροχόπτωσης στην γεωγραφική

| περιοχή του Πειραιά από το σύστημα meteo.gr | |
|---|---|
| Μήνας | Μέση τιμή επιπέδων βροχόπτωσης ανά μήνα |
| Ιανουάριος | 58,6 |
| Φεβρουάριος | 31 |
| Μάρτιος | 8 |
| Απρίλιος | 4 |
| Μάιος | 7,8 |
| Ιούνιος | 2,6 |

Πίνακας 18: Στοιχεία βροχόπτωσης από το σύστημα meteo.gr για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου 2022 έως και Ιουνίου 2022.

Η αντίστοιχη γραφική παράσταση αυτών είναι η ακόλουθη έτσι ώστε να φανεί ξεκάθαρα η ποσοστιαία αλλαγή ανά μήνα στα επίπεδα της βροχόπτωσης στην περιοχή του Πειραιά.

Μέση τιμή επιπέδων βροχόπτωσης ανά μήνα



Εικόνα 13: Γραφική απεικόνιση της μέσης τιμής των επιπέδων της βροχόπτωσης ανά μήνα στην περιοχή του Πειραιά από το σύστημα meteo.gr.

Από το πιο πάνω γράφημα φαίνεται ξεκάθαρα η σταδιακή υποχώρηση των βροχοπτώσεων της περιοχής του Πειραιά, όσο η μεταβλητή πλησιάζει τον μήνα Ιούνιο που είναι ο πρώτος καλοκαιρινός μήνας του ημερολογιακού έτους.

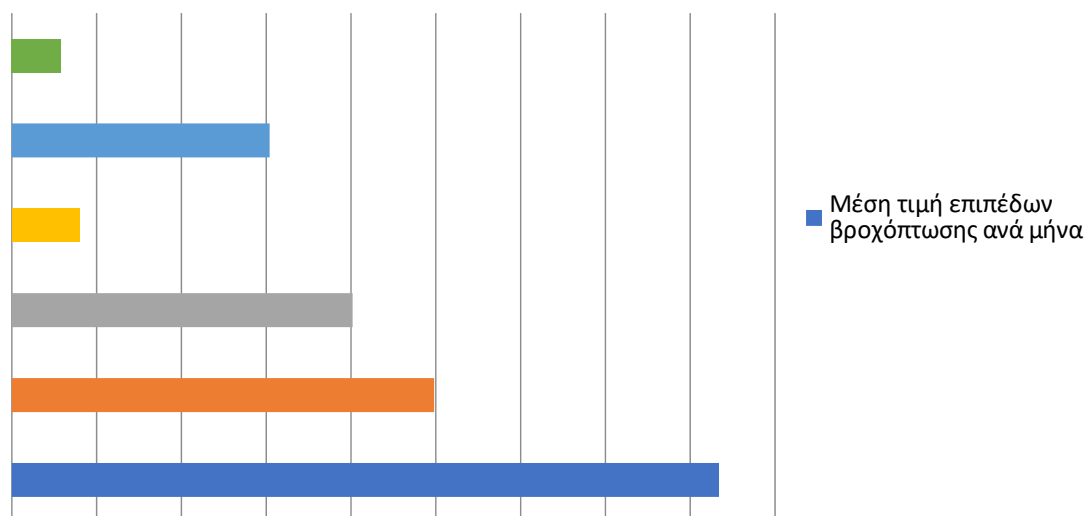
Επιπλέον, τα αντίστοιχα δεδομένα από το ίδιο σύστημα (meteo.gr) για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης είναι τα εξής:

| Τα δεδομένα για τα επίπεδα της βροχόπτωσης στην γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα meteo.gr | |
|--|--|
| Μήνας | Μέση τιμή επιπέδων βροχόπτωσης ανά μήνα |
| Ιανουάριος | 83,4 |
| Φεβρουάριος | 49,8 |
| Μάρτιος | 40,2 |
| Απρίλιος | 8 |
| Μάιος | 30,4 |
| Ιούνιος | 5,8 |

Πίνακας 19: Στοιχεία βροχόπτωσης από το σύστημα meteo.gr για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου 2022 έως και Ιουνίου 2022.

Επιπλέον, η αντίστοιχη γραφική παράσταση αυτής είναι η ακόλουθη:

Μέση τιμή επιπέδων βροχόπτωσης ανά μήνα



Εικόνα 14: Γραφική απεικόνιση της μέσης τιμής των επιπέδων της βροχόπτωσης ανά μήνα στην περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα meteo.gr.

Συγκρίνοντας τις δύο (2) αυτές περιοχές μέσα από τα εξαχθέντα στοιχεία για την περίοδο Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022, από το σύστημα meteo.gr, είναι εύκολο να διακριθεί ότι η περιοχή της Πεντέλης σε σχέση με την περιοχή του Πειραιά, διαθέτει ιδιαίτερα αυξημένο επίπεδο βροχοπτώσεων το οποίο κυμαίνεται περίπου στο 25 – 30%.

Εκτός των άλλων τα στοιχεία μέσα από το σύστημα ranacea για το επίπεδο των βροχοπτώσεων στην περιοχή του Πειραιά κατά τη χρονική περίοδο εξέτασης της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας (Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος 2022) είναι τα ακόλουθα:

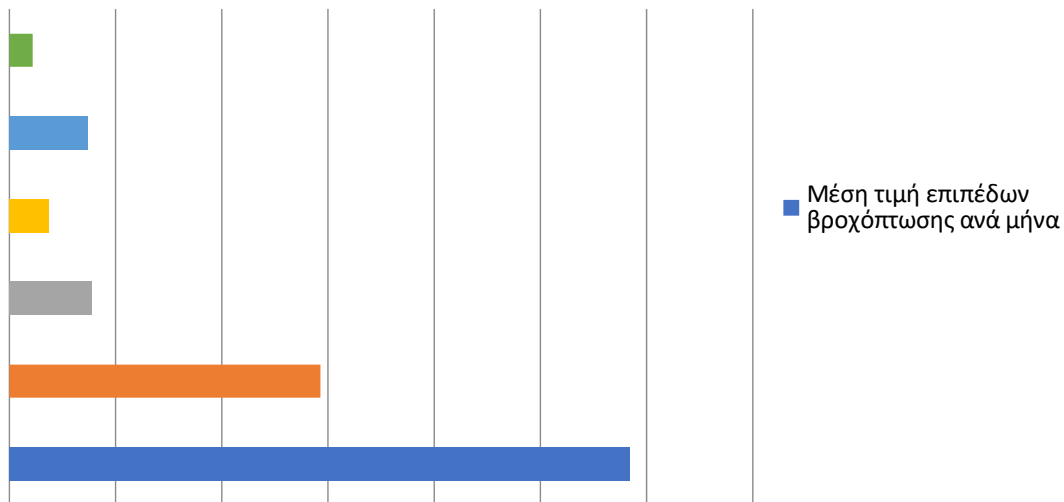
| Τα δεδομένα για τα επίπεδα της βροχόπτωσης στην γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το σύστημα ranacea | |
|--|--|
| Μήνας | Μέση τιμή επιπέδων βροχόπτωσης ανά μήνα |
| Ιανουάριος | 58,4 |

| | |
|-------------|------|
| Φεβρουάριος | 29,3 |
| Μάρτιος | 7,8 |
| Απρίλιος | 3,7 |
| Μάιος | 7,4 |
| Ιούνιος | 2,2 |

Πίνακας 20: Στοιχεία βροχόπτωσης από το σύστημα ranacea για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου 2022 έως και Ιουνίου 2022.

Η γραφική στατιστική απεικόνιση των πιο πάνω αναφερόμενων στον πίνακα μεταβλητών είναι η εξής:

Μέση τιμή επιπέδων βροχόπτωσης ανά μήνα



Εικόνα 15: Γραφική απεικόνιση της μέσης τιμής των επιπέδων της βροχόπτωσης ανά μήνα στην περιοχή του Πειραιά από το σύστημα ranacea.

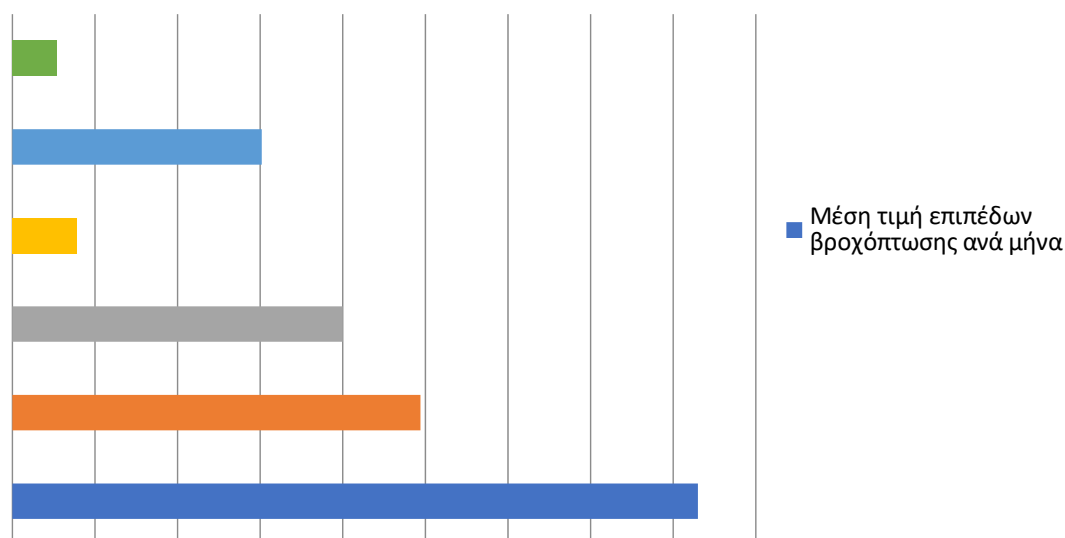
Αναλόγως, τα εξαγόμενα στοιχεία για τα επίπεδα της βροχόπτωσης στην γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα ranacea για το χρονικό διάστημα Ιανουάριος 2022 έως και Ιούνιος του 2022 είναι τα ακόλουθα:

| Τα δεδομένα για τα επίπεδα της βροχόπτωσης στην γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα ranacea | |
|---|--|
| Μήνας | Μέση τιμή επιπέδων βροχόπτωσης ανά μήνα |
| Ιανουάριος | 83 |
| Φεβρουάριος | 49,4 |
| Μάρτιος | 40 |
| Απρίλιος | 7,8 |
| Μάιος | 30,2 |
| Ιούνιος | 5,4 |

Πίνακας 21: Στοιχεία βροχόπτωσης από το σύστημα ranacea για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ Ιανουαρίου 2022 έως και Ιουνίου 2022.

Επιπλέον, η γραφική παράσταση των πιο πάνω αναφερόμενων δεδομένων είναι η εξής η οποία ακολουθεί:

Μέση τιμή επιπέδων βροχόπτωσης ανά μήνα



Εικόνα 16: Γραφική απεικόνιση της μέσης τιμής των επιπέδων της βροχόπτωσης ανά μήνα στην περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα rapacea.

Τέλος, σε αυτό το σημείο κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι και σε αυτήν την περίπτωση εντοπίζονται πολύ ελάχιστες διαφοροποιήσεις στις τιμές τις οποίες παρέχουν τα δύο (2) συστήματα. Συγκεκριμένα, το σύστημα rapacea εκχωρεί ελάχιστα πιο χαμηλές τιμές (στατιστικά ασήμαντη διαφορά) σε σχέση με το σύστημα meteo.gr.

3.6.4 Οι τυπικές αποκλίσεις των εξεταζόμενων μεταβλητών

Η τυπική απόκλιση ως στατιστικός όρος είναι σε θέση να διερευνήσει το ποσό της αλλαγής η οποία συμβαίνει σε μία μεταβλητή. Έτσι, στον πίνακα ο οποίος ακολουθεί παρουσιάζονται όλες οι τυπικές αποκλίσεις για τις εξεταζόμενες μεταβλητές της έρευνας.

| Εξεταζόμενες μεταβλητές | Τυπική απόκλιση |
|-------------------------|-----------------|
|-------------------------|-----------------|

| | |
|---|-------|
| Μέση τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα από το σύστημα meteo.gr στην γεωγραφική περιοχή του Πειραιά | 6,4 |
| Μέση τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα από το σύστημα meteo.gr στην γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης | 6,8 |
| Μέση τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα από το σύστημα ranacea στην γεωγραφική περιοχή του Πειραιά | 6,3 |
| Μέση τιμή της θερμοκρασίας ανά μήνα από το σύστημα ranacea στην γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης | 6,66 |
| Μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων από το σύστημα meteo.gr για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά | 0,44 |
| Μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων από το σύστημα meteo.gr για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης | 1,62 |
| Μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων από το σύστημα ranacea για τη γεωγραφική περιοχή του Πειραιά | 0,4 |
| Μέση τιμή της ταχύτητας των ανέμων από το σύστημα ranacea για τη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης | 1,59 |
| Μέση τιμή των βροχοπτώσεων στην γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το σύστημα meteo.gr | 20,21 |

| | |
|---|-------|
| Μέση τιμή των βροχοπτώσεων στην γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα meteo.gr | 26,4 |
| Μέση τιμή των βροχοπτώσεων στην γεωγραφική περιοχή του Πειραιά από το σύστημα ranacea | 19,8 |
| Μέση τιμή των βροχοπτώσεων στην γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης από το σύστημα ranacea | 25,01 |

Πίνακας 22: Τυπικές αποκλίσεις των εξεταζόμενων μεταβλητών στην έρευνα.

Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα τα οποία εξήχθηκαν μέσα από τα πλαίσια της διερεύνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας, τόσο σε βιβλιογραφικό, όσο και σε ερευνητικό επίπεδο είναι τα εξής τα οποία ακολουθούν:

- ✓ Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μεγάλη και ισχυρή έντασης αλλαγή του κλίματος της γης. Με τον όρο κλίμα, νοείται το αθροιστικό αποτέλεσμα το οποίο προκύπτει μέσα από τον εντοπισμό των μέσων τιμών του βαθμού υγρασίας, της επικρατούσας θερμοκρασίας, των βροχοπτώσεων και όλων των υπόλοιπων καιρικών φαινομένων, είτε αυτά ανήκουν στην κατηγορία ήπιας μορφής, είτε όχι. Έτσι, η ένταση και ο βαθμός εμφάνισης, των πιο πάνω αναφερόμενων καιρικών φαινομένων τα οποία συνιστούν το κλίμα της γης, είναι αποτέλεσμα το οποίο οφείλεται, στο μεγαλύτερο μέρος του, στην δραστηριότητα που λαμβάνει χώρα στην περιοχή της τροπόσφαιρας.
- ✓ Σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση του υπάρχοντος κλίματος, καταλαμβάνει και η ηλιακή ενέργεια η οποία εγκλωβίζεται στο εσωτερικό της ατμόσφαιρας.
- ✓ Σε γενικές γραμμές, το κλίμα το οποίο έχει την δυνατότητα συνεχώς να αλλάζει ανά τόπο και γεωγραφική περιοχή, αποτελεί μία παράμετρο του εξωτερικού περιβάλλοντος που βιώνουν οι άνθρωποι και όχι μόνο. Έτσι, λοιπόν, μπορούμε να το οριοθετήσουμε ως μία μεταβλητή μείζον σημασίας. Η μεταβλητή, αυτή, χαρακτηρίζεται από το γνώρισμα της μεταβλητότητας η οποία επέρχεται, διότι αυτό, επηρεάζεται σε άμεσο βαθμό από έξι (6) βασικούς παράγοντες.
- ✓ Οι παράγοντες οι οποίοι είναι σε θέση να επηρεάσουν το κλίμα μιας γεωγραφικής περιοχής είναι η δύναμη των ανέμων που επιδρούν στην γεωγραφική περιοχή, η γεωγραφική, και όχι μόνο, ισορροπίας – κατανομή μεταξύ το χερσαίου και το θαλάσσιου τμήματος της γεωγραφικής περιοχής, το γεωγραφικό πλάτος που κατέχει η περιοχή, το υψόμετρο, τα κέντρα μέγιστης και ελάχιστης πίεσης, το επίπεδο κάλυψης του εδάφους που διαθέτει η περιοχή και οι γενικότερες περιβαλλοντικές επικρατούσες συνθήκες μίας περιοχής.

- ✓ Η ατμόσφαιρα αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα βιωσιμότητας, ολόκληρου του πλανήτη. Ως ατμόσφαιρα στο περιβάλλον της γης, νοείται η αέριας φύσης μάζα η οποία περιορίζεται στον επιθυμητό βαθμό (περίπου στα 3.500 χλμ ύψος), εξαιτίας της έννοιας της βαρύτητας καθώς και της σημαντικότητας αυτής στο γενικότερο περιβάλλον. Συχνά αναφέρεται ότι η ατμόσφαιρα και το διάστημα, αποτελούν δύο (2) χωρικούς τόπους οι οποίοι δεν είναι σε θέση να αποσαφηνιστούν χωροταξικά, στο μέτρο του επιθυμητού. Συγκεκριμένα, τα διάφορα ατμοσφαιρικά φαινόμενα, παρουσιάζουν τον αντίκτυπό τους στην γη, στην περίπτωση που πλησιάσουν το υψόμετρο των 120 χλμ.
- ✓ Το κλίμα το οποίο επικρατεί σε μία συγκεκριμένη γεωγραφική τοποθεσία, όπως και οι αλλαγές κλιματικής φύσεως οι οποίες παρουσιάζονται σε αυτή, επιδρούν σε πολύ μεγάλο και έντονο βαθμό στον παράγοντα «άνθρωπο». Κατά γενική ομολογία των περισσότερων επιστημόνων του κλάδου της κλιματολογίας και της μελέτης περιβάλλοντος, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι το κλίμα το οποίο επικρατεί σε μία γεωγραφική τοποθεσία, έχει άμεση σχέση συνάφειας και αλληλεξάρτησης με τα σχηματισθέντα χαρακτηριστικά προσωπικότητας των ανθρώπων οι οποίοι ζουν και δραστηριοποιούνται σε αυτή. Συγκεκριμένα, το κλίμα αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα ο οποίος διαμορφώνει τα επίπεδα εξυπνάδας, οξυδέρκειας, συγκαταβατικότητας, τρόπου αντίληψης των καταστάσεων και άλλων πολλών ενδογενών χαρακτηριστικών των ατόμων.
- ✓ Ως κλιματικά μοντέλα, θεωρούνται εκείνα τα υπολογιστικά συστήματα – εργαλεία, μέσω των οποίων και με την βοήθεια μετρήσιμων δεδομένων τα οποία εισάγονται στο εν λόγω σύστημα, υπολογίζονται οι αλλαγές που υφίστανται στο κλίμα μίας γεωγραφικής περιοχής. Το πιο γνωστό και ευρέως διαδεδομένο είδος των κλιματικών μοντέλων αποτελούν τα ατμοσφαιρικά ωκεάνια μοντέλα γενικής κυκλοφορίας τα οποία συχνά στην διεθνή καθώς και την ελληνική βιβλιογραφία, εμφανίζονται με το ακρωνύμιο «ΑΩΜΓΚ». Τα συγκεκριμένα κλιματικά μοντέλα, εφαρμόζονται με σκοπό να εξάγουν ένα ασφαλές συμπέρασμα σχετικά με το βαθμό της μεταβλητότητας που έχουν, στις αλλαγές του εκάστοτε κλίματος μίας περιοχής σε σχέση, πάντα, με τις

επικρατούσες τιμές των αερίων τα οποία εξάγονται διαμέσου του φαινομένου του θερμοκηπίου.

- ✓ Ο μετεωρολογικός σταθμός συνιστά ένα στοιχείο μεσάζουσας σημασία για τη συλλογή πολύ σημαντικών μετρήσεων και παραμέτρων σε σχέση με το σύνολο των μετεωρολογικών στοιχείων. Αυτός, χαρακτηρίζεται ως επίγειο εργαλείο ανίχνευσης των τιμών επηρεασμού του υπάρχοντος κλίματος και συνιστά μία μόνιμης σταθερής μορφής εγκατάσταση η οποία απαρτίζεται από ένα μεγάλο σύνολο μετεωρολογικών οργάνων μέσω των οποίων λαμβάνουν χώρα οι αντίστοιχες μετρήσεις των τιμών στις παραμέτρους που διερευνώνται.
- ✓ Στην πάροδο των τελευταίων είκοσι (20) χρόνων η τεχνολογία η οποία συνοδεύει τους αισθητήρες έχει εξελιχθεί ραγδαία ακολουθούμενη και αυτή, τη σύγχρονη εποχή την οποία διανύουμε. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εισχώρηση της τεχνολογίας των αισθητήρων σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης, όπως λόγου χάριν είναι τα ασανσέρ. Επιπροσθέτως, οι σημερινοί σύγχρονης τεχνολογίας αισθητήρες, μέσα από την καθημερινή τους χρήση, έχουν τη δυνατότητα να παραχωρούν τιμές για τη θερμοκρασία, την υγρασία, την πίεση, τη ροή κ.α, τα οποία και θα παρουσιαστούν εκτενώς στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου.
- ❖ Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά γνώρισμα των αισθητήρων είναι το χαρακτηριστικό γνώρισμα της γραμμικότητας, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της υστέρησης, το χαρακτηριστικό γνώρισμα του εύρους, το χαρακτηριστικό γνώρισμα του σφάλματος, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της πιστότητας, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της επαναληψιμότητας, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ανοχής, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ευστάθειας, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της νεκρής ζώνης, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ακρίβειας, το χαρακτηριστικό γνώρισμα του χρόνου της λειτουργίας τους, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ευαισθησίας, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της βαθμονόμησης, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ολίσθησης, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της απόκρισης, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της διακριτικής ικανότητας, το χαρακτηριστικό γνώρισμα της καθυστέρησης και το χαρακτηριστικό γνώρισμα του στατικού σφάλματος.

- ❖ Ένας από τους συχνά χρησιμοποιούμενους αισθητήρες είναι ο τύπος PA – II ο οποίος σύμφωνα με τα κατασκευαστικά του χαρακτηριστικά είναι σε θέση να αξιοποιηθεί με ασφάλεια, τόσο σε εξωτερικό, όσο και σε εσωτερικό περιβάλλον. Επιπλέον, ο εν λόγω τύπος αισθητήρα, συνίσταται για επαγγελματικούς αλλά και για οικιακούς σκοπούς.
- ❖ Έναν ακόμη τύπο σύγχρονων αισθητήρων αποτελεί ο PA – I – Indoor ο οποίος με βάση τα κατασκευαστικά του χαρακτηριστικά, έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί και να συλλέξει ακριβής και ασφαλής μετρήσεις σε εσωτερικό περιβάλλον της λειτουργίας του. Ο συγκεκριμένος τύπος αισθητήρα, σε αντίθεση με τον προηγούμενο ο οποίος παρουσιάστηκε νωρίτερα στο παρόν κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας, διαθέτει ένα μοναδικό μετρητή υπό τη μορφή ακτίνας λέιζερ ο οποίος βοηθά στην επίτευξη των αντίστοιχων χρήσιμων μετρήσεων για τον εκάστοτε χώρο όπως επίσης, διαθέτει και ενσωματωμένο Wi – Fi. Επιπλέον, όσον αφορά τη λειτουργία του ο τύπος αισθητήρα PA – I – Indoor με τη βοήθεια του μετρητή λέιζερ τον οποίο διαθέτει, έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίσει σε σύντομο χρόνο την κατάσταση της ποιότητας του αέρα στο περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί. Πιο αναλυτικά, το έγχρωμο δυναμικό λέιζερ, αλλάζει χρώμα σύμφωνα με τα επίπεδα της ποιότητας του αέρα.
- ❖ Ο αισθητήρα PA – II - SD, μπορεί να χαρακτηριστεί ως αισθητήρας ανίχνευσης της ποιότητας του αέρα σε ένα περιβάλλοντα χώρο και έχει τα κατάλληλα τεχνολογικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε να πραγματοποιεί τις αντίστοιχες μετρήσεις για τις συγκεντρώσεις PA 2,5 σε ρεαλιστικό χρονικό ορίζοντα ανά περίπτωση της λειτουργίας του. Όσον αφορά τον τρόπο της λειτουργίας του, αυτός διαθέτει στο εσωτερικό του τμήμα δύο (2) μετρητές υπό τη μορφή λέιζερ ακτινών οι οποίο εκχωρούν στο συνολικό σύστημα κατ' αντιστοιχία δύο (2) εξαγόμενες τιμές. Στη συνέχεια, οι προαναφερθείσες τιμές, συγκρίνονται με σκοπό να συγκεντρώσουν μία «βαθμολογία αυτοαξιολόγησης της εμπιστοσύνης».
- ❖ Ο τύπος αισθητήρα PA – II – FLEX αποτελεί την πιο βελτιωμένη εκδοχή του τύπου PA – II και αυτό το λόγο διαθέτει πανομοιότυπα λειτουργικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά. Αυτός ο τύπος αισθητήρα αποτελεί ένα

ολοκληρωμένο σύστημα ανίχνευσης της ποιότητας του αέρα σε ένα περιβάλλοντα χώρο και έχει τα κατάλληλα τεχνολογικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε να πραγματοποιεί τις αντίστοιχες μετρήσεις για τις συγκεντρώσεις PA 2,5 σε ρεαλιστικό χρονικό ορίζοντα ανά περίπτωση της λειτουργίας του.

- ❖ Ένα από τα κύρια συστήματα παρακολούθησης των ατμοσφαιρικών συνθηκών είναι το Panacea. Αυτό είναι γνωστό στο ευρύ επιστημονικό κοινό και όχι μόνο, με τον όρο «Πανελλαδική υποδομή μελέτης της ατμοσφαιρικής σύστασης και της κλιματικής αλλαγής». Στο σημείο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι το εν λόγω σύστημα παρακολούθησης των ατμοσφαιρικών συνθηκών, χαρακτηρίζεται ως το πιο εμπειστατωμένο, ενημερωμένο και ολοκληρωμένο σύστημα, σε όλη τη γεωγραφική περιοχή της Νότιας Ευρώπης αλλά και των χωρών της Ανατολικής Μεσογείου.
- ❖ Το σύστημα παρακολούθησης ατμοσφαιρικών συνθηκών Purple – Air όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, συχνά συνδέεται μέσω της τεχνολογίας του Wi – Fi με διάφορους τύπους αισθητήρων οι οποίοι εκχωρούν προς αυτό τις ανιχνεύσιμες τιμές ανά περιοχή της οποίας καταγράφουν και εν συνεχεία αυτές συλλέγονται και τοποθετούνται με την μορφή πληροφοριών στους αντίστοιχους χάρτες Purple – Air.
- ❖ Το σύστημα παρακολούθησης ατμοσφαιρικών συνθηκών Meteo.gr αποτελεί το σύστημα εκείνο το οποίο χρησιμοποιείται κατά κόρον στη χώρα μας και παρουσιάζει στοιχεία φιλικά προς το χρήστη, πράγμα το οποίο οδηγεί στη σημαντική και ολοένα αυξανόμενη επισκεψιμότητα του αντίστοιχου site. Το εν λόγω σύστημα, πραγματοποίησε την εκκίνηση των λειτουργιών του το έτος 2000 και έκτοτε αποτελεί τη νούμερο ένα επιλογή, τόσο των επιστημόνων, όσο και του απλού κόσμου ο οποίος ενδιαφέρεται για θέματα καιρού και περιβάλλοντος. Επίσης, μέσω του meteo.gr υπάρχει η δυνατότητα της πρόγνωσης του καιρού για σχετικά μακρύ χρονικό ορίζοντα με ασφαλή τρόπο με βάση τα παρεχόμενα δεδομένα τα οποία εκχωρεί.
- ❖ Μέσα από τα παραπάνω στοιχεία της έρευνας τα οποία εξήχθησαν τόσο από το meteo.gr, όσο και από το panacea, είμαστε σε θέση να κατανοήσουμε πλήρως ότι κατά το χρονικό διάστημα του εξαμήνου που μελετήθηκε η

μεταβλητή της θερμοκρασίας στις περιοχές της Πεντέλης και του Πειραιά, εντοπίζεται μία διαφορά θερμοκρασίας του ύψους περίπου στους 4 βαθμούς Κελσίου αυξημένη στην περιοχή του Πειραιά.

- ❖ Όσον αναφορά τη μεταβλητή τόσο της ταχύτητας των ανέμων, όσο και τα επίπεδα των βροχοπτώσεων, παρατηρήθηκε ότι στη γεωγραφική περιοχή της Πεντέλης, οι κλιματικές αυτές συνθήκες, είναι σε μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με την περιοχή του Πειραιά, πράγμα το οποίο δικαιολογείται απόλυτα από το υψόμετρο της πρώτης περιοχής σε σχέση με της δεύτερης.
- ❖ Μέσα από τη διερεύνηση των ίδιων μεταβλητών, τόσο στο σύστημα meteo.gr, όσο και στο σύστημα rapacea, εντοπίστηκε μία πολύ μικρή διαφορά των τιμών, πράγμα το οποίο οφείλεται στους διαφορετικού τύπου αισθητήρες τους οποίους χρησιμοποιούν τα συστήματα αυτά για τη μέτρηση των τιμών των κλιματικών / περιβαλλοντικών / ατμοσφαιρικών συνθηκών. Πιο συγκεκριμένα, εντοπίστηκε μία τάση των τιμών του συστήματος rapacea, πτωτική σε σχέση με αυτές του συστήματος meteo.gr. Ωστόσο, οι αποκλίσεις αυτές στις τιμές των μεταβλητών είναι τόσο μικρές όπου μπορούν να χαρακτηριστούν ως στατιστικά αμελητέες.

Βιβλιογραφία

Βασιλείου Ιωάννης (2017)., *Κλιματική αλλαγή*., Εκδόσεις: Historical Quest.

Lise Wietze., Tol Richard (2002)., *Impact of Climate on Tourist Demand*., Climatic Change.

O' Brien Karen., Leichenko Robin (2000)., *Double exposure: assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization*., Global Environmental Change.

Δούση Εμμανουέλλα (2017)., *Κλιματική αλλαγή*., Εκδόσεις: Παπαδόπουλος.

Συλλογικό Έργο (2009)., *Κλιματική αλλαγή, βιώσιμη ανάπτυξη και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*., Εκδόσεις: Ζήτη.

Cox D. John (2007)., *Η κατάρρευση του κλίματος*., Εκδόσεις: Ενάλιος.

Orloci L. (2008)., *Vegetation displacement issues and transition statistics in climate warming cycle*., Community ecology.

Rosenzweig Cynthia., Solecki D. William., Blake Reginald., Bowman Malcolm., Faris Craig., Gornitz Vivien., Horton Radley., Jacob Klaus., BeBlanc Alice., Leichenko Robin., Dinkin Megan., Major David., O' Grady Megan., Patrick Lesley., Sussman Edna., Yole Gary., Zimmerman Rae (2011)., *Developing coastal adaptation to climate change in the New York City infrastructure – shed: process, approach, tools and strategies*., Climate Change., Vol. (106)., pp. 93 – 127.

Leiserowitz Anthony (2006)., *Climate Risk Perception and Policy Preferences: The Role of Affect, Imagery and Values*., Climate Change., Vol. (77).

Προμπονάς Μιχάλης., Ψωμάς Σταύρος (1997)., *Η βόμβα του κλίματος – Ενέργεια και κλιματικές αλλαγές*., Εκδόσεις: Νεφέλη.

Ρεμουντάκη Εμμανουέλα (2010)., *Οδηγός για το περιβάλλον: Αέρας και ατμοσφαιρική ρύπανση*., WWF., Ελλάδα.

Γεντεκάκης Ιωάννης (2004)., *Ατμοσφαιρική ρύπανση: Επιπτώσεις, έλεγχος και εναλλακτικές τεχνολογίες*., Εκδόσεις: Τζιόλα.

Calvetti Leonello (2019)., *Εγκυκλοπαίδεια του περιβάλλοντος για νέους και κλιματική αλλαγή*., National Geographic., Τόμος 2.

Ristaino Jean Beagle., Thomas Williams (1997)., *Agriculture, Methyl Bromide and the Ozone Hole: Can We Fill the Gaps?*., American Phytopath Society.

Daly Aaron., Zanetti Paolo (2007)., *An Introduction to air Pollution – Definitions Classifications and History*., The Arab School for Science and Technology and the EnviroComp.

Borsos E., Makra L., Beczi R., Vitanyi B., Szentpeteri M. (2003)., *Anthropogenic air pollution in the ancient times*., Acta Climatologica et Chorologica.

Schnoor L. Jerald (2016)., *Περιβαλλοντικά Μοντέλα: Τύχη και Μεταφορά Ρύπων στον Αέρα, Νερό και Έδαφος*., Εκδόσεις: Τζιόλα.

Miller G. Tyler., Spoolman E. Scott (2018)., *Περιβαλλοντική Επιστήμη*., Εκδόσεις: Τζιόλα.

Schlesing E. Michael., Mitchell F. John (1987)., *Climate model simulations of the equilibrium climatic response to increased carbon dioxide*., Reviews of Geophysics.

Schneider H. Stephen., Thompson L. Starley (1981)., *Atmospheric CO₂ and climate: Importance of the transient response*., JGR Oceans.

Frenne P. D., Verheyen K. (2016)., *Weather stations lock data*., Science.

Castro M., Priego – Capote F. (2010)., *Soxhlet extraction: Past and present panacea*., *Journal of Chromatography A*., Vol. (1217)., pp. 2383 – 2389.

Pouliot Y. (2008)., *Membrane processes in dairy technology—From a simple idea to worldwide panacea*., *International Dairy Journal*., Vol. (18)., pp. 735 – 740.

Ioannou K., Karampatzakis D., Amanatidis P., Aggelopoulos V., Karmiris I. (2021)., *Low – Cost Automatic weather stations in the internet of things*., MDPI., Vol. (12).

Estevez J., Gavilan D., Giraldez J. V. (2011)., *Guidelines on validation procedures for meteorological data from automatic weather stations.*, Vol. (402)., pp. 144 – 154.

Jiao W., Hogler G., Williams R., Shappe R., Brown R., Garrer D., Judge R., Gaudil M., Joshua R., Davis M., Weinstock L., Buckley K. (2016)., *Community Air Sensor Network (CAIRSENSE) project: evaluation of low-cost sensor performance in a suburban environment in the southeastern United States.*, Atmospheric Measurement Techniques., Vol. (9)., pp. 5281 – 5292.

Heizler R., Schindler P., Seekircher J., Ritter W., Stork W. (2019)., *Weather Influence and Classification with Automotive Lidar Sensors.*, Publisher: IEEE.

Papapostolou V., Zhang H., Feenstra B., Polidori A. (2017)., *Development of an environmental chamber for evaluating the performance of low-cost air quality sensors under controlled conditions.*, Atmospheric Environment., Vol. (171)., pp. 82 – 90.

Vargas J., Alswiss S., Toker O., Razdan R., Santos J. (2021)., *An Overview of Autonomous Vehicles Sensors and Their Vulnerability to Weather Conditions.*, MDPI., Vol. 16.

Linnhoff C., Hofrichter K., Elster L., Rosenberger P., Winner H. (2022)., *Measuring the Influence of Environmental Conditions on Automotive Lidar Sensors.*, Vol. (14)., MDPI.

Barkjohn K. K., Gantt B., Clements A. L. (2020)., *Development and application of a United States wide correction for PM_{2.5} data collected with the PurpleAir sensor.*, Atmospheric. Meas. Tech. Discuss., pp. 1 – 34.

Ahangar F. E., Freedman F. R., Venkatram A. (2019)., *Using low - cost air quality sensor networks to improve the spatial and temporal resolution of concentration maps.*, International Journal Environment Research. Public Health., Vol. (7)., p.p 1245 – 1252.

Connolly R., Yu Q., Wang Z., Chen Y., Liu J., Oxandale A., Papapostolou V., Polidori A., Zhu Y. (2022)., *Long - term evaluation of a low-cost air sensor network for monitoring indoor and outdoor air quality at the community scale.*, Science of the total environment., Vol. (807).

Meteo.gr (2022)., METEO., link:
https://www.meteo.gr/article_view.cfm?entryID=2428 ., (Ανάκτηση: 1/09/2022).

Creswell, J., Creswell, D. 2019., *Σχεδιασμός έρευνας: Προσεγγίσεις ποιοτικών, ποσοτικών και μεικτών μεθόδων*. Εκδόσεις: Προπομπός.

Ζαφειρόπουλος, Κ. 2012. *Ποσοτική εμπειρική έρευνα και δημιουργία στατιστικών*